

Eine Trombe im Hochgebirge

Autor(en): **Götz, F.W. Paul**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Jahresbericht der Naturforschenden Gesellschaft Graubünden**

Band (Jahr): **80 (1944-1946)**

PDF erstellt am: **10.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-594727>

Nutzungsbedingungen

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

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

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

Haftungsausschluss

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

Eine Trombe im Hochgebirge

Mit 3 Tafeln und 2 Abbildungen

Von F. W. Paul Götz

Lichtklimatisches Observatorium Arosa

Herrn Professor Niethammer, Basel,
zum 70. Geburtstag

Der warme Sommer 1945 gab manche Gelegenheit zu schönen Wolkenbeobachtungen am Gewitterhimmel. So hatten wir in Arosa abends 19 Uhr 10 des 27. Juli, kurz bevor im Kanton Schaffhausen ein verheerender Hagelschlag niederging, Mammatuswolken in nie gesehener traubenförmiger Ausbildung. Schon an jenem Tag wurde in Inner-Arosa einer jener Windwirbel beobachtet, die auf der Wiese das Heu aufnehmen und wegtragen und auch im Gebirge nicht so ganz selten sein können, da sie beim Arosener Landwirt als Schlechtwetterzeichen gelten, besonders wenn ihr Drehungssinn mit der Sonne läuft. Von instabiler atmosphärischer Schichtung bis zu einer vollentwickelten Trombe ist freilich noch ein weiter, von mancher Unberechenbarkeit abhängiger und überaus seltener Schritt. Laut Statistik kommt auf dem hierfür günstigen und weit übersehbaren Genfersee nur auf alle 13 Jahre eine «Wasserhose»; am selben 9. August 1945 wurden übrigens zwei auf dem Neuenburger- und eine auf dem Genfersee gesichtet. Über eine Trombe im Gebirge ist m. W. nur einmal¹ berichtet worden, und es wird ja auch bei der Trombenbildung dem Feuchtigkeitszufluß eines nahen Sees oder einer Küste eine besondere Rolle zugeschrieben².

¹ H. v. Ficker, Bildung einer Trombe im Gebirge. Met. Zs. 54, 25, 1937.

² G. Swoboda, Zur Thermodynamik der Trombenbildung, Experientia 1, 180, 1945.

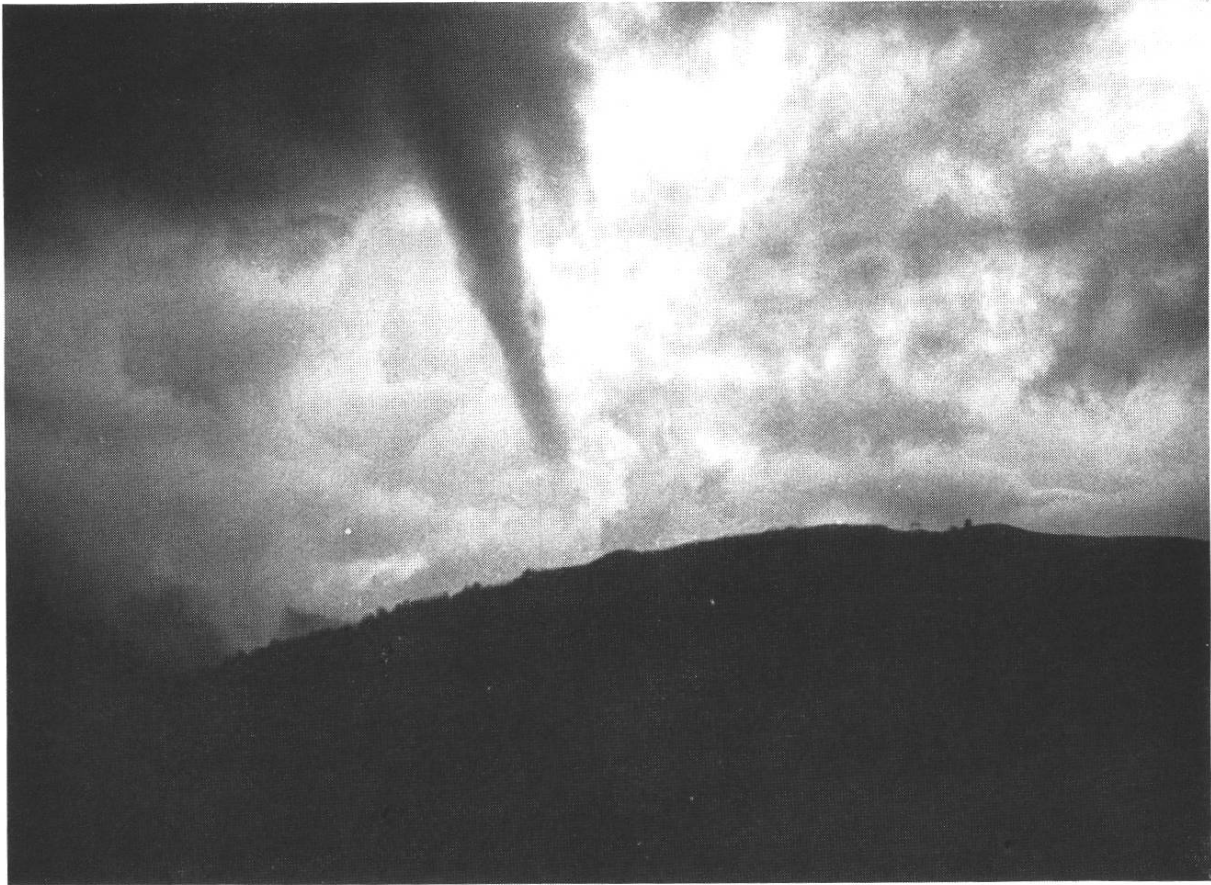
So verdient die Aroser Trombe vom 13. August 1945³ schon volles Interesse.

