



Die Peipus-Trombe

am 3. August 1922.

Von

J. Letzmann.

Dorpat 1923.

Die Peipus-Trombe am 3. August 1922.

Von

J. Letzmann.

Vorgetragen am 15. März 1923.

Am Nachmittag des 3. August 1922 zog eine Trombe 82 km weit durch den nordöstlichen Teil Estlands, von Rojel bis Kurtna Häuser beschädigend und im Walde eine beträchtliche Anzahl Bäume brechend. Neben der Trombe von Borås¹⁾ in Schweden, deren Spur bei 260 km Länge bis 59° N-Breite reichte, ist die hier beschriebene mit 82 km in diesen Breiten (sie reichte bis 59° 17' N) die zweitgrösste. Ihrer Spurlänge nach nimmt sie die 8-te Stelle unter den 283 bekannten europäischen Tromben²⁾ ein. Im Ostbaltischen Gebiet ist sie die 32-ste³⁾.

1. Die Wetterlage.

Die Wetterlage dieses Tages zeigt das Azoren-Hoch in seiner nördlichen Lage. Es erstreckte sich vom Atl. Ozean über Frankreich und Deutschland bis Warschau (St-Matthieu am 3. VIII a 68.4 mm). Niedriger Druck herrschte auf dem Europ. Nordmeer (Spitzbergen 57.0 mm) während über Nord-Europa bei schwachen Gradienten eine Neigung zur Ausbildung sekundärer Depressionen bestand. Am 2. Aug. um die Mittagszeit trat in Ungarn ein flaches Tief mit 757 mm auf, das gegen Abend nordwärts bis Danzig fortgerückt war. Es stand durch einen über die Nord- und südliche Ostsee verlaufenden Streifen niedrigeren Druckes mit dem Tief des Nordmeer in Verbindung.

1) Martin Jansson. Sur la trombe de Borås le 3 juillet 1899. Bihang till K. Svenska Vet-Akad. Handlingar, Bd, 26, Aft I, № 3.

2) Alfred Wegener. Wind- und Wasserhosen in Europa, Bd. 60 der Sammlung „Die Wissenschaft“, Braunschweig 1917.

3) J. Letzmann. Tromben im Ostbaltischen Gebiet. Sitzungsberichte der Naturforscher-Gesellschaft zu Dorpat, Bd. XXIV, pg. 46 und Bd. XXVIII pg. 17, siehe auch das Verzeichnis am Schluss dieser Arbeit.

Am Morgen des 3. Aug. befand sich das Tief von 755 mm in Kurland und rückte im Lauf des Tages von SSW nach NNE, etwa 100—300 km östlich der Ostseeküste vor. Eine Karte der Millimeterisobaren zeigt im Lauf des 3. Aug. im flachen Tief eine immer deutlichere Ausbildung von Ausläufern vom Mittelpunkte aus, die dem Tief eine Kreuzform gaben. Der nördlichste dieser Ausläufer bildete den Entstehungsort der Trombe. Dem Tief ging in seiner Bewegung nach Norden ein abnehmendes sekundäres Hoch (763.6 mm) am Morgen des 3. Aug. etwa 6 Breitengrade weit voraus.

Die Temperaturverhältnisse zeigten am 2. Aug. als Folge einer starken Bewölkung westlich der Linie Danzig-Wien und klaren Himmels östlich von dieser, zwei scharf ausgeprägte Gebiete mit hoher und tiefer Temperatur hart nebeneinander. Um 2 Uhr N.-M. des 2. Aug. gab es in Budapest 33° , in Kaschau 29° , in Ölmütz 29° Wärme, dagegen in Breslau 17° , in Brom-

berg 15° und München 15° . Bis zum Morgen des 3. Aug. hatte sich, sogar in der Nacht, ein Gebiet mit über 21° bis zum Oberlauf der Düna, Memel und Dnjepr vorgeschoben, während an der Ostseeküste 13 — 15° herrschten. Dazwischen waren in der Nacht auf einem SW—NE-lich verlaufenden Streifen starke und andauernde Nachtgewitter entstanden. Im Laufe des Tages bildete sich ein typischer „warmer Sektor“ parallel der Ostseeküste, 120—350 km von ihr aus, der um 2 Uhr N.-M., zur Zeit der Trombenbildung, mit über 26° bis Dorpat reichte. An der Ostseeküste finden wir im Verlauf des Tages unter einer Wolkendecke keine Erhöhung der

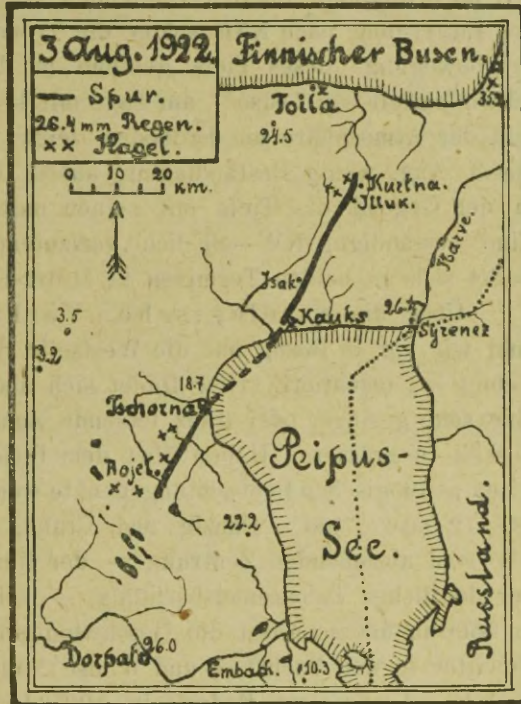


Fig. 1.

Temperatur gegen diejenige des frühen Morgens (13—15°). Nach der Trombe finden wir das kalte Gebiet nordwärts bis nach Finnland und ostwärts bis zum Peipus und Ladoga ausgebreitet.

Das Tief zog die Temperaturgrenze entlang, an seinem W-Rand, der „kalten Front“ reichliche Niederschläge bringend. (Danzig um 8^a: 34 mm, Memel 39, Riga 35, Wenden 19 mm). Es handelte sich hier somit um einen selbständig gewordenen Kern innerhalb einer von NW nach Russland hinein verlaufenden Troglinie, von dem in 30—40 km Entfernung nach NNE später die Trombe entstanden war. Die Fortbewegung dieses Tiefs geschah in der Nacht mit einer Geschwindigkeit von 7 msc⁻¹, am Tage mit 14 msc⁻¹. Das Bewegungsfeld der Atmosphäre am Erdboden zeigt vom Morgen zum Mittag des 3. Aug. wenig Beständigkeit, ausser einem deutlichen Wirbel in der Gegend des Tiefs mit seinen unscharfen Konvergenzlinien. Eine beständige, NW—SE-lich verlaufende kurze Divergenzlinie findet sich an beiden Terminen in Mittel-Finnland.

Über die aerologischen Verhältnisse dieses Tages sind wir nur in Bezug auf die Westseite der Zyklone, — das kühle Gebiet —, orientiert. Hier findet sich als auffallende Erscheinung eine sehr geringe, oder ganz fehlende Zunahme der Windgeschwindigkeit in grösseren Höhen über dem Boden. Keiner der 10 deutschen aerologischen Beobachtungspunkte weist Geschwindigkeiten über 11—12 msc⁻¹ auf. Danzig und Cranz, 400 und 250 km nach SW vom abziehenden Zentrum, — der letzte Ort noch im Bereich der deutlichen Isobarenausbuchtung, — zeigen dasselbe Bild: noch in 2500 m überschreitet die Geschwindigkeit (nach Platzregen und Gewitter in der Nacht) 7 und 6 msc⁻¹ nicht, wobei über Danzig, nach 3—4 msc⁻¹ am Boden, in 500—1500 m Höhe eine Schicht mit 11 und über Cranz in 500 m eine dünne Schicht mit 10 msc⁻¹ Windgeschwindigkeit liegt. Der Wind zeigt mit der Höhe nur eine ganz geringe Linksdrehung. Die Zustandskurven der Temperatur zeigen das Fehlen von Inversionen über 4 deutschen Stationen (auch Cranz), während allein in Lindenberg geringe Inversionen in 400—600 m, 800—900, sowie eine Isothermie von 1500—2000 m beobachtet wurde. Cranz, als nächster aerologischer Punkt zeigt bis 500 m über dem Boden ein labiles Gleichgewicht bei einem Gradient von 1.4°, darüber bis 2200 m einen solchen von 0.5° und weiter den Ansatz einer Isothermie. Wir finden somit bei SSW bis NNE-licher Zugrichtung der Zyklone eine gewisse Passivität der kalten Luftmassen des Polarstromes, bei einer Aktivität im Vor-

rücken des „warmen Sektors“ nach NNE in das kühlere Gebiet hinein, auch in den unteren Luftschichten. Leider fehlen die Messungen in Cranz am Morgen des nächsten Tages, so dass wir über die Ausbreitung der Wärme in grösserer Höhe nicht unterrichtet sind. Die vom Helsingforser Meteorologischen Institut durch Herrn Dr. V. Väisälä freundlichst übermittelten Beobachtungen von Ilmala ($\varphi = 60^{\circ}12'$, $4\lambda = 1^{\text{h}}39^{\text{m}}41^{\text{s}}$ E.) und Sortavala am Ladoga zeigen eine starke Winddrehung nach rechts, und von 500—1000 m ab ebenfalls Windgeschwindigkeiten von 10 msc^{-1} oder mehr. Bei

Aerologische Beobachtungen am 3. August 1922 vormittags.

Seehöhen		Boden	200	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500
Cranz 9a bei Königsberg	Temp.	16.2	—	9.2	6.3	3.8	1.4	0.8 ^o		
	Feucht.	88%	—	95	95	90	90	85%		
	Wind	N _z W ₄	—	N _z W ₁₀	WNW ₈	WNW ₆	WNW ₆	WNW ₆	WNW ₆	msc ⁻¹
Danzig 9a	Wind	NW ₃	WNW ₈	NW _z W ₁₁	NNW ₁₁	NNW ₁₁	NW _z W ₈	NW _z W ₇	WNW ₉	
Ilmala ¹⁾ 11a	Wind	NE ₇	250 N	NNE ₁₁	NE	ENE	E	—	ESE	SE
Sortavala 11a30	Wind	ESE ₆	160 E _z S ₃	460 SE ₄	1060 SE _z S ₁₀	1360 SSE ₁₁				

Helsingfors schießt der Oberwind von N bis SE aus, was wohl schon auf ein Einströmen der Luft aus dem warmen Sektor in der Höhe von 3500 m hindeutet. Leider riss hier der Drachen ab, so dass die interessante Temperaturreihe verloren gegangen ist. Die weiter nördlich gelegenen Stationen Kajaani und Sodankylä zeigen bis gegen 1000 m geringe Geschwindigkeiten (etwa 5 msc^{-1}) und scheinen in das Gebiet des vordringenden warmen Sektors noch nicht hineinbezogen zu sein. Da vom östlichen und südlichen Teil der Zyklone keine Beobachtungen vorliegen, lässt sich über die Ursache der Aktivität der warmen Luftmassen in der bezeichneten Richtung nichts Genaueres aussagen.

1) Ilmala bei Helsingfors. Der Drachen riss bei 3500 m ab, daher sind die Höhen ungefähr angegeben.

Wolken: Ilmala: nb — etwa 250 m, in Sortavala: cu — 1470 m.

Im nördlichen Teil des Ostbaltischen Gebietes zeigte sich schon in der Nacht und am Morgen des 3. August im Bereich des weichenden Hochdruckvorläufers vor der „warmen Front“ eine unregelmässig fallende Barographenkurve, deren Störungen auch den ganzen folgenden Tag, besonders auf einem schmalen Streifen, — der späteren Trombenbahn, anhielten. Hier zog über Walk und Dorpat schon in den frühen Morgenstunden ein Gewitter mit einer kräftigen Bö einher. Der Sturm hat in den Wäldern um Wenden¹⁾ mehrere einzelne Bäume gebrochen und nach einer Mitteilung von Pastor Sternfeld in Sagnitz, um $1/25$ — $1/26$ Uhr auf dem Theal-Fölk'schen Kirchhof eine 30 cm starke Fichte umgebrochen. Hier wurden einigen Häusern die Dächer abgetragen, Obstbäume beschädigt, und im Walde bei Könhof mehrere vereinzelt Bäume umgeworfen. In Haselau bei Dorpat hat der Sturm am Waldrande ebenfalls gegen 5—7 Bäume umgeworfen, während in Dörpat der Barograph von 4^a25^m bis 5^a20^m einen plötzlichen Drückanstieg um 1.8 mm und nach einer scharfen Spitze einen Abfall um 2.9 mm in Verlauf der letzten 40 Min. zeichnete. Auch Hungerburg — nicht weit von der Bahn der späteren Trombe am Finnischen Meerbusen gelegen, zeichnete eine Böennase von 1.2 mm Höhe um 8^a30^m , während Reval bei ruhigem Verlauf der Kurve um diese Zeit eine kaum nennenswerte Schwankung zeigt. Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit dieser Bö, die 450 km vor dem Zentrum einherzog, betrug somit 11.1 msc^{-1} (40 kmh^{-1}), während die mittlere Geschwindigkeit des Tiefs in der Nacht bloss 7.5 msc^{-1} ausmachte.

Als am Nachmittag um $1/22$ die Trombe 35 km nördlich von Dorpat entstand, deutet hier keine besondere Druckstörung auf dieses Ereignis hin.

2. Die Spur.

Die Methode.

Um nach den Bruchspuren einer Trombe Rückschlüsse auf ihren Charakter und die in ihr herrschenden dynamischen Verhältnisse tun zu können ist es erforderlich, auf einer möglichst grossen Breite die Fallrichtung möglichst vieler Bäume messend aufzunehmen und den Typus durch einen Vergleich mit dem Gesamteindruck festzustellen. In älteren Arbeiten finden sich neben mehr oder

1) In der Stadt schlug der Blitz an 2 Stellen ein, betäubte einen Menschen und zündete einen Viehstall, etwa 3 km von der Stadt, im Benze Gesinde an der Aa an.

weniger idealisierten Spurzeichnungen, z. B. in der von Upsala¹⁾ und Hallsberg²⁾ auch kleinere oder grössere Ausschnitte aus der ganzen Spur mit genau gemessenen Fallrichtungen, wie z. B. der Trombe von Säby³⁾ und Vimmerby⁴⁾ u. a., nach denen sich der Typus der Spur wohl feststellen lassen dürfte. W. Köppen⁵⁾ hat es versucht die statistische Methode anzuwenden und die Häufigkeit der verschiedenen Fallrichtungen in den einzelnen Teilen der Spur zu finden. Obgleich diese Methode gut geeignet ist den mittleren Typus der Spur festzustellen, kommt es doch zu sehr auf die Einzelheiten an, als dass man auf eine individuelle Aufnahme an möglichst vielen Stellen der Spur verzichten könnte. In mehreren Fällen sind von W. Köppen zahlreiche genaue Peilungen vorgenommen, welche aber nur in einzelnen Fällen die Rekonstruktion eines Querschnitts durch den Åsgardsweg zulassen, ausserdem zu meist die übereinander liegenden Bäume berücksichtigen. Bei der Aufnahme des Materials zu vorliegender Untersuchung ist folgender Weg gewählt worden:

Nach dem Feststellen der Gesamtbreite wurden die Ränder des Åsgardsweges aufgenommen, was auch technisch immer durchführbar war. Darauf wurden an den charakteristischeren Stellen Querschnitte durch die Spur in bestimmter Richtung (Fig. 2) ausgemessen. Wenn man hierbei konsequent diejenigen Bäume, deren Spitzen in dieser Messlinie liegen ausser Acht lässt und die Fallrichtungen nur derjenigen einträgt, deren Wurzelwerk höchstens 4—5 m von der Messlinie entfernt ist, dürfte man ein genügend gutes Bild vom Typus erhalten. Ergänzt wurden die Messungen durch ein Aufsuchen von möglichst erhöhtem Standpunkte aus eventueller Abweichungen vom allgemeinen Bilde, die dann ebenfalls untersucht wurden.

Von einer Berücksichtigung gekreuzt liegender Bäume wurde abgesehen, schon deshalb, weil bei der in unseren gemischten

1) Thure Wigert. Orages, accompagnés des trombes près d'Upsala. Bihang till K. Svenska Vet-Akad. Handlingar. Bd 14 Aft I № 4.

2) H. Hildebrandsson. Sur la trombe près de Hallsberg le 18 Août 1875. Soc. R. des Sciences d'Upsala 1875.

3) C. G. Fineman. Sur la trombe du 7 Juin 1882 dans la vallée de Säby. Présenté à la Soc. R. des Sciences d'Upsala 1883.

4) Thure Wigert. Trombe de Vimmerby le 4 Juillet 1890. Bihang till K. Svenska Vet-Akad. Handlingar, Bd. 16 Afd I № 10.

5) W. Köppen. Die Windhose vom 5. Juli 1890 bei Oldenburg etc. Annalen der Hydrographie, Heft X, XI, XII 1896.

Wäldern beträchtlich wechselnden Stärke und Art der Bäume der Zufall hierbei eine zu grosse Rolle spielt, und im besten Fall hieraus ein Schluss auf die Aufeinanderfolge der Windrichtung in verschiedenen, uns dem Werte nach unbekanntem Isodynamen möglich wäre, während wir bei der theoretischen Ableitung der Spur-Typen die Wirkung einzelner bestimmter Isodynamen in Betracht ziehen konnten. Die gemessenen Bäume wurden an Ort und Stelle in ein vorbereitetes Kartennetz auf Millimeterpapier eingetragen.

Auf diese Art ist während der vorliegenden Untersuchung die Fallrichtung von gegen 1237 Bäumen eingezeichnet worden¹⁾.

Der Wald bei Rojel.

Das Herabsteigen der Windhose muss über der feuchten moorigen Niederung zwischen den Drumlins von Saarenhof, Kudding und Rojel stattgefunden haben, jedenfalls fanden sich die ersten Zerstörungsspuren am Fuss des Rojel'schen Drumlins, wo von einem Bauernhause das Dach abgetragen wurde. Im Walde, dicht daneben, begann der Åsgardsweg von 900 m Länge und 87 m mittlerer Breite (Fig. 2). Hier waren gegen 8 ha Wald gebrochen.

Zunächst fällt hier die Einteilung des Åsgardsweges in 6 Abschnitte von 60—230 m Länge auf, von denen die beiden letzten nebeneinander liegen, d. h. eine Verdoppelung darstellen. Es ist nicht anzunehmen, dass es sich hierbei um eine von Wegener als Schwestertrombe bezeichnete Nebenerscheinung handelt, wie sie häufig, besonders über dem Wasser beobachtet werden (l. c. pg. 144). Da sich die rechte Spur innerhalb des „Mantels“ der linken befindet, dürfte sie durch einen herabsteigenden Energiestoss innerhalb derselben, als breiter „Rauch“ beobachteten Windhose von komplizierterem Aufbau, verursacht sein. Trotz dieser Kompliziertheit im Aufbau der Trombe finden wir sonst in der Spur häufig Typen, die sich durch ein einfaches fortschreitendes Rotationssystem erklären lassen. Die meisten Abschnitte werden gegen ihr Ende hin schmaler.

1) Da die Gesamtlänge der Spur 82 km beträgt, mussten von Dorpat aus zur Durchführung dieser Untersuchung 4 Exkursionen, eine jede von 2—3 Tagen Dauer unternommen werden, wobei 246 km zu Fuss und 553 mit der Bahn, dem Dampfer etc. zurückgelegt wurden. Die Naturforschergesellschaft zu Dorpat hat diese Untersuchung durch Gewährung einer Subvention von 3000 Mk. aus der Summe zu Exkursionszwecken unterstützt, wofür ihr auch an dieser Stelle ein Dank gesagt sei.

Weiter zeigt die Spur am Anfang und mehr auf ihrer linken Seite eine Reihe rückwärts gebrochener Bäume und ähnelt damit der Bruchspur am Nõuni-See vom 10. Mai 1920¹⁾. Meine Untersuchungen hierüber²⁾ ergaben, dass rückwärts fallende Bäume bei über mittelstarken Rotationsgeschwindigkeiten und kleinen Ablenkungswinkeln vom Gradienten innerhalb einer als stillstehend gedachten Windhose entstehen können³⁾. Bei kleinerer Rotationsgeschwindigkeit tritt bei kleinem Ablenkungswinkel ein Konvergieren der Bäume von beiden Seiten zur Mitte hin ein, wie wir es in der Spur von Borås (l. c.) und in unserer Spur an mehreren Stellen, besonders in der Leeseite der Sicheldüne bei Liva (Fig. 4, pg. 25) vorfinden. Die Abnahme des Ablenkungswinkels innerhalb eines Wirbels muss nach den theoretischen Untersuchungen von Sprung⁴⁾ jedesmal dann eintreten, wenn die Trombe plötzlich eine verstärkte Reibung zu überwinden hat, wie etwa beim ersten Berühren des Erdbodens, beim Übergang vom Felde in den Wald, beim Überschreiten von Hindernissen. Wenn späterhin durch eine genügende Energiezufuhr aus der Wolke der Ablenkungswinkel wieder wächst, verschwinden die Fallwinkel von 180° , wie das unsere Spur zeigt. Ganz am Rande des Waldes stand vor dem Beginn der Spur eine Reihe Bäume unversehrt da.

Der häufigste Typus der Spur unserer Trombe zeigt kleine Fallwinkeln (nach links v. d. Zugrichtung) auf der rechten Seite, bei zunehmender Grösse nach dem linken Rande hin (cf. Fig. 3, № 1—6, pg. 22). Besonders deutlich ist diese Erscheinung am Ende eines jeden der 4 ersten Abschnitte bei Rojel ausgeprägt, wo Bäume stark nach links aus der Spur herausfallen, so dass die Spur aus 5 Bogen zusammengesetzt erscheint („Hakenspur“). Die Fig. 2 zeigt uns ferner eine starke Ablenkung der Zug-

1) J. Letzmann. Die Trombe von Odenpäh am 10. Mai 1920. Acta et Commentationes Universitatis Dorpatensis A III, Misc. pg. 7 sowie das Referat in Bd. XVIII dieser Sitzungsberichte pg. 18.

2) Bd. XXIV dieser Sitzungsberichte pg. 46; vergleiche auch die Wiedergabe und Anwendung durch Erich Kuhlbrod, Das Windsystem der Sachsenwaldtrombe vom 28. Juni 1920, Annalen der Hydrographie 1922 V, pg. 154.

3) Das Verhältnis der Rotationsgeschwindigkeit zu derjenigen der fortschreitenden Bewegung muss ≥ 2 sein, wonach wir unter der Annahme der letzteren = 10 msc^{-1} , innerhalb dieser Trombe als grösste Windgeschwindigkeit wenigstens 30 msc^{-1} erhalten.

4) Sprung, Lehrbuch der Meteorologie pg. 117.

richtung nach rechts beim erstmaligen Berühren des Bodens (um etwa -60°). Rechts und links vom Åsgardswege fanden sich im Wald Seitenzonen mit einzeln gebrochenen Bäumen vor: rechts 165, links 46 m breit, wie aus der weiter unten gegebenen Zusammenstellung der Spurbreiten ersichtlich ist. Die grössere Breite der rechten Seitenzone muss als ein Hinweis auf eine zyklonale Rotation aufgefasst werden, bei welcher die grössten Windgeschwindigkeiten innerhalb einer ziehenden Trombe in der rechten Hälfte auftreten müssen, während in der linken Hälfte eine Abschwächung des Windes, in einigen Fällen bis zur vollen Windstille eintreten kann. Der Windstärke dürfte die Breite der Seitenzonen entsprechen.



Fig. 2.

Gegen 500 m nach E vom Anfang der Hauptspur fanden sich am Rande einer Lichtung von etwa 100 m Breite als Gruppe 50—60 einzeln gebrochene Bäume mit Fallwinkeln nach rechts von der Zugrichtung bis zu -80° vor¹⁾, was als Erscheinung einer Stauwirkung innerhalb des die Trombe begleitenden Gebietes mit starken Winden aufgefasst werden muss. Ob es sich hierbei bloss um den „Mantel“ des Wirbels, oder um eine gleichzeitige Bö handelte, konnte auf Grund der vorliegenden Materialien nicht entschieden werden.

Während der Durchquerung dieses Waldes muss sowohl das Geschwindigkeitsverhältnis (Rotationsgeschw.: fortschr. Geschw.) als auch der Ablenkungswinkel einer

1) Entsprechend der Bestimmung der Untersuchung der Windverhältnisse im Trombentfuss im Bd. XXIV dieser Sitzungsberichte, soll auch hier als positiv eine Abweichung der Fallrichtung nach links von der Zugrichtung und als negativ eine solche nach rechts bezeichnet werden.

mehrmaligen Änderung unterworfen gewesen sein. Der Ablenkungswinkel muss meist als klein angenommen werden, worauf ausser den oben genannten 2 Spurtypen auch der in der Messlinie A-B (Fig. 2) hervortretende, mit einer zweimaligen Zu- und Abnahme der Winkelgrösse hinweist (Fig. 3 № 4)¹⁾.

Das Zustandekommen der „Hakenspur“ kann entweder auf eine Verlangsamung der fortschreitenden Bewegung zwischen 2 Abschnitten, oder auf eine zeitweilige Zunahme der rotatorischen zurückgeführt werden. Im ersteren Falle liegt es nahe an ein Stehenbleiben beim Beschreiben von Schleifen — etwa in der Art einer Cykloide — zu denken, wozu aber die Schwankungen der Zugrichtung nicht deutlich genug sind um bei einer Spurbreite von etwa 80 m einwandfrei bemerkbar zu werden. Die Spur erweckt viel mehr den Eindruck, als ob wir es hier mit einem stossweisen Herabsteigen der Bewegungsenergie, oder mit einer Vergrösserung der rot. Geschwindigkeit bei abnehmendem Ablenkungswinkel und schmaler werdendem Trichter vor dem Emporziehen der Trombe für einige Augenblicke zu tun haben. Diese „hüpfende Bewegung“ ist auch früher vielfach beobachtet worden.