Am Abend dieses Tages bildete sich im Bereich eines Cumulonimbus, dessen weißquellender Gipfel nach 18 Uhr schön von Chur aus in Aroser Richtung gesehen werden konnte, eine phantastische Gewitterbewölkung aus — «als komme ein Taifun», sagte ein China-Arzt. Auch im Schanfigg, wo der Berichterstatter die Trombe leider versäumte, hatte die Bewölkung mit zerfetzten schwarzen Krallen, wie sie sich auch auf den Bildern finden, eine so ungewöhnliche Struktur, daß mir als kleiner Trost wenigstens für die Zukunft eine trombenverdächtige Himmelsansicht ohne weiteres ein Begriff sein wird.

Die eindrucksvollsten Berichte über die Trombe stammen von ihrer Rückseite aus dem inneren Arosa, wo — bei übrigens vollkommener Windstille — sie sich weißgelb beleuchtet vom schwarzen Osthimmel abhob. Als ein überwältigendes Schauspiel sei eine weiße Säule, ein rasend rotierender «Korkzieher» («Bohrer», «Schraube») — «wie ein Stock, der dann später wieder zurückgezogen worden sei» —, vom Himmel gegen das Gspan (Abb. 1) heruntergekommen. Der Wolkentrichter reichte nicht bis zum Boden, die Trombe war also blind, doch riß «wie eine Antwort von unten» ein langsam nach Südost abwandernder Wirbel Staub, Holz und Wäsche vom Trockenplatz in die Luft, trug stark sturmgesicherte Dachziegel des Ferienchalets «Eggaboda» fort, wie 60 Meter weit bis zur Stallung unten am Weg das Pensionsschild der Pension Gspan, auf deren Blechdach es pratzelte wie unter dem Strahl eines Feuerwehrhydranten.