Das Gelände unter der Spur senkt sich die ersten 500 m um 6 m, steigt aber im Verlauf der letzten 200 m wieder um 25 m an. Gebrochen war hier ein gemischter Wald mit Fichten, Espen, Birken und vereinzelt Kiefern. Sowohl junge als alte, bis 50 cm im Durchmesser haltende Bäume waren z. T. gebrochen, meist 2—3 m über dem Boden, oder entwurzelt. Das Bild war das gewöhnliche eines Åsgardsweges mit emporragenden zersplitterten und entrindeten Baumstämmen, gehobenen zusammenhängenden Wurzelscheiben bis 10 m Länge und dazwischen hin und wieder einzeln oder in Gruppen stehenden, meist stark verbogenen langen dünnen und besonders elastischen Bäumen (meist Birken), deren Laub einen Monat nach dem Unwetter noch deutliche Spuren einer argen Zerzung aufwies.

L e w w a l a.

Auf dem Rojel'schen Drumlin angelangt, verlief der Weg der Trombe über die an der Landstrasse, 400 m nordöstlich von Lewwala gelegene Riege und Scheune dieses Beigutes. Das Beigut selbst

1) Analoge Typen wurden auch am 10. Mai 1920 bei Odenpäh l. c. beobachtet.

bestand aus 6 Gebäuden, von denen der im Viereck erbaute Viehstall geringe Beschädigungen am Dach aufwies, während von der 50 m langen und 10 m breiten Heuscheune (Ziegelpfeiler mit Holz-Zwischenwänden) das Dach mit dem Dachstuhl soweit verschoben war, dass es mit dem einen Rande die Erde berührte. Das Streufeld lag hier nach NW hin, entsprechend einem von SE kommenden Stoss, dem die Längsseite der Scheune ausgesetzt war. Die Scheune und das Beigut lagen 250 m vom zentralen Zerstörungstreifen nach Osten entfernt. Gegen 40 m westlich von der abgedeckten Scheune stand eine zweite von ähnlicher Bauart, in der sich aber Heu befand; sie war unversehrt. Es kann sich hier in so grosser Entfernung vom Åsgardsweg wohl nur um einen rel. schwachen Windstoss gehandelt haben, sind doch die übrigen Häuser unversehrt geblieben und auch keine Bäume gebrochen worden.

Die weiter nach Rojel hin auf der höchsten Stelle des Drumlins gelegene Riege lag dagegen in der Bahn des Phänomens und wurde mit grösserer Kraft getroffen. Sie zeigt auffallenderweise 2 Streufelder: der Hauptstoss erfolgte ungefähr in der Zugrichtung, oder mit einer geringen Abweichung von ihr nach links ($10-15^{\circ}$). Er hob sowohl der 40 m langen, SE—NW-lich gelegenen Riege, als auch der SW—NE-lich in 30 m Entfernung von ihr gelegenen Scheune die Dächer mit einem Teil der Sparren ab, um sie 50—60 m weit auf dem Felde nach NNE zu verstreuen. Eine Schindel war 800 m weit nach NNW in der Richtung der Bahn fortgetragen und dort herabgeworfen worden. Die Ausmessungen der Streufelder waren in der Zugrichtung am grössten (50—60 m). Das zweite Streufeld erstreckte sich 20 m weit von den Häusern über die Landstrasse unter einem Winkel von $90-100^{\circ}$ zur Zugrichtung; hier fanden sich auch mehrere ganze Sparren vor. Die Entstehung dieses doppelten Streufeldes dürfte seine Erklärung darin finden, dass das vom ersten Stoss an der Luvseite eingedrückte Dach erst beim Vorüberziehen höherer Isogonen (mehr als 90°) von der schon zerstörten Seite des Daches aus von unten voll gefasst und weggeweht werden konnte. Aus dieser Annahme folgt, dass der mittlere Teil oder die linke Hälfte der Trombe über dieses Gebäude gezogen sein muss, weil hier der normale Verlauf der Isogone von mehr als 90° zu suchen ist.

Auf der Leeseite der Riege stand das Dach des Maschinenanbaues mit nur geringen Beschädigungen auf seinem Platz. In dem offenen Maschinenanbau dieser Riege habe sich ein Mann vor

dem Unwetter Schutz suchend aufgehalten, sei aber inmitten aller Zerstörungen unverletzt geblieben.

Die Höfe von Kärba bis Pädori.

Von hier aus zog die Trombe zum steil abfallenden Drumlinrand nach NNE hin und weiter zum Kärba-Gesinde, jenseits des Knies des Rojelbaches. Der Fluss liegt hier 38 m tiefer, als die zerstörten Gebäude auf dem Drumlin. Am Rande des Abhanges, der mit Sträuchern und einigen Bäumen bestanden war, fanden sich mehrere von ihnen z. T. in der Zugrichtung, z. T. nach links gebrochen. Im Tal lag am Fluss eine alte Wassermühle, deren Ruinen von Weidenbäumen umgeben waren. Einer dieser Bäume war nach NW hin gebrochen, was darauf hinweist, dass die Trombe mit einem Gefälle von 1:6 in das Tal hinabgestiegen ist. Das Tal wurde unter einem Winkel von 50° überschritten.

Gegen 200 m weiter war die Trombe über den Hof Kärba hinweggezogen, wo einer Scheune das Dach abgetragen wurde. Ein hier erbautes neues Ansiedlerhaus erwies sich nachher auf seinem Fundamente am Nordende um 6 cm. nach W verschoben, ob durch eine Drehung, oder einen Stoss gegen das Nordende, war nicht mehr festzustellen, da das Haus zur Zeit der Aufnahme schon zu rechtgerückt war. Dieser Hof, samt dem Ansiedlerhaus lagen auf der Luvseite eines flachen Rückens von etwa 12 m Höhe, an dessen Leeseite sich kein Schaden vorfand. Ein in dieser Gegend arbeitender Landmesser wurde hier vom Wirbel erfasst und mitsamt dem Theodolit umgeworfen, wobei das Instrument beschädigt wurde.

Nach Überschreiten des Rückens wählte die Trombe ihren Weg das Flüsschen entlang, ohne dass die nahe gelegenen Erhöhungen rechts und links auf sie eine „Anziehung“ ausgeübt hätten, wie das in den Beschreibungen einiger Tromben festgestellt worden sein soll. Das Tal war von feuchten Wiesen eingenommen.

Hier lagen rechts 7 Höfe, links einer, welcher letztere keinen Schaden erlitten hatte. Von den 7 Höfen des rechten Ufers hatte der erste — Pertli — keinen nennenswerten Schaden aufzuweisen. Im nächsten — Odifer — befand sich ein Gewitterbeobachter des landwirtschaftlichen Beobachtungsnetzes, der Folgendes berichtet: Es war ein Gewittertag mit langsam ziehenden Wolken und einem auffallenden Fehlen von Wind. Das eigentliche Gewitter zog von 12 Uhr 55 Min. (erster Donner), ebenfalls bei Windstille, langsam herauf. Plötzlich begann es mit grosser Geschwindigkeit von SW

heraufzuziehen und war um 13 U, 35 M. über dem Beobachtungsort. Der Vorübergang dauerte 10 Minuten, dabei trat eine Finsternis und ein Sturm ein, dass alle Häuser bebten. Nach dem Vorüberziehen war ein Bruchstreifen von gegen 1 km Breite (wohl eine Überschätzung!) nachgeblieben, der von SSW—NE verlief. Mehrere Apfelbäume waren gebrochen, Heuschoben verschwunden.

Im dritten, dem Hof Käpa waren einige Apfelbäume gebrochen, in Reini ist ein neues Dach abgetragen, wie auch eins im nächsten Hof Tiliwälja. Im Hof Abli sei ebenfalls ein Dach z. T. vom Hause gerissen worden, dagegen finden sich in dem weiter (500 m) nach rechts gelegenen Ole und dem Dorf Toliase (1400 m v. d. Bahn) keine Beschädigungen vor. Die Breite der Zerstörungsspur dürfte hier somit 600 m nicht überschritten haben.

Der weitere Weg führte das Flüsschen entlang zur Weija-Mühle, über deren Stauung ein $1\frac{1}{2}$ —2 m im Durchmesser haltender, gegen 3 m hoher Wasserfuss vom Müller Elken gesehen worden ist. Die Drehung wurde hier ganz sicher als gegen die Sonne (zyklonal) verlaufend angegeben. An gebrochenen Bäumen finden sich 2 vor der Mühle und zwar etwas östlich von ihr: gegen 70 m vom Hause war eine alte Weide 100° von der Zugrichtung nach links und in 150 m Entfernung ein starker Baum unter einem Winkel von 35° umgeworfen. Sonst hat der Wind, der im Hause bloss ein Fenster aufstieß, z. B., im Apfelgarten aber keinen Schaden angerichtet. Vom Felde nordöstlich der Mühle ist viel Klee verstreut und weggetragen worden. Gegen 5 Kleeschober waren ganz verschwunden, während eine Kleeleiter etwa 4 km weiter in der Trombenspur bei der Wingrasi-Brücke am Kulafer'schen (Rojel'schen) Bach gefunden wurde.

Von der Weija-Mühle ab verliert sich der kuppige Charakter der Gegend und es tritt eine sich ganz allmählich zum Peipus hin senkende Niederung auf, die z. T. von feuchten Wäldern, feuchten Wiesen oder Mooren eingenommen wird; das bisher engere Tal des Flüsschens geht allmählich in diese Ebene über.

Hier bei der Mühle verlässt die Trombe die unmittelbare Nähe des Flusses und entfernt sich von ihm bis auf 500 m nach W, wobei sie über den Pädori-Hof hinweg gezogen ist.

Die links gelegenen Höfe Erel, Mutta, Jöemets, resp. 800, 800 und 600 m von der Bahn, sowie die rechts gelegenen Kulavere und Alivere (700 und 750 m) zeigen keine Zerstörungsspuren. Damit ist die Gesamtbreite der Zone mit zerstörender Wirkung hier kleiner als 1300 m.

Von den beiden Pädori-Höfen blieb der 300 m westlicher gelegene ebenfalls unversehrt, während der östlichere innerhalb der Bahn lag. Hier hatte ein Stall das ganze Strohdach eingebüsst, eine Heuscheune, 150 m nördlich davon, war ganz zerstört, und ihre untersten Balken, noch ineinander gefügt, mit den Trümmern zusammen um 3—4 m nach N verschoben. Dasselbst waren einige Birken bis 200 m östlich der zerstörten Häuser in der Zugrichtung gebrochen.

Von Pädori ab beginnen die ausgedehnten Waldkomplexe, die sich mit geringen Unterbrechungen bis in die Nähe des Finnischen Meerbusens und des Narve-Flusses erstrecken.

Der Waldbruch von Pädori bis Kikita am Peipus.

Die weitere Bahn der Trombe verlief zuerst auf dem linken Ufer des Flusses nach NNE und streifte hierbei den SE-Rand des nahe an den Fluss herantretenden Waldes. Über eine Windung des Baches ist sie kurz vor der verfallenen Wingrasi-Brücke auf das rechte Ufer übergetreten und setzte erst nach dem Überschreiten des teilweise ausgeholzten Waldes¹⁾ zwischen Lassi, Metti und Pörvetu endgültig auf das linke Ufer des nun nach SE umbiegenden Flusses über. Beim Eintritt in den Wald hatte der Wind auf der rechten Seite der Bahn eine Heuscheune zerstört. Ein neben der Heuscheune befindlicher Mann wurde vom Wirbel emporgehoben, umgeworfen und mit dem Kopf gegen die Erde geschleudert, so dass er eine Gehirnerschütterung erlitt und 2 Tage lang ausser Stande war den Weg nachhause zu finden; er hat später 2 Wochen lang krank darnieder gelegen.

Das neu erbaute Ansiedlerhaus links neben der Brücke, wie auch die Häuslerei des Mikura am Beginn des ausgehauenen Waldes, waren unversehrt geblieben, obgleich auf der Wiese zwischen dem Fluss und der Häuslerei mehrere Birken gebrochen waren.

1) Eine Aufnahme der Spur in diesem Walde war während der Exkursion unmöglich, weil es dort keine Brücken oder sonstige Hilfsmittel gab, um über den Fluss zu gelangen. Die Wingrasi-Brücke bestand ebenfalls aus nur einem Balken, welcher über einen 10 m breiten Neben-Bach ohne jedes Geländer führte. Die Untersuchung der Spur auf moorigen Wiesen und in feuchten Wäldern war hier auch für unsere Gegend mit aussergewöhnlichen Schwierigkeiten verknüpft. Der Hof Metti ist das letzte Haus vor dem Beginn der grossen Wälder, und in nördlicher Richtung trifft man das nächste Haus, — eine Ziegelei — von hier aus erst 8 km weiter an.

Vom Beginn des Waldes bis zur Brücke gab es keinen Åsgardsweg, sondern nur mehr oder weniger häufig gebrochene Einzelbäume. Die Spuren zeigen 2 Typen (Fig. 3 № 7 und 9), von denen die erstere bloss die linke Hälfte des normalen Typus 1 darstellt und auf eine geringe Rotation sowie kleinere Ablenkungswinkel deutet. Die Breite der Spur mit über 500 m deutet auf die Wirkung des Tromben-Mantels mit abnehmender Rotation (Linie A).

Spurtypen d. Peispus-Trombe 3.VIII.22.

№	links	Åsgardsweg	rechts	A.	P.	Ort.
17.		↑↑↑↑↑↑	↗	2-3	<120°	Jl. u. k.
16.		↑↑↑		>5	<120°	"Moorecke"
15.		↑↑↑↑↑↑↑↑		<1.5	<60°	} Düne See. Suv.
14.		↑↑↑↑↑↑↑↑		2-3	<120°	
13.		↑↑↑		—	—	
II Abschnitt bis links						
12.		↑↑↑↑↑↑↑↑↑↑		2a 2	2a 90°	Kikita (Ende)
11.		↑↑↑↑↑↑↑↑↑↑		<3	<120°	Walddecke
10.		↑↑↑↑↑↑↑↑↑↑		2a 1.5	90-120°	Wald b. Mefti
9.		↑↑↑↑↑↑↑↑		3	90-120°	} Wald bei Pädrin-B -Wingrasia
8.		↑↑↑↑		>4	60-90°	
7.		↑↑↑↑↑↑↑↑↑↑		linke Hälfte von № 4		
I Abschnitt (Schornstein)						
6.		↑↑↑↑		—	—	Lowwala
5.		↑↑↑↑	↑↑↑↑↑↑	<3	<120°	} Wald bei Rojel.
4.		↑↑↑↑↑↑↑↑↑↑		2-3	90-120°	
3.		↑↑↑↑↑↑↑↑		>3	<60°	} Abschnitt Sub. α-B. 4
2.	↖	↑↑↑↑↑↑		>1.5	<60°	
1.		↑↑↑↑↑↑				

Fig. 3.

wird es uns auch verständlich, dass die Spur 9 bei anhaltendem Herabsteigen des Windes Ablenkungswinkel von mehr als 120° aufweisen kann. Einen Querschnitt durch den „Wirbel“ innerhalb der sonst normalen Spur zeigt der Typus B (№ 8). Auffallender Weise hat sich auf der ganzen Strecke bis zum Walde bei Kikita kein Åsgardsweg gebildet, sondern das Vorkommen auf einer grossen Breite nur einzeln mehr oder weniger dicht gebrochener Bäume deutet darauf, dass die Trombe hier über dem Walde geschwebt haben

Gegen 6—700 m weiter ist die Zahl der gebrochenen Bäume grösser, die Spur nur 250 m breit und vom Typus 9, der bei stärkerer Rotation einen grossen Ablenkungswinkel gehabt haben muss. Der Übergang von 7 zu 9 wird durch einen zyklonalen Wirbel gebildet: 20—30 Stämme zeigen stark zunehmende positive Winkel bis über 180°, so dass beinahe ein geschlossener Kreis von 25 m Durchmesser gebildet wurde. Wenn wir, wie oben, die Entstehung derartiger „Wirbel“ durch herabsteigende Stösse (Seite 17) erklären,

muss, während nur der Mantel, — wohl ohne eine Kondensation bis zum Boden gereicht haben wird.

Im oben erwähnten ausgeholzten Walde war dicht am rechten Ufer des Flusses ein Streifen stärkeren Waldbruches zu bemerken, welcher vom Hause des Ansiedlers etwa bis zum Hof Metti verlief. Hier ist die Trombe ohne Spuren zu hinterlassen über den Fluss gegangen, worauf wieder bloss eine Mantelwirkung auf einer Breite bis 1300 m in einzeln gebrochenen Bäumen festzustellen war. Der Spurtypus, soweit er zu erkennen war, zeigt fast parallele Fallrichtungen, denen gegenüber nur am linken Rande wenige Bäume, wohl durch lokale Stauwirkungen verursacht, geringe positive Winkel aufweisen (Fig. 3, № 10).

Erst $2\frac{1}{2}$ km nördlich von Metti tritt an der Luv-Seite eines Wäldchens ein geschlossenes Bruchgebiet auf, das, genau genommen, aus 2 nebeneinander liegenden Abschnitten bestand (№ 11). Die Tiefe der Spur betrug gegen 100 m. Vor dem Aufhören dieses Waldbruches findet sich wieder, wie bei Rojel, eine Verschmälerung mit zunehmenden positiven Winkeln, als ein Ansatz zur „Haken-spur“ vor.

Noch ein Kilometer weiter lag die grosse Bruchstelle von Kikita, deren Länge gegen 1000 m betrug. Sie hatte die Form eines Dreiecks, das mit 100 m Breite im SW beginnend, sich bald fächerförmig bis 700 m ausdehnte. Der Waldbruch war hier sehr reichlich, geschlossener Bruch kam jedoch nur stellenweise in 30 bis 50 m breiten und 50 bis 70 m langen Parteeen vor. In der Mitte des ganzen Gebietes fand sich am rechten Rande einer Lichtung ein 500 m langer und gegen 100 m breiter Streifen mit vollständigem Bruch bei auffallend paralleler Lagerung der Bäume in der Zugrichtung, — ein Åsgardsweg. Nach ihm hin konvergierten die seitlichen Fallrichtungen mit $+10^\circ$ als Mittel der stark variirenden Richtungen an der rechten, und -20 bis -30° auf der regelmässigeren linken Seite. Der Typus ähnelte № 1 und № 10, ging aber kurz vor dem Aufhören, an Kraft zunehmend, in № 12 (Fig. 3) über mit entgegengesetzten Richtungen bis über $\pm 90^\circ$ am äussersten linken Rande. Mit dieser grössten Kraftentfaltung schliesst die Spur vor Tschorna, während nur vereinzelt gebrochene Bäume den weiteren Weg des nunmehr wieder über der Erde schwebenden Trichters anzeigen. Die letzten 3 km vor diesem Flecken zeigen keinen Bruch. Im erwähnten Walde waren nach Angaben der Kreis-Forstverwaltung 18 ha Hochwald gebrochen.

Tschorna und der Peipus.

Über den Flecken Tschorna am Peipus war die Trombe zentral hinweggezogen und hatte dabei nur einen geringen Schaden verursacht. Der Mittelstreifen war in einer Breite von gegen 100 m über das Theehaus am Marktplatz gegangen und hatte ihm einen Teil des Daches abgerissen. Gegen 60 m nach Osten davon standen die Steinmauern einer der vielen Ruinen vom grossen Brande 1910. Hier hatte der Sturm eine einziegeldicke, 15 m lange und $2\frac{1}{2}$ m hohe Mauer umgeworfen. Das Theehaus und die Mauer lagen auf dem nördlichen, etwas ansteigenden Ufer des Baches, wodurch sich die Windwirkung erklärt. Der auf leichten Böcken liegende, primitive Fussgängersteg über den Fluss wurde ebenfalls umgeworfen, und vor dem Flecken einer Heuscheune das Dach abgerissen. Der schlanke Turm der lutherischen Kirche, etwa 2—300 m nach W vom Theehaus, blieb unversehrt. Im Flecken wurden 2—3 ältere Apfelbäume und eine hölzerne Gartenpforte umgeworfen, worauf der Sturm die nach N aus dem Orte führende Landstrasse ungefähr beim Hause № 107 überschritt und dann auf den Peipus hinaustrat. Hier überraschte er in einem Boot den Fischer Jegor Stogow mit seiner 10-jährigen Tochter und 6-jährigen Sohn. Das Boot wurde vom Winde umgeworfen, die Insassén konnten sich noch an dessen Rand klammern, bis ihnen vom Lande Hilfe gebracht wurde.

Vom weiteren Verlauf über dem Peipus konnten Nachrichten nur aus Lohusu erhalten werden, wo der Sturm ein Brückengeländer zerstörte, mehrere Bäume brach und einigen Häusern am N-Ende des Fleckens die Dächer abtrug. Direkte Spuren finden sich erst wieder am Nordufer beim Gute Kauks vor, von wo an sie sich weiter bis über Illuk hinaus verfolgen lassen. Wenn wir von der Annahme ausgehen, dass es sich hier um dieselbe Trombe gehandelt hat, deren Spuren einerseits bis Tschorna und Lohusu, sowie andererseits von Kauks ab verlaufen, so fällt uns ihre Parallelverschiebung nach Osten während des Überschreitens des Sees auf. Die Verschiebung um 5 km kann entweder durch eine Änderung der Bewegungsrichtung beim Übergang vom Festlande auf den See, und in umgekehrter Richtung beim Wiederbetreten des Nordufers erklärt werden, — in diesem Fall beträgt die Ablenkung 12° — oder wir haben es mit einer zweiten Nebentrombe zu tun, die nach Wegener meist rechts von der ersten Windhose auftritt und zur Entstehung von gestaffelten Spuren führen kann. Ein weiterer derartiger Sprung ist im Verlauf der Spur nicht mehr angetroffen worden.

Von Kauks bis Kurtna.

Der Ort, an welchem die Wasserhose wieder das Land beschritten hat, möge auf der halben Strecke zwischen Rannapungern und Kauks gelegen haben. Bruchspuren finden sich hier nicht vor. Am Gute Kauks zog sie im Westen vorüber und brachte einige wenige Hagelkörner, starken Wind und eine grosse Dunkelheit. Die ersten gebrochenen Bäume fanden sich bei der alten Buschwächterei 1 km nördlich von K. auf der linken Seite der Landstrasse. Die Bruchstelle ist 190 m breit und gegen 200 m lang, die Fallrichtung zeigt den normalen Typus mit Winkeln bis $+90^\circ$; es waren hier 25—30 Bäume teils entwurzelt, teils gebrochen, wobei dazwischen andere unversehrt dastanden. Von hier verläuft die Bahn anfangs etwas östlicher (nach NE) auf das Haus der alten Buschwächterei hin, der das Schindeldach abgerissen und gegen 120 m nach NE weggetragen wurde. Drei grosse Kiefern aus einer Gruppe von 6 Exemplaren waren unter einem Winkel von gegen $+25^\circ$ abgebrochen, so dass die

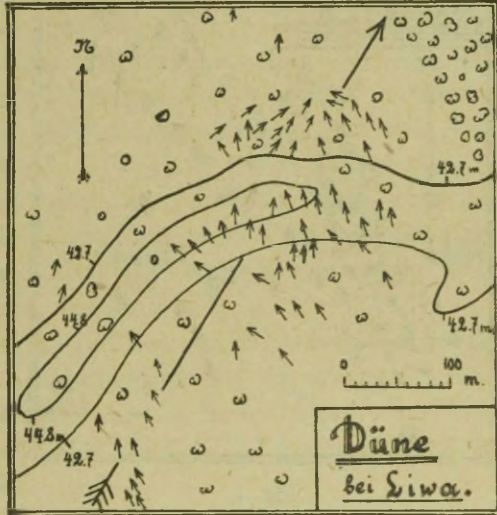


Fig. 4.

Fallrichtung hier am Beginn der nördlichen Spur wieder den „normalen“ Typus von Rojel vorstellt.

Weiter folgten die sumpfigen Wälder zwischen Kauks und Isak, auf deren ebenem Boden sich auf der Linie vom Peipus bis zum Liva-Krug (von SE nach NW) in annähernd gleichem Abstände von je 1.5 km drei senkrecht zu dieser Linie streichende (NE—SW) Dünen von 5—10 m Höhe und 1—1½ km Länge vorfinden.

In diesem Walde finden sich anfangs nur stellenweise kleinere Gebiete mit reichlichen Bruchspuren und eine Stelle mit geschlossenem Bruch vor, während im Zwischengebiet einzeln gestürzte Bäume die Bahn bezeichnen, oder die Spuren auch ganz fehlen.

Die erste Stelle mit Waldbruch fand sich auf der zweiten Düne, die vom Liva-Krug und von Rossol je 1½ km entfernt ist (Fig. 4).

Ihre Fläche betrug etwa 4 ha. Schon 100—200 m vor der Düne waren im sumpfigen Walde einzelne Bäume gebrochen, auf der Düne, besonders am rechten Rande der Spur, alle Bäume. Bei einer Breite von 300 m ist der Typus an der Luv-Seite der normale mit Winkeln, die nach links hin bis $+90^\circ$ zunehmen. An der Leeseite zeigte sich eine auffallende Änderung des Typus: hier waren gegen 30 Bäume entwurzelt, und zwar zeigten die Fallrichtungen ein Konvergieren zur Mitte hin, bei einer Breite von 170 m. Dieser Typus (Fig. 3, № 14 u. 15) zeigt sich in der

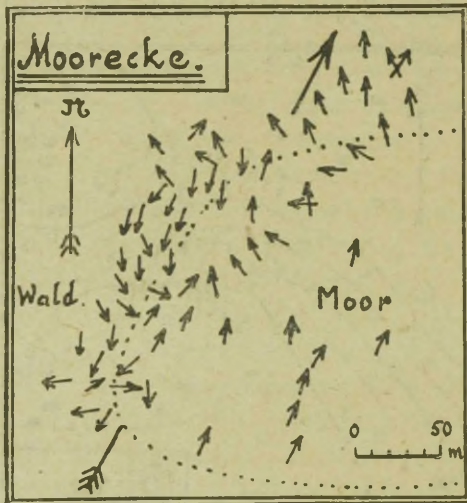


Fig. 5.

ganzen Tiefe (bis 100 m) des Bruchgebietes. Eine derartige auffallende Änderung des Typus beim Überschreiten eines Hindernisses deutet auf eine starke Abnahme des Ablenkungswinkels (vielleicht bis 30° , oder weniger) durch den Einfluss der Reibung, wodurch ein Konvergieren nach einer bestimmten Linie hin innerhalb der Spur auftreten muss. Das Aufhören der Spur nach Zurücklegung einer Strecke von 100 m stützt diese Annahme.