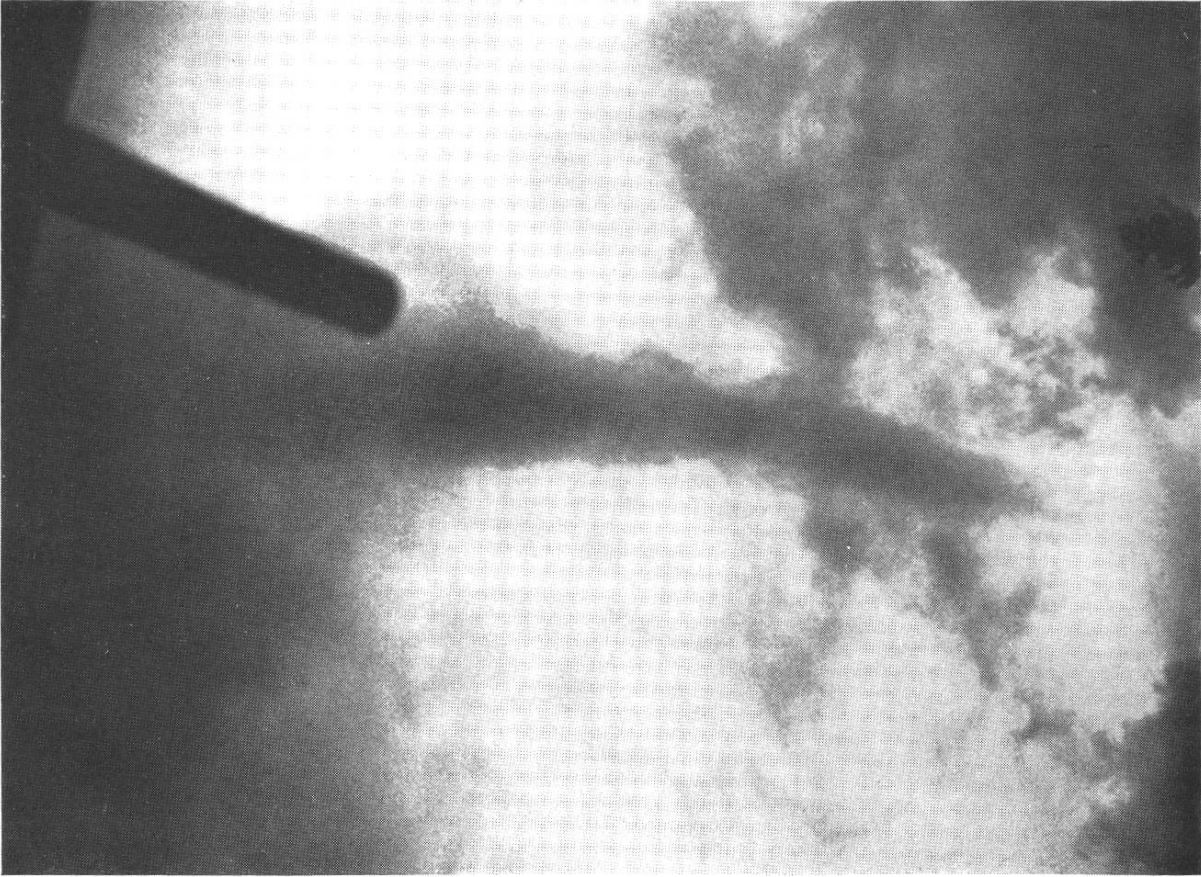
Dagegen stammen die als Tafel I—III beigegebenen Aufnahmen alle von der Vorderseite der Trombe. Seit teils aus Berichten, teils aus einer Aufnahme des jungen Walter Göbel aus dem Kurhaus «Prasura» (Taf. I), in der schon erwähnten vorläufigen Mitteilung³ die Lage der