Weiter fand sich das nächste Bruchgebiet in der Moorecke (Fig. 5), gegen 600 m nördlich der Düne. Hier haben wir es mit einem zyklonalen „geschlossenen Wirbel“ in der Spur zu tun, einer Erscheinung, die schon einige Mal in den Spuren früherer Tromben festgestellt worden ist¹⁾. Die Spurbreite beträgt hier gegen 150 m bei normalem Typus, die Länge gegen 300 m. Der Waldessaum bildet hier eine Einbuchtung nach W, welche von einer moorigen Waldwiese eingenommen ist. Der Waldbruch trat nur am innersten Rande dieser Einbuchtung auf, der „Wirbel“ ist mehr im Walde gelegen, während auf der

1) Die Trombe von Strömsberg, erwähnt in Thure Wigert, Trombe de Wimmerby le 4 Jouillet 1890 Bihang till K. Svenska Vet-Akad. Handlingar, Bd. 16 Afd. I № 10.

Erich Kuhbrodt. Über Tromben, insbesondere die 7 norddeutschen Windhosen vom 28. Juni 1920, Meteorol. Zeitschr. 1922, II, pg. 35 u. a.

Wiese sich von rechts nach links zunehmende Fallwinkel, d. h. der normale Typus vorfindet. Ein plötzliches Anwachsen der Rotationsgeschwindigkeit, wohl als Folge eines herabsteigenden Stosses, dürfte diese Erscheinung erklären.

Gegen 600 m weiter nach NE fand sich nach der Aussage des Kauks'schen Buschwächters eine weitere 3 ha grosse geschlossene Bruchstelle vor. Sie lag auf einer flachen Bodenwölbung von 4 m Höhe über der Umgebung¹⁾.

Am Beginn des 9-ten km von Kauks war die Trombe über die Jewe'sche Landstrasse auf deren linke Seite hinübergetreten. Im letzten Walde, noch 500 m südlich von ihr, fanden sich einige 10—20 in der Zugrichtung gebrochene Bäume. Im ersten Hof des Dorfes, hart an der Landstrasse, fand sich ein gebrochener Apfelbaum mit dem Fallwinkel von 5⁰, und im weiter nach N gelegenen nahen Walde sollen mehrere einzeln gebrochene Bäume den Weg zu einem etwa kilometerlangen gegen 100—200 m breiten Streifen mit reichlicher gebrochenen Bäumen hingeführt haben²⁾. Ein Åsgardsweg soll hier nicht vorhanden sein. Die weitere Bahn führte am Hof Alliku vorüber, wo eine Heuscheune zerstört und 4 Heuschober weggetragen worden seien.

Nördlich von Isak nimmt die Gegend wieder den Charakter einer kuppigen Moränen-Landschaft an. Hier verliert sich die Spur zeitweilig. Im Terrefer'schen Walde sollen nach einer fr. Mitteilung von Oberförster Vorkampff-Laue in Isak nur einzelne Bäume gebrochen sein.

Illuk.

Reichlichere Spuren finden sich erst 15 km weiter nördlich bei den Gütern Illuk, Ahagfer und Kurtna. Während der Hagelsturm mehr die westlicher gelegenen Dörfer wie Atsalam, Tarrakus u. a. traf, finden sich Waldbruchspuren etwa 7 km nach SW von Illuk, nach den Aussagen von Herrn H. v. Bursy in Kurtna, vor. Bei einer Länge des Streifens von 3—4 km und einer Breite von gegen 200 m sei der Schaden hier beträchtlich³⁾. Etwa

1) Diese Bruchstelle konnte von mir am 11. Nov. 1922 der eintretenden Dunkelheit wegen nicht mehr genauer untersucht werden.

2) Auch diese Stelle konnte nicht mehr besichtigt werden.

3) Zur Charakterisierung der Unzugänglichkeit dieser Gegend sei hier angeführt, dass nach einer Mitteilung von August Waher aus Tarrakus an dieser Stelle im Winter beim Aufarbeiten des Holzes ein Bär aufgeschreckt worden ist, der unter einer Wurzelscheibe seinen Winterschlaf hielt.

1 km nach SE von Ahagfer trat der Wirbel aus dem Walde auf das Feld und zeigte hier bei einer Breite von 170 m nur geringe positive Fallwinkel. Aus dem Walde herausgetreten traf sie den Hof des Mihkel Porka und zerstörte das Dach der Badestube, wobei durch geschleuderte Sparren das Dach des Wohnhauses durchstossen, aber nicht abgedeckt worden ist.

Eine grössere Zerstörung zeigt das $1\frac{1}{2}$ km weiter gelegene Gut Illuk, durch dessen Park der Bruchstreifen mitten hindurch gegangen ist.

Schon 200 m vor dem Gut wurden 4 Gebäude, die auf einer 600 m langen, zur Bahn senkrechten Geraden lagen vom Sturm beschädigt: 2 Scheunen von 25 m Breite und 30 resp. 45 m Länge wurden vom Sturme halb zerstört und die Balken bis 60 m weit nach Norden verstreut. Die Längsachse des Streufeldes bildet mit der Zugrichtung einen Winkel von gegen $30-40^{\circ}$ (nach links). Der 250 m weiter nach SE gelegene Riege war das Dach von der W-Seite her eingedrückt, aber nicht abgetragen worden, wesshalb der Stoss unter einem negativen Winkel (nach rechts) erfolgt sein muss. Noch 400 m weiter nach E war eine Scheune zerstört, wobei die Längsachse des Streufeldes ebenfalls einen negativen Winkel von -40° mit der Zugrichtung bildete (Fig. 3 № 17). Die Zerstörung dieser 2 Häuser kann wohl nur durch den Wind im Mantel der Trombe entstanden sein, der bis Raudi, 2 km nach SE von Illuk, gereicht hat, wie das die weiter unten angeführten Tatsachen beweisen. Der Park war nach SW von einer Hecke aus 17 cm im Stamm-Durchmesser haltenden Fichten eingezäunt, von denen etwa die Hälfte gebrochen war. Die stärkste Wirkung zeigt sich auf einem Gebiet von 40 m westlich der Einfahrt in den Park, wo alle Bäume unter etwa $+70^{\circ}$ gebrochen waren, während nach E vom Wege, sowie auch weiter nach W hin kleinere Winkel auftraten. Im Park waren gegen 30 zum Teil grosse Laub-Bäume mit einem Durchmesser von 50 cm gebrochen oder entwurzelt, die Winkel waren durchweg kleiner, als neben dem Eingang, wie auch die Kraft des Sturmes an der Vorderseite des Parkes augenscheinlich verbraucht worden war, so dass von etwa 150 m Tiefe ab kein Bruch an Bäumen vorkam. Hart neben den gebrochenen Bäumen stand ein Knechtehaus mit Ställen. Dieses 50 m lange Gebäude war unversehrt, obgleich es die Breitseite dem Sturm zugekehrt stand, wohl zumeist dank der Wirkung einer den Park aussen einfassenden geschlossenen Fichtenhecke von 2 m Höhe, die aus ge-

schorenen älteren Bäumen bestand und dem Sturm hatte vollkommen standhalten können.

An der NW-Seite des Parkes lag eine Schmiede, ein Steingebäude mit einem Dach aus Pappe; sie hatte das Dach eingebüsst, während eine nördlich gegen 100 m vom Park entfernte Scheune gänzlich zerstört war. Hier ist eine Frau, Anette Pappa, die mit 2 anderen Personen in der Scheune Schutz suchen wollen, schwer verletzt worden; ihr seien das rechte Schlüsselbein, ein Arm und einige Rippen gebrochen.

In Raudi ist nach einer fr. Mitteilung von Herrn R. Thomson ein alter Apfelbaum zerdreht und sind von einem Neubau in der Nachbarschaft die Dachsparren umgeworfen. Von Illuk aus muss der zentrale Teil des Sturmes südlich an der Hoflage Edifer vorüber auf den Linnamägi 400 m vom Süd-Ende des Kurtna-Sees gezogen sein, wo der letzte Åsgardsweg mit 100 m Breite und 700 m Länge an der aufsteigenden Seite des Berges entstanden war. Gleichzeitig tritt hier eine starke Verbreiterung der Spur bis zu 2700 m und eine Ablenkung nach links um 20°, als Anzeichen eines Aufhörens der Spur, ein. Nach den Angaben von Herrn H. v. Bursy in Kurtna ist dieser verbreiterte, nach links abgelenkte Schlussabschnitt der Spur gegen 5 km lang und äussert sich im Bruch von gegen 37 einzelnen Bäumen auf Wiesen und Feldern; 21 Kornleitern mit Klee belegt wurden 60 m weit weggetragen. Südlich vom Gut Kurtna ist eine Scheune zerstört und das Dach 29 m weit verstreut worden. Eine Riege, gegen 150 m weiter, hatte nicht gelitten. In den Wäldern weiter nach NE seien nur ganz vereinzelt Stämme gebrochen. Der Sturm ist zuletzt, schon ohne eine Trombe über Hungerburg (Narva-Jõessuu) hinweggezogen, wo der Barograph von 16—17^h eine Böenstufe von 2 m zeichnete. Laut herübergelangen Nachrichten soll dieser Tag auch in Russland (Kreis Jamburg) starke Gewitter, Hagel und einen Sturm gebracht haben, der Bäume gebrochen und Häuser abgedeckt habe. Es kann sich hierbei um Nebentromben gehandelt haben, die häufig auf der rechten Seite der ursprünglichen in grösserer Entfernung entstehen.

3. Die Erscheinungsformen.

Über die äusseren Erscheinungsformen der Trombe bei ihrem Auftreten liegt eine Reihe Beobachtungen und Aussagen vor. Ganz allgemein wird von einer grossen Dunkelheit und einer Wolke,

die „wie der Rauch von einem Feuerschaden von der Erde aufstieg“ berichtet. In Lewwala wird das plötzliche Eintreten des Windes nach vorausgehender Stille hervorgehoben. Eine Frau hat hier die aufziehende Wolke gesehen, jedoch eine Rotation nicht bemerkt und vergleicht die Wolke mit einem Rauch. In Odifer wurde ebenfalls die plötzliche Windzunahme und Finsternis beobachtet. Der Vorübergang dauerte gegen 10 Minuten (cf. pg. 20). Über der Stauung der Weija-Mühle wurde ein $1\frac{1}{2}$ —2 m breiter und 3 m hoher Wasserfuss gesehen, an dem die Rotationsrichtung mit grosser Sicherheit vom Müller Elken als zyklonal wahrgenommen werden konnte. Vor der Trombe sei hier ein ständig rollendes Geräusch zu hören gewesen, wie von ununterbrochenem Donner; dabei sei es nicht das bekannte Hagelgeräusch gewesen, sondern habe mehr den Charakter eines ständigen Rollens gehabt. Gegen 60 m von der Mühle nach W stand eine junge Birke von gegen 4 m Höhe. Die gesamte Krone hatte von $2\frac{1}{2}$ m Höhe an bis auf 40 cm von der Spitze das ganze Laub verloren, es sei gleich nach dem Sturm abgefallen (also „verbrannt“). Etwa 1 Monat nach dem Sturm zeigten auch die übriggebliebenen Blätter an der Spitze eine gegen die anderen Birken auffallende gelbe Farbe. Eine nähere Betrachtung ergab das Vorhandensein von Pilzen auf den Blättern, womit eine Heranziehung dieses Falles als Beleg einer „Feuerwirkung“ der Trombe, wie sie von Peltier, als von einem Anhänger der elektrischen Theorie der Tromben angenommen, und von einigen Beobachtern durch ihre Wahrnehmungen gestützt worden ist, hier jedenfalls nicht in Betracht kommen kann. Eine Erkrankung der Blätter schon vor der Trombe dürfte deren vorzeitige Lockerung ausreichend erklären¹⁾.

Bei Pädori soll der Lehrer A. London den herabreichenden Wolkenschlauch gesehen haben.

Am Beginn des grossen Waldes bei Pädori war eine Frau beim Beerensammeln von Unwetter überrascht worden. Sie will kurz vor dem Eintritt der Trombe „einen fensterbreiten silbernen Streifen“ gesehen haben, der nach oben ragte; wenige Augenblicke später habe sie unter dem fürchterlichen Krachen der brechenden Bäume noch aus dem Walde flüchten können. Das Wetter sei zu-

1) In dieser Gegend, bis zu 2 km von der Mühle entfernt, fanden sich noch weitere grössere Exemplare der Birke und Espe, die ebenfalls diese Erscheinung zeigten und nur an der Spitze gelbes Laub trugen. Sie befanden sich jedenfalls innerhalb des Windgebietes des „Mantels“ der Trombe.

erst ganz hell gewesen, darauf ganz dunkel geworden. Wenn die Bezeichnung „fensterbreit“ als eine der beim Beschreiben von Tromben gewöhnlichen Unterschätzungen aufgefasst wird, könnte der „silberne Streifen“ durch den von der Sonne beschienenen Wolken-schlauch gebildet worden sein, der auch in mehreren früheren Tromben als „weiss“ oder „hell glänzend“ bezeichnet wird, wenn die schwarze Wolke den entsprechenden Hintergrund abgibt. In den meisten Fällen wird er als dunkel beschrieben¹⁾.

Die Frau des Fischers Stogow in Tschorna, der auf dem See vom Wirbel erfasst wurde, hat bloss eine bis zum Wasser reichende „Rauchwolke“ voller Staub gesehen (von der Tromben-Rückseite aus) und habe lange Zeit vom Boote und von ihrem Mann nichts sehen können.

Eine zuverlässige Beschreibung des Unwetters lieferte dankenswerter Weise Herr R. Thomson aus Raudi bei Illuk, aus der wir Folgendes entnehmen:

Meine Wohnung ist in Raudi 2 km von Illuk und 2 km vom Linnamägi entfernt. Zwischen 3 und $\frac{1}{2}$ 4 Uhr zogen hier am 3. August 2 Gewitter herauf, das eine zwischen Püchtiz und Isaak (im SE bis S), das andere vom Gute Pagar (W) aus. Um ca. $\frac{1}{4}$ Uhr trafen beide Wolken-schichten, etwa über Ahagfer—Illuk zusammen unter furchtbarem Getöse in der Luft. Dieses habe noch im Freien gehört und gesehen, worauf, als ich mich ins Haus begab, ein wolkenbruchartiger Regen mit Blitzen und Donner niederging. Der Sturm schien von allen Seiten zu kommen. Meine Familienglieder und ich schauten zum Fenster hinaus, — konnten aber absolut nichts sehen, z. B. war ein Pielbeerbaum, etwa 10 Schritt vom Fenster ganz unsichtbar. Etwa 10 Minuten — nicht länger — dauerte das Chaos, — uns kam es wie eine Ewigkeit vor. Das Haus, ein Holzgebäude, krachte in allen Fugen. Im Garten war unter den Bäumen verhältnismässig wenig Bruch.

Ein Augenzeuge, Alexander Ninapuu, Ansiedler in Illuk, sagte mir, er sei vom Winde erfasst und um und um gedreht worden. Ein anderer Arbeiter, Pedo, ist, wie es Ninapuu gesehen hat, 47 Faden (gegen 100 m) mit dem Winde getrieben und gerollt worden, ohne sich wehren zu können. Bei uns (in Raudi) war kein Hagel (siehe auch S. 33). Ein direkter Wolken-trichter ist nicht gesehen worden, Ninapuu habe nur „eine Dunkelheit und schwere Massen Wasser, vermischt mit Hagel, bei starkem drehendem Sturm“ bemerkt.

1) A. Wegener, l. c.

Das Gewitter.

Der 3. August 1922 war der bedeutendste Gewittertag des ganzen Sommers. Während in Lettland schon am Abend des 2. Aug. heftige Gewitter beobachtet wurden (siehe pg. 9) finden sich in Estland, nördlich der Linie Walk—Petschory die ersten gleich nach Mitternacht. Es handelte sich um ein langsam ziehendes Gewitter, fast ausschliesslich östlich der Linie Pernau—Weissenstein—Reval, in dem sich sehr schwer einheitliche Fronten unterscheiden lassen. Aus einer Zusammenstellung aller eingelaufenen Gewittermeldungen lässt sich folgender Gang der Gewittertätigkeit an diesem Tage feststellen:

Stunden . .	12/1	1/2	2/3	3/4	4/5	5/6	6/7	7/8	8/9	9/10	10/11	11/12	12/13	13/14	14/15	15/16	16/17	17/18	18/19	19/20	20/21
Anzahl der Meldungen	1	1	2	4	9	7	4	3	2*	3	5	6	8	12	15	15	14	10	5	2	1

Wir finden ein Anwachsen der Gewittertätigkeit bis 5 Uhr morgens, darauf ein Nachlassen bis zum Minimum um 9 Uhr, worauf der Anstieg zum Hauptmaximum von 2 bis 4 Uhr nachmittags beginnt. Die Gewitter des ersten Maximums liegen im südlichen Teil Estlands und können als letzte Ausläufer des lettländischen Nachgewitters aufgefasst werden. Stellenweise, bis nach Haselau bei Dorpat hinauf, hat schon dieses Gewitter einen Sturmschaden verursacht (pg. 12). Die Zeit der Trombe fällt ausgesprochen in die Zeit der stärksten Gewittertätigkeit von 2 bis 4 Uhr nachmittags und verschwindet mit deren Nachlassen. Unter den unregelmässig verstreuten Gewittern, die stellenweis bis 5 Stunden lang angehalten haben sollen, lässt sich das Fortschreiten einer schmalen Front verfolgen, in welcher die Trombe ihren Sitz hatte. Die entsprechenden Zeiten wären: 12^h12^m in der Koruste-Schule bei Ringen, in der Gemeinde Kurrista 13^h15^m, Laisholm 13^h50^m, Kudding 14 U., Bartholomäi 14 U., Tschorna 14^h45^m, Tarrakus 14^h46^m, Illuk 15^h30^m, Hungerburg (Narva-Jõessuu) 17^h5^m. Damit hätte das Gewitter sich mit einer mittl. Geschwindigkeit von 9.8 msc⁻¹ fortbewegt. Ein Blitzschaden wird von mehreren Orten gemeldet (cf. pg. 12). In Bartholomäi, etwa 15 km westlich vom Ursprungsort der Trombe gab es nach einer Mitteilung von Fr. Probst Westrén-Doll von $\frac{3}{4}$ bis 2 Uhr 15 Min. nachmittags ein Gewitter mit starken Blitzschlägen. Der vorher wehende schwache Wind machte nach dem Hagel einer auffallenden Stille Platz. Etwa 4 km südlich vom

Pastorat schlug der Blitz durch die offene Tür in ein Bauernhaus, in welchem sich ein Mann mit seiner Frau und 3 Kindern befand. Die Kinder wurden betäubt, die Frau erschlagen; an ihrem Körper fanden sich zahlreiche Brandwunden vor. Aus Tarrakus wird „grosser Blitzschaden“ gemeldet. In Odifer ist die Trombe mit dem Gewitter gleichzeitig aufgetreten, in der Weija-Mühle habe es das heftigste Gewitter kurze Zeit nach der Trombe gegeben, 4 Blitze hätten in der nächsten Nähe eingeschlagen, und in der Mühle sei ein Kugelblitz gesehen worden, ohne dass er Zerstörungen verursacht hätte. Ein Baum beim Hof Jaski, 4 km nach links von der Trombenbahn, sei durch den Blitz entzündet worden. In Hungerburg, zuletzt, ist eine Frau vom Blitz erschlagen worden.

Der Hagel.

Der Hagel ist, entsprechend den Feststellungen von A. Wegener für West-Europa, auch dieses Mal zumeist auf der linken Seite der Spur gefallen. Die Orte in der Spur, von denen Hagelmeldungen vorliegen wären: Odifer, Rojel (geringer Hagel), Kauks (wenige Körner), Illuk (geringer Hagel), während die Weija-Mühle, Tschorna, Isaak, Raudi keinen Hagel gehabt haben. Vom Gebiete rechts von der Spur liegen keine Meldungen vor, während von der linken Seite folgende eingegangen sind: in Bartholomäi (15 km nach W von der Spur) gab es um 2^p wenige Körner bis 3 cm im Durchmesser, die in den Gemüsegärten Beschädigungen verursacht haben, in Tulafer (4—5 km) sollen wenige, bis hühnereigrosse Körner beobachtet worden sein, auf dem Wege nach Torma (7 km von der Weija-Mühle) hat es einen undichten mittelgrossen Hagel gegeben, aus dem Dorfe Atsalam (6 km) wird ein bedeutender Hagelschaden gemeldet: es sollen dort alle Fensterscheiben zerschlagen worden sein. Der Beobachter aus dem Dorfe Tarrakus (4 km) meldet 14^h 42—57^m einen Hagel auf einem 18 km breiten (?) Streifen von WSW nach E. In Ahagfer (1 km) ist ebenfalls H. gefallen, während aus Sagnitz, einer weiter südlich gelegenen Station gegen 3 Uhr undichter Hagel in flachen, bis 2 cm grossen Schlossen, und aus Polli, etwa 20 km nach W vom Südense des Wirtsjärw, geringer Hagel in den Vormittagsstunden gemeldet wird. Weiterer Hagel ist am Nachmittag in Toila am Finnischen Meerbusen (13 km W-lich der Zuglinie) in Kurtna und Hungerburg beobachtet, wo mittlerer Hagel in kantigen Schlossen gefallen sei. Gegen 5 km nach W von Hungerburg sei er reichlicher und grösser gewesen. Eine kartographische Eintra-

gung dieser Orte (Fig. 1) ergibt das Vorhandensein eines stark veränderlichen bis 20 km breiten und 220 km langen Streifens mit undichtem Hagel auf der linken Seite der Trombe, wobei die Korngrösse mit zunehmender Entfernung bis 5 km. von der Trombe ebenfalls zunahm. Die Intensität des Hagels war meistens sehr gering. Ein starker Sturm mit starkem Hagel, der 2—3 Minuten lang anhielt, ist ebenfalls in Sangla, N-E-lich vom Wirzjärw beobachtet worden, hat aber keine Zerstörungen verursacht.

Der Platzregen.

Ein Platzregen ist am 3. Aug. an vielen Orten beobachtet worden, die aber im Gebiet des Gewitters und Hagels in Ost-Estland liegen. Bedeutendere Niederschlagsmengen wurden gemessen: in Polli (30 km südlich von Fellin) 27.4 mm, Sagnitz 24.5 m, Dorpat 26 mm, Kallaste 22.2 m), Syrenetz (am Ausfluss der Narva) 26.4 mm, Hungerburg 35.2 mm, Kunda 30.0 mm (Siehe Fig. 1). Das Gebiet mit über 20 mm erstreckt sich streifenförmig vom Gebiet zwischen dem Burtneck'schen See und dem Wirzjärw-bis nach Hungerburg und besitzt im Süden eine Breite von 60 km, die bis Dorpat auf 25 km abnimmt, um sich nördlich vom Peipus wieder auszubreiten und nach Westen bis Kunda überzugreifen. Auf der linken Seite der schmalen Stelle war die Windhose entstanden und der Hagel gefallen. Erst nach dem Überschreiten des Peipus fallen die Trombenbahn und die maximale Regenzone zusammen. In Kurtna gab es vor dem Windstoss einen besonders intensiven Platzregen, er hörte kurz danach auf, um später wieder einzusetzen.

Der Schaden.

Die Beschädigung der Häuser (in Summa 21) durch die Windhose vom 3. Aug. bestand zumeist im Abtragen von Dächern (10 Häuser), oder in einer mehr oder weniger starken Beschädigung derselben (5 Fälle). In einem Fall ist ein Haus auf seinem Fundament um 6 cm gedreht worden, ohne zerstört zu werden. In Tschorna ist eine Mauer, 1 Pforte und ein Steg umgeworfen. Vollständig zerstört worden sind 4 Heuscheunen, meist leichter Bauart, durch deren offene Türen der Sturm einen vollen Zutritt in ihr Inneres erhalten konnte, sowie eine Scheune in Kurtna. Beträchtliche Mengen Heu sind von den Feldern entführt und verschwunden — wahrscheinlich infolge einer Verstreuerung nicht mehr zu bemerken gewesen. Die fortgetragenen Gegenstände fanden sich ganz nahe

der Spur: eine Schindel bei Lewwala ca. 800 m weit, und eine Kleeleiter vom Felde bei Weija etwa 4 km weit vom Ursprungsort. Haustiere sind keine zu Schaden gekommen. Abgesehen von 2 durch den Blitz getöteten Frauen und 3 durch ihn betäubten Personen, sind durch die Windhose selbst 2 Personen schwer verletzt, während 4 sich hatten aus den stürzenden Häusern ins Freie retten können. Weitere 3 Personen waren in den Sturm geraten, wurden von ihm erfasst und bis 100 m weit getrieben oder gerollt ohne sich dagegen wehren zu können. Gegen 30 ha Wald sind niedergebroschen, meist in einer Höhe von 2—4 m über dem Boden, oder die Bäume sind mit ihren Wurzelscheiben, von denen einige 5 m hoch und 14 m lang waren wenn sie zu einer Baumgruppe gehörten, umgeworfen worden. Abgedrehte Bäume wurden einer am linken, einer am rechten Rande bemerkt, — beide mit zyklonaler Drehung.

Die Zeitangaben.