Trombe ermittelt wurde, stellte Herr Dr. E. Allemann in Olten (durch Vermittlung von Dr. K. Frey in Olten) in freundlicher Weise zwei weitere Bil-

³ F. W. Paul Götz und Ph. Casparis, ebendort S. 200.



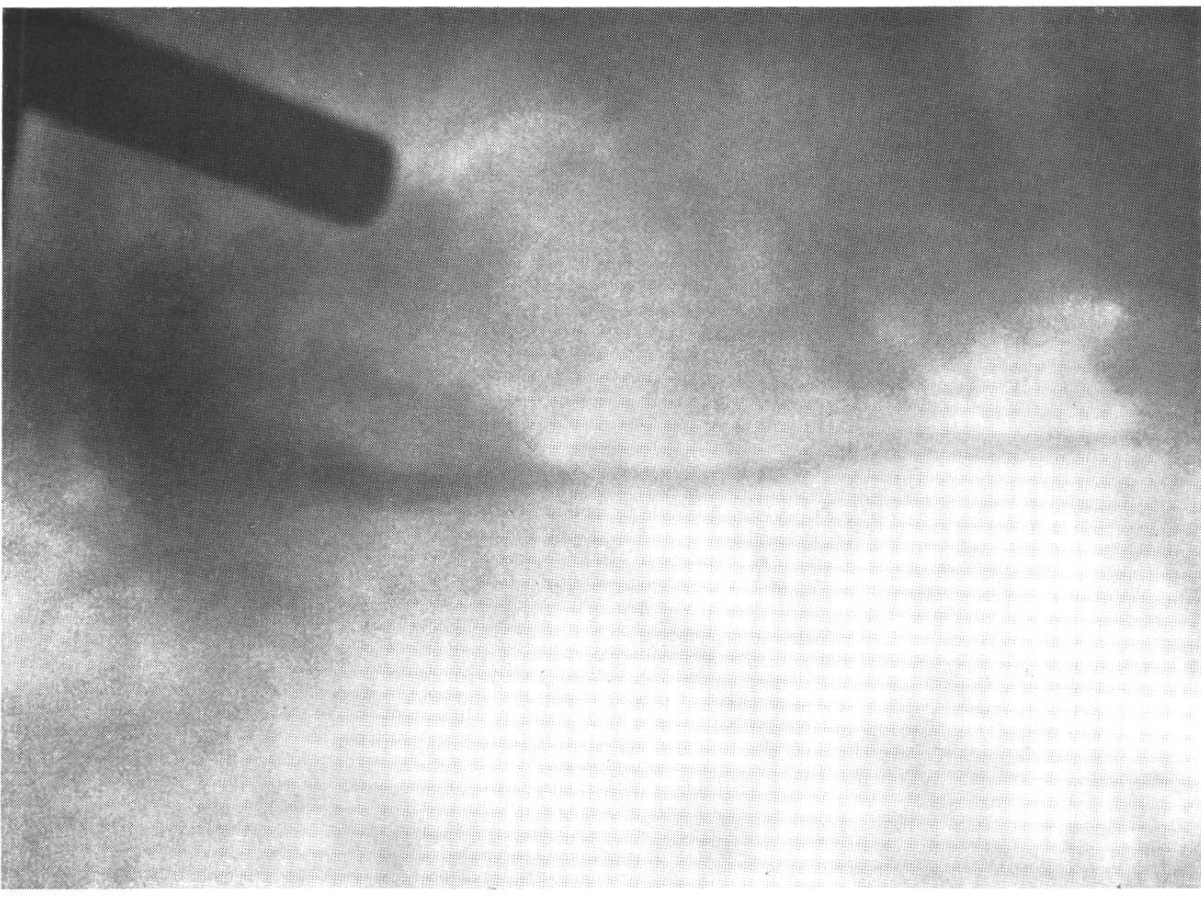
Trombe von «Prasura» aus. — Im Vordergrund die Kuppe des Tschuggen