Genauere Zeitangaben finden sich in den Gewitterbeobachtungen aus Odifer, wo die Nähe des Sturmes und Gewitters um 13^h35^m notiert worden ist. In Raudi trat die Trombe nach 15^h15^m auf, während in Ahagfar eine Frau nach der Einteilung ihrer Tagesarbeiten die Zeit mit grosser Sicherheit auf $\frac{1}{24}$ Uhr ansetzte, was mit den Angaben von Herrn Thomson aus Raudi übereinstimmt. Die Regenstation in Kurtna 5 km weiter notiert den Eintritt des Platzregens von $\frac{1}{24}$ — $\frac{1}{25}$ Uhr. Danach hätte der Sturm die Strecke Odifer—Illuk (70 km) in 105 Minuten zurückgelegt, d. h. eine fortschreitende Geschwindigkeit von 11,1 ms⁻¹ entwickelt. Wenn Odifer vom Entstehungsort der Trombe 3.2 km weit entfernt angenommen wird, wäre die wahrscheinliche Zeit der ersten Berührung mit der Erde 13^h30^{mm}; was mit den Aussagen der Leute in Lewwala übereinstimmt. In der Annahme, dass die Windhose auch über Illuk hinaus mit der gegebenen Geschwindigkeit weitergezogen ist, lässt sich die Zeit ihres Eintreffens in Hungerburg mit 16^h30^{mm} berechnen. Da tatsächlich das Gewitter um 17^h5^m und der Hagel um 17^h15^m über diesen Ort hinwegzog, können wir das Unwetter hier mit einiger Wahrscheinlichkeit als einen letzten Ausläufer der Trombenwolke betrachten, während die Bahn selbst bedeutend westlicher hätte vorübergehen müssen.

4. Die Ergebnisse.

Inmitten des Gebietes der stärksten Umlagerung der Luftmassen an der Grenze zwischen dem kühlen Westgebiet und dem

nach N vordringenden „warmen Sektor“ war eine flache Zyklone entstanden, welche um 2 Uhr p: alle Kennzeichen einer vollen Kraftentfaltung (nach Bjerknes) aufwies. In einem ihrer Ausläufer bildete sich die Trombe auf der rechten Seite des Hagelgebietes eines Cu. Die Windgeschwindigkeiten am Boden waren gering, von 500—1500 m Höhe folgte eine Schicht mit $10\text{--}11 \text{ msc}^{-1}$ Geschwindigkeiten, über welcher im kalten Gebiet die Geschwindigkeit wieder abnahm, während aus dem warmen keine Daten vorliegen. Das N-S-lich verlaufende schmale kalte Gebiet verschob sich im Laufe des Tages langsam nach Osten, d. h. drang an der Erdoberfläche in das Gebiet der warmen Luft vor. Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Trombe und Zyklone betrug nur 12 und 10 msc^{-1} . Dem Herabsteigen des Wirbelkernes am Rande des Rojel'schen Waldes um $13^{\text{h}} 30^{\text{m}}$ ging schon die Wirkung des Trombenmantels voraus. Bei der Berührung sind Anzeichen einer Abnahme des Ablenkungswinkels im Wirbel etwa bis 30° vorhanden, der sonst $60\text{--}120^{\circ}$ betragen haben dürfte. Die km-lange Spur in diesem Walde entstand an der Luv-Seite des Drumlin, während sonst die Berührung der Erde durch den Wirbelkern von kürzerer Dauer gewesen ist, und auf ein Emporsteigen die Abnahme der Breite des Åsgårdsweges, bei zunehmender Breite der umgebenden Mantelwirkung, hindeutet. Die Gliederung des Åsgårdsweges bei Rojel deutet auf ein stosshaftes Herabsteigen der Energie innerhalb der Trombe, wovon auch die Ab- und Zunahme der Kernbreite, seine Hebung und Senkung ursächlich abhängen muss. Am Ende eines jeden Abschnittes scheint die Rotations-Geschwindigkeit bei einer Verengerung der Spur plötzlich bedeutend zugenommen zu haben, was beim Rotationsgesetz $v = c : r$, das von der Grenze zwischen Kern und Mantel ab nach aussen hin gelten dürfte, verständlich ist. Der Wasserfuss auf der Mühlenstauung ist beobachtet worden, ohne dass der Trichter (Kern) gesehen worden ist, wie überhaupt dank dem etwas komplizierten Aufbau des Wirbels kein Wolkenschlauch, wie etwa bei einer Wasserhose, auftrat, sondern eine in schwerer Masse bis zur Erde herabreichende Wolke, die mit dem Rauch eines Feuerschadens verglichen wird. Von Pädori bis zur Wingrasi-Brücke zeigt sich eine fächerförmige Zunahme der Spurbreite bei verschwindendem Åsgårdsweg, was sich bei Metti, besonders bei Kikita, und zum Schluss bei Illuk—Kurtina wiederholt. Die Breite der Mantelwirkung erreichte hier $1200\text{--}2700 \text{ m}$. Nach dem Überschreiten des Peipus ändert sich der Typus der Spur insofern, als

nun fast garkeine Randzonen auf-treten, sondern bloss der Kern durch Sprünge von $1\frac{1}{2}$ km Länge im Mittel isolierte Fallgebiete erzeugt. Vom Peipus bis Isak ist die Wirkung fraglos eine schwächere, als von Rojel bis Tschorna, während von Klein-Pungern an: bei Ahagfer, Illuk, Kurtna, d. h. am Ende der Spur, eine stärkere Kraftentfaltung auftritt. Hier war die Trombe von einem böenartigen Sturm auf einer Breite von gegen 4000 m begleitet. Die Spurbreite schwankt für den Kern zwischen 0 und 250 m, für den Mantel zwischen 90 und 2700 m. Die mittleren Werte wären: 135 und 557 m.

Was das Verhältnis der rotatorischen zur fortschreitenden Geschwindigkeit anbelangt, so dürfte es im Mittel 2—3 betragen haben. An 2 Stellen (Fig. 3, pg. 22) war es durch die Reibung am Boden (№ 1, 10 und 15) auf 1.5 oder weniger herabgesetzt, während in den Spuren № 2 und 15 die Rotationsgeschwindigkeit den 3—5-fachen Wert der fortschreitenden besessen haben muss. Da die letztere 12 msc^{-1} betragen hat, kann als Höchstwert der Geschwindigkeit innerhalb dieser Windhose $50\text{--}60 \text{ msc}^{-1}$ angenommen werden, während sie im Mittel $24\text{--}36 \text{ msc}^{-1}$ kaum überschritten haben dürfte (Siehe Tabelle Fig. 3).

Die Spurbreite (nach gebrochenen Bäumen) in m.

	Wald südl. von Rojel 7 Querschnitte			Rojel (Mittel)	Lewwala	Welfa-Mühle	Pädori	Jöemets (Waldrand)	Weg Pädori-Metti	Wingrasi- Brücke	Metti	Wald Metti-Kikita	Kikita	Tschorna	Kauks	Düne bei Liva	Wald bei Mihkel Porku	Illuk-Kurtna	Linnamägi	
	Beginn bei Putu	50	30																	40
Linker Rand	150	50	30	40	45	30	10	10	46											
Mittelstreifen	90	40	60	85	70	100	30	170	81			320	90	150	195	190	175	250		
Rechter Rand	40	0	20	65	10	95	50	50	38			über 150	270							
Gesamtbreite	280	90	110	145	180	140	135	230	165	400	800	1200	670	660	150	190	175	2700	2700	2700

Die Schwankungen der Spur.

Was die mehr oder weniger plötzlichen Änderungen der Zugrichtung der Trombe anbetrifft, so bietet der vorliegende Fall keine Bestätigung der früheren Einzelbeobachtungen. Nach Hildebrandsson¹⁾ zeigen einige schwedischen Tromben die Neigung beim Heraus-treten aus dem Walde auf das freie Feld nach rechts abzulenken (Trombe von Hallsberg und von Borås). Die Beobachtung bestätigt sich in der untersuchten Trombe nicht, denn in 3 Fällen lässt sich hierbei sogar eine, wenn auch geringe Schwenkung nach links feststellen (ca 12°, 15°, 8°). Beim Eintritt in den Wald finden sich ebenso geringe Ablenkungen nach rechts (12°, 10°, 10°, 5°), während in 2 Fällen die Trombe beim erstmaligen Berühren des Erdbodens nach einer längeren Pause grössere Abweichungen nach rechts aufweist (bei Rojel 28°, bei Kauks 25°)²⁾. Damit scheint der untersuchte Fall im Widerspruch zum Verhalten der viel mächtiger entwickelten nord-amerikanischen Tornados zu stehen, die nach Finley bei der ersten Berührung des Bodens stets nach links schwingen. Die Ursache von 3 Links- und 4 Rechts-Schwenkungen (im I Abschnitt bis Tschorna) lassen sich aus der Spur selbst nicht feststellen; ev. könnten die Höhenverhältnisse des Geländes als Ursache einer Linksschwenkung, bei dem Abstieg vom Rojel—Drumlin, aufgefasst werden.

Im II Bahnausschnitt, nördlich vom Peipus, findet sich in 2 Fällen die Andeutung einer Rechtsschwenkung (18°, 10°) beim Eintritt in Waldparzellen, während eine unbedeutende Linksschwenkung von 8° beim Überschreiten der Sieldüne bei Liva (Höhe 8—9 m) und eine von 19° beim Verlassen des Waldes von Sällik (bei Isak) hervortritt. Vor dem Aufhören der Trombe findet sich eine Abweichung des letzten Spurstückes von 5 km Länge nach links von der mittleren Zugrichtung um 20°.

Beim Überschreiten des Peipus kann die Parallelverschiebung der Spur um 5 km nach E durch die Annahme einer Ablenkung nach rechts um 12° beim Übergang vom Land auf das Wasser und

1) Ofversigt af Kongl. Vet.-Akad. Handlingar 1884 № 2, pg. 5.

2) Eine derartige Abenkung findet sich auch schon in den Spuren früherer Tromben vor, z. B. 2 Fälle in derjenigen von Schönebaumgarten. (Beilage z. Progr. der Thurg. Kantonschule f. d. Jahr 1912/13, Frauenfeld 1913) und ein Fall bei Wimmerby (Bihang till Kongl. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar Bd. 16, I, 10, Tab. IA Gruppe 1).

einer solchen nach links im entgegengesetzten Fall erklärt werden (cf. pg. 24). Diese Annahme deckt sich vollkommen mit den Beobachtungen von Jansson an der schwedischen Trombe von Borås (l. c.), die ein ähnliches Verhalten beim Überschreiten von Seen zeigt, wenn auch diese Erscheinung in so ausgesprochenem Maasse, wie am Peipus, bisher nicht beobachtet worden sein dürfte.

Der allgemeine Charakter der Spur ist derjenige einer Wellenlinie, die nach Wegener als zyklodisch gedeutet werden kann. Die einzelnen Schwingungen scheinen dabei nicht um eine Gerade aufzutreten, sondern sind einem zweiten Schwingungssystem von grösserer unregelmässiger Wellenlänge superponiert. Von diesen Gesichtspunkten ausgehend, liessen sich die Dimensionen der einzelnen kleinen Schwingungen versuchsweise wie folgt angeben:

Schwingungen der Spur.

I. Rojel—Tschorna.

nach rechts			nach links			Amplitude		Länge
N ^o	Länge	Abweichung	N ^o	Länge	Abweichung	N ^o		
1	1.6 km	250 m	2	1.5 km	250 m	2 u. 3	450 m	3.2 km
3	0.9 } 1.7 0.8	200 m	4	3.7 km	250 m	4 u. 5	500 m	8.1 km
5	4.4 km	250 m	6	2.6 km	250 m	6 u. 7	550 m	über 6.6 km
7	über 4 km	300 m						

II. Kauks—Illuk.

nach rechts			nach links			Amplitude		Länge
N ^o	Länge	Abweichung	N ^o	Länge	Abweichung	N ^o		
1	3.7 km	500 m	2	4.8 km	550 m	1 u. 2	1050 m	8.5 km
3	über 4 km	über 300 m				2 u. 3	etwa 850m	etwa 8 km

Wir finden in der Spur I bei einem unbedeutenden Anwachsen der Amplitude während des Fortschreitens eine auf das Doppelte zunehmende Wellenlänge, wobei der Übergang der einen in die andere beim Verlassen des Hügelgeländes und dem Hinaustreten in die feuchte Ebene eintritt (etwa bei der Weija-Mühle). Im Teile mit geringen Schwingungen war die Kraftentfaltung der Trombe eine grössere. Die Wellenlänge im Abschnitt II der Spur ist derjenigen des Abschnitts I ähnlich, die Amplitude jedoch doppelt so gross.

Aus den angeführten Zahlen geht hervor, wie relativ gering die Abweichung der kleineren Schwingungen, besonders im ersten Teil der Bahn sind. In den meisten Fällen übertreffen sie an Breite den äusseren Teil mit abklingender Rotation nicht und sind häufig nur so gross, wie der Åsgårdsweg selbst breit ist. Daher soll die hier angeführte Zusammenstellung auch nur als erster Versuch dieser Art aufgefasst werden.

Eine Zusammenstellung der berechneten mittleren Bewegungsgeschwindigkeiten in msc^{-1} sei in Folgendem gegeben:

Die Mutterzyklone vom Vorabend bis 8 Uhr morgens	7.5
Die Mutterzyklone von 8 Uhr morgens bis 7 Uhr abends	14.0
Das Gewitter am Morgen des 3. August :	11.1
Die Windhose	11.9
Das Gewitters am Nachmittag	9.8
Mittlere Geschwindigkeit innerhalb der Windhose	ca. 25—35
Grösste Geschwindigkeit in der Windhose	ca. 60.

In wiefern die von mir zur Erklärung der Trombenbildung in meiner früheren Arbeit¹⁾ herangezogenen Randwirbel um ein Quellengebiet im Wasser, auch hier ev. mitgespielt haben, lässt sich nicht entscheiden, da keine Nachrichten über das Vorhandensein von Inversionen vorliegen, die gleichzeitig mit dem Auseinanderfliessen des aufquellenden Cu auch zur Bildung von Randwirbeln führen, wie das bei einer entsprechenden Anordnung eines Versuches im Wasser nachgewiesen werden kann.

Es ist nicht ausgeschlossen, dass dieser Art Wirbel auch am vorderen Rande eines Wassersprunges entstehen, mit welchem Köppen eine Bö vergleicht, und der in gewissem Sinne als Randgebilde einer „Quelle“ aufgefasst werden kann, d. h. innerhalb einer langgestreckten Stauwelle an der Grenze 2 Flüssigkeitsschichten mit verschiedener Geschwindigkeit, wodurch wir uns das Zustandekommen von rotierenden Parteen um eine senkrechte Achse innerhalb eines langen Böenbandes erklären könnten. Auch dem Schema von W. Schmidt dürfte das nicht widersprechen, da bei einer fortschreitenden Bewegung der kalten unteren Luftschicht in breiterer Front auf ähnliche Art, oder

1) Vgl. l. c. (auf S. 15) pg. 39. Diese Wirbel sind später auch von Fr. Ahlborn beobachtet und von A. Wegener, sowie E. Kuhlbrod auf dem Mississippi im Jahre 1922 gesehen worden (cf. Fr. Ahlborn, Turbulenz und Geschwindigkeitsverteilung in Flussläufen, Phys. Zeitschrift 1922 pg. 61).

an den schrägen Seiten eines schmäleren kalten Einzelstromes eine Rotation um schräge oder senkrechte Achsen entstehen kann. Jedenfalls war die Trombenbildung an die Vermischungs- resp. Verdrängungsvorgänge in der Nähe der Grenze zwischen dem warmen Sektor und der seitlich eindringenden kalten Luft gebunden.

Ein derartiges Auftreten von Tromben innerhalb einer Bö muss sowohl im vorliegenden Fall, als auch am 10. Mai 1910 (l. c. cf. pg. 15) bei Odenpäh und Dorpat angenommen werden. Auch die von W. Köppen als Gewitterböen beschriebenen Stürme vom 9. Aug. 1881, 10. Juli 1896 und 14. Mai 1886 bei Crossen dürften an der Stelle der stärksten Wirkung eine solche „Windsbraut“ in sich enthalten haben, ist es doch gerade die Windhose, welche durch ihr Rotationssystem die kinetische Energie aus dem Wolken-Niveau auf die Erdoberfläche überträgt. Die Spur des Orkans von Crossen zeigt ebenfalls bei einer Auswertung von Köppen's Peilungen den deutlichen Typus einer Trombenspur (wie etwa № 2 und 14 unserer Fig. 3), während der von R. Assmann beschriebene „Lokalsturm“ in Osterburg, Arneburg und Nauen (24. Juli 1890 siehe Deutsches Met. Jahrbuch 1890 pg. LV—LVIII) durch seine scharf begrenzte Bruchzone, die bis zum Boden herabreichende, seitlich gut begrenzte Wolke — die wohl nicht ganz zutreffender Weise mit einer „Walze“ verglichen wird, — fraglos als Windhose charakterisiert wird. Diese „Windsbraut“ wäre morphologisch von der eigentlichen „Windhose“ zu unterscheiden, — dem dünnen, schlauchartigen Gebilde, das auch besonders häufig über Wasserflächen als „Wasserhose“ beobachtet wird. Auch Wegener führt (c. l. pg. 119) 6 Fälle an, in denen der Sitz der Trombe innerhalb einer Gewitterbö beobachtet worden ist. Diesen Zusammenhang zeigt auch die Aufnahme der sonst typischen Wasserhose auf dem Zugersee durch Wölfling, die ganz deutlich aus dem „Böenkragen“ herausragt.

Trombenverzeichnis

des Ostbaltischen Gebietes (cf. pg. 8).

№

(Alle Daten nach d. neuen Stil.)

1. 22. Juni 1795 von Riga über Burtnek bis zum Peipus, beschrieben wie № 9—13.
2. 31. Juli 1796 6 gleichzeitige Wasserhosen auf dem Finnischen Meerbusen. Prof. C. H. Wolke, Gilberts Annalen der Phys. 10, 782, 1802.

- №
3. 8. Sept. 1807 bei Siuxt-Schlok; Wasfon, in Wöch. Unterhaltungen für Liebhaber deutscher Lektüre in Russland, VI, 269—271.
 4. 15. Aug. 1826 bei Reval (siehe weiter unten).
 5. 10. Juli 1833 Wasserhose auf d. Pernauer Rhede (s. weiter unten).
 6. Sommer 1858 Sallgaln, Th. Pantenius, in den Sitzungsber. der Dorp. Naturforsch. Ges. XXVIII, pg. 20 referiert.
 7. Juli oder Aug. 1863 Wasserhose bei Bilderlingshof (№ 3, 4, 7, 14, 15, 19, 20, 25 sind einer fr. Mitteilung von Prof. R. Meyer in Riga zu verdanken).
 8. Mai 1869—71 Pernauer Bucht, mitgeteilt durch T. Christiani.
 9. 22. Mai 1872 Niederbartau
 10. 22. Mai 1872 Wormen
 11. 22. Mai 1872 Tukum
 12. 22. Mai 1872 Segewold-Wenden
 13. 22. Mai 1872 Ronneburg-Werro
 14. 22. April 1876 Neugut-Zirsten
 15. 22. April 1876 Sesswegen-Selsau
 16. Sommer 1889 Haynasch, wie № 6.
 17. Sommer 1890 Piirisaar im Peipus (siehe weiter unten).
 18. Ende Juli 1892—94 Weissensee (siehe unten).
 19. 13. Aug. 1893 Mitau, Riga, Wenden, bei Pernau 2 Wassersäulen (cf. № 7).
 20. Juli 1895 blinde Trombe bei Arensburg (wie № 7).
 21. 14.—20. Aug. 1901 9-fache Wasserhose bei Pernigel (s. unten).
 22. 1907 Wasserhose auf dem Peipus (s. weiter unten).
 23. 15. Mai 1910 blinde Trombe bei Dorpat, Sitzungsber. der Dorpater Naturforscher-Gesellsch. Bd. XXIV pg. 8.
 24. 30. Juli — 2. Aug. 1915 Trombe bei Alt-Schwanenburg (siehe weiter unten).
 25. 18. Juni 1918 Rigaer Strand, wie № 7.
 26. 6. Juli 1918 Dorpat, wie № 23.
 27. 23. Aug. 1918 Blumbergshof, wie № 23.
 28. 23. Aug. 1918 Golgowsky, wie № 23.
 29. 10. Mai 1920 Odenpäh-Dorpat, Acta et Comment. Univ. Dorpatensis A III; Misc. pg. 7. 1921.
 30. Juli 1920 Soorhof bei Walk, wie № 6.
 31. 13. Aug. 1920 Trombe über dem Peipus, wie № 6.
 32. 3. Aug. 1922 Peipustrombe (cf. vorliegende Beschreibung).
 33. 15. Sept. 1922 Wasserhose auf der Ostsee bei Odinsholm, beobachtet durch Dr. K. Frisch.

Die Wasserhose auf der Pernauer Rhede 1833.

Herr Bibliothekar Er. Lüdig übersandte mir liebenswürdigst folgende Beschreibung aus einer Pernauer Chronik: „Während sich am 10. Juli im Osten ein schweres Gewitter entlud, schoss bei einem schwachen NNE-Winde nachmittags 2 Uhr aus einer hängenden schwarzen Regenwolke, welche sich in WNW, in halber Höhe vom Horizont zum Zenit langsam fortbewegte, eine schwarze Zacke, in Form eines umgekehrten Kegels hervor, welche sich 5 Min. später, als sie über dem Meere schwebte mit einer augenscheinlich 3 Meilen seewärts aus dem Wasser aufsteigenden Säule vereinigte, und so eine förmliche Wasserhose bildete. Unter der Wasserhose stieg das Meer ununterbrochen zu einer unglaublichen Höhe in Gestalt einer grossen Rauch- und Dampfsäule empor, und gewährte so einen imposanten Anblick. Nachdem dieses Phänomen, welches in einer mässigen Entfernung von einem Regenschauer begleitet war, sich in 25 Minuten, in welcher Zeit es sich auf 5 Min. lang in der Mitte getrennt, aber wieder vereinigt hatte, ... in SSE-licher Richtung ... fortbewegt hatte, wurde die obere Hälfte allmählich leichter und verschwand gänzlich. Unmittelbar darauf senkte sich auch die untere Hälfte der Säule samt dem Strudel und löste sich in eine leichte Staubwolke auf. Von Pernau aus gesehen ist die Hose 3—4 Fuss dick erschienen (!) und hat 3 mal während ihrer Dauer den Umfang gewechselt, vermindert, aber bald wieder ihre vorige Stärke erhalten“ u. s. w.

Die mehrfache Trombe von Pernigel 1901.

An einem der Tage 14.—20. Aug. 1901, 3—5 Uhr N-M. konnte auf dem Rigaer Busen bei Peringel ($57^{\circ}28'N.$, $24^{\circ}25'E.$) etwa 15 Min. lang 9 Wasserhosen gesehen werden. Sie bestanden aus Wolkensäulen, die oben breiter waren, und an deren unterem Ende das wirbelnde Wasser des Staubfusses durch ein Fernrohr bequem beobachtet werden konnte. Während 8 von ihnen mehr oder weniger senkrecht verliefen, wies die 9. am rechten (N-) Rande eine Biegung in der Mitte auf, so dass das obere und untere Ende ihre senkrechte Lage behielten, das untere dagegen nach N verschoben war. Das Wetter war bewölkt (Mitgeteilt durch Dir. A. Walter in Dorpat 1922).

Die Trombe von Weissensee 1892—94.

Ende Juli oder Anfang August eines der Jahre 1892—94 zog in Weissensee, 31 km südlich von Dorpat eine Doppel-Trombe am Nachmittag von SW nach NE und hat in der Nähe des Gutes im.

Walde einen etwa $\frac{1}{2}$ km langen Bruchstreifen hinterlassen. Die erste Trombe habe die Erde nicht berührt und sei hell gewesen, während die zweite dunkel-schwarz aussah (Mitgeteilt durch Herrn A. v. Müller 1922).

Die Trombe von Alt-Schwanenburg 1915.

Im Jahre 1915, in den Tagen vom 30. Juli bis 2. August, zwischen 4 u. 5 Uhr N.-M. sahen Propst Kundsinn und cand. W. Letzmann über dem Walde eine Trombe schweben. Der Ort lag 3 km nach SE vom Pastorat, die Trombe schien 10 km weiter östlich zu stehen und hatte die Form eines Schlauches. Sie trat an einem schwülen Tage, etwa $\frac{1}{2}$ St. nach einem Gewitter auf, und gegen 10 Min. nach ihrem Verschwinden gab es einen auffallenden Wind am Beobachtungsort, der die Bäume bedenklich stark bog. Von einer Spur ist, dank der Unzugänglichkeit jener Wälder nichts gehört worden. Die Zugrichtung konnte nicht bestimmt werden (1922).

Peipustromben 1890 und 1907.

Nach den Aussagen von Kapitän Roma, der über 25 Jahre auf dem Embach und Peipus die Dampfer führt, ist etwa im Jahre 1890 bei der Insel Piirisaar und später im nördlichen Teil des Sees, etwa 1907, von ihm je eine Wasserhose gesehen worden.

Wasserhose bei Reval, den 15. August 1826.

„Eben war ich Zeuge eines interessanten Naturphänomens, einer sogenannten Wasserhose, welche auf der hiesigen Rhede entstand. Schon lange hatte ich vom Balkon (eines auf dem Dom belegenen Hauses, H. v. W.) eine grosse, dunkle Wolke beobachtet, welche schwer und niedrig über dem Meere hing, als sich plötzlich ein starker Wirbelwind erhob, die Wolkenmasse trichterförmig hinabdrängte, bis ihre Spitze das Meer berührte und aufwühlte, und sie nun mit seltsamem Gebrause drehend daher trieb. Sie nahm ihre Richtung durch den Hafen, warf dort ein Fahrzeug mit Salz um, zerbrach 5 Masten und zerstörte die auf ihrem Wege befindlichen Badehäuschen bei Katharinenthal. Hier aber, vom Ufer, wie von einem fremden Element gleichsam abgestossen, zog sie sich langsam in die Höhe. Lange schwebte die drohende Wolke noch über der Stadt, bis sie sich endlich als ein wohltätiger Regen ergoss, und dann die Sonne wieder siegend hervortrat.“ — „Die Bäder am Ostseestrande“ geschildert in „malerischen Briefen einer Dame an eine Freundin“. Leipzig, 1828 bei Paul Gotthelf Kummer, S. 56—57, freundlichst mitgeteilt durch H. v. Winkler in Reval, 1923.