Tafel II



Trombe von «Anita» aus

Tafel III



Die Trombe nähert sich dem Endstadium

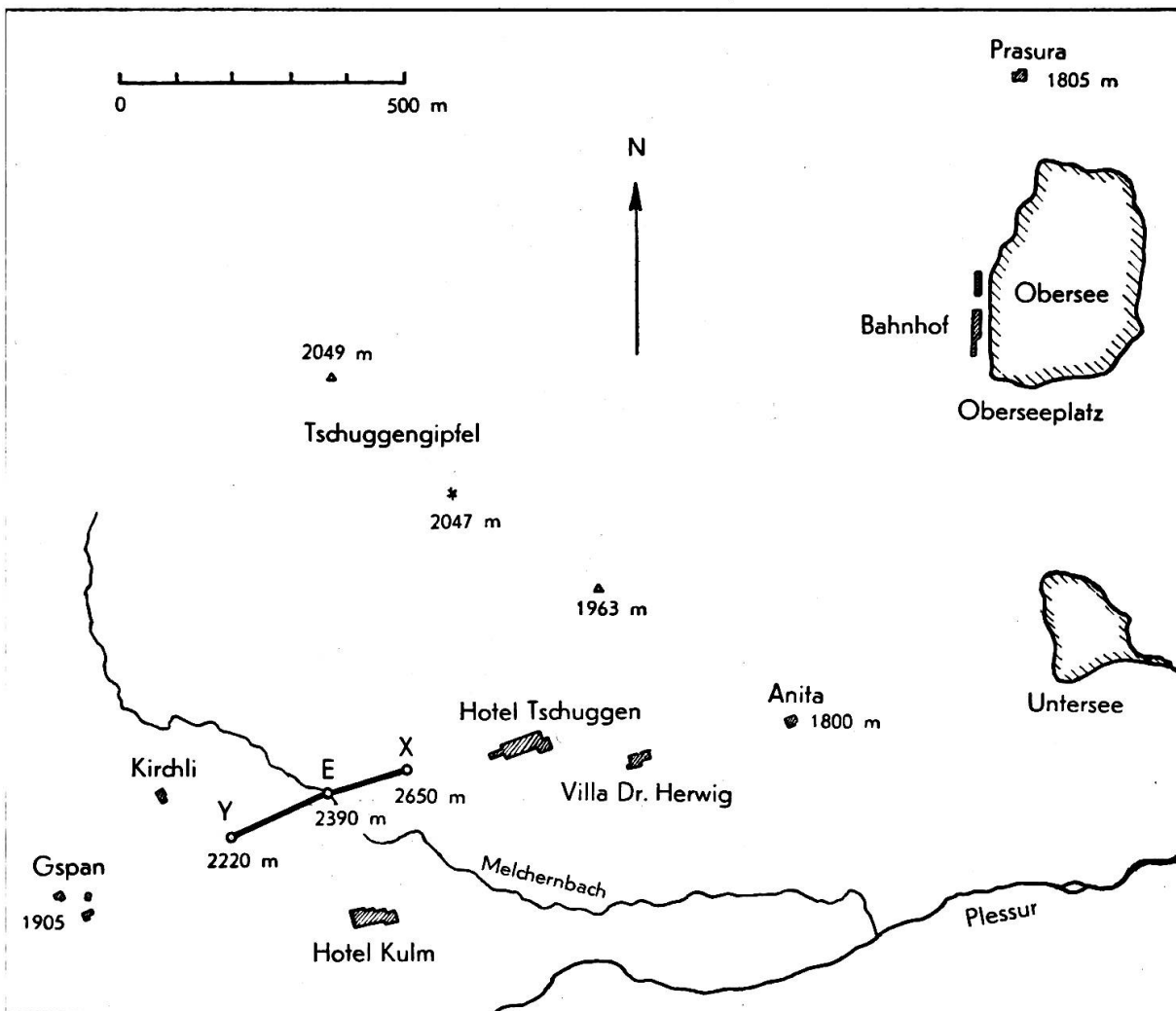


Abb. 1

der zur Verfügung, die er von einem Westbalkon des Hotels «Anita» aus zirka 18 Uhr 40 (Taf. II) und 18 Uhr 50 (Taf. III) aufnahm. Auch Tafel II, die zeitlich wohl nicht allzulange nach Tafel I liegt, erlaubte dank einiger in das Bild hereinragender Tannenspitzen eine strenge Ausmessung und zusammen mit Tafel I eine schärfere und zu keiner wesentlichen Änderung führende Neubestimmung der räumlichen Lage. Abb. 1 und 2 geben für Tafel II die Projektion der Trombenachse und einen Schnitt Gspan-Anita.

Tafel I ist aus etwa 1800 m Distanz aufgenommen, und 1 cm entspricht etwa 120 m. Auf Tafel II erstreckt sich der

Trichter von 55 bis 25 Grad Höhe; hier von «Anita» sind die Stelle X, wo die Trombe aus der Mutterwolke heraustritt, und das hintere Ende Y je etwa 1080 m entfernt, die dynamisch besonders interessante eingeschnürte Stelle E mit Richtungsknick 1000 m; 1 cm entspricht 69 m. Tafel II zeigt deutlich, daß die Vermutung, bei I möchte die Trichterwolke noch hinter den abdeckenden Tschuggen heruntergereicht haben, jedenfalls für diesen Zeitpunkt nicht mehr gerechtfertigt ist. Wohl aber wissen wir dies nach den Berichten vom Gspan vom Wirbel. Während der Schlauch auf I gegen Gspan zielt, trifft die Verlängerung der unteren Schlauchachse E—Y auf II bereits die Straße 50 m südöstlich vom Gspan.

Herr Dr. Allemann schreibt zu Tafel II: «Sie zeigt die Erscheinung zirka 3 Minuten, nachdem ich sie zuerst wahrgenommen hatte. In dieser kurzen Zeit änderte sich der Anblick des Wolkengebildes nicht wesentlich. Um eine Achse aus dunkleren Wolken waren zapfenzieherartig leichtere gruppiert, und die ganze Walze drehte sich mit einer Umdrehungsdauer von schätzungsweise 6—8 Sekunden pro Umdrehung.» In einem anderen Bericht heißt es: «Immer wieder drängten in Rotation von beiden Seiten her Wolken gegen die graue Säule, welche sie aber nicht direkt erreichten, sondern sich in der Helle rechts und links der Säule aufzulösen schienen, aber offenbar den Anlaß zur Drehung bildeten; das blieb so etwa 10 Minuten.» In einem weiteren Bericht wird von einem hellen Zylinder um den inneren Schlauch gesprochen. In der Tat macht auch Tafel II ganz den Eindruck einer Doppelröhre. Die spiralige Stromlinie von etwa 75 m Durchmesser, auf die man unterhalb des Knicks von oben her und oberhalb desselben von unten her sieht, zeigt während einer Rotation, deren Dauer von anderer Seite sogar auf nur 1—2 Sekunden geschätzt wurde, ein Emporreißer der Wolkenluft in Achsenrichtung um die Ganghöhe von etwa 140 m. Die Umkreisung widersprach als antizyklonal (im Uhrzeigersinn) der bekannten Regel von Alfred Wegener für eine hinsichtlich der Zugrichtung der Mutterwolke rechtsseitige Trombe. Die ostsüdöstliche Zugrichtung heißt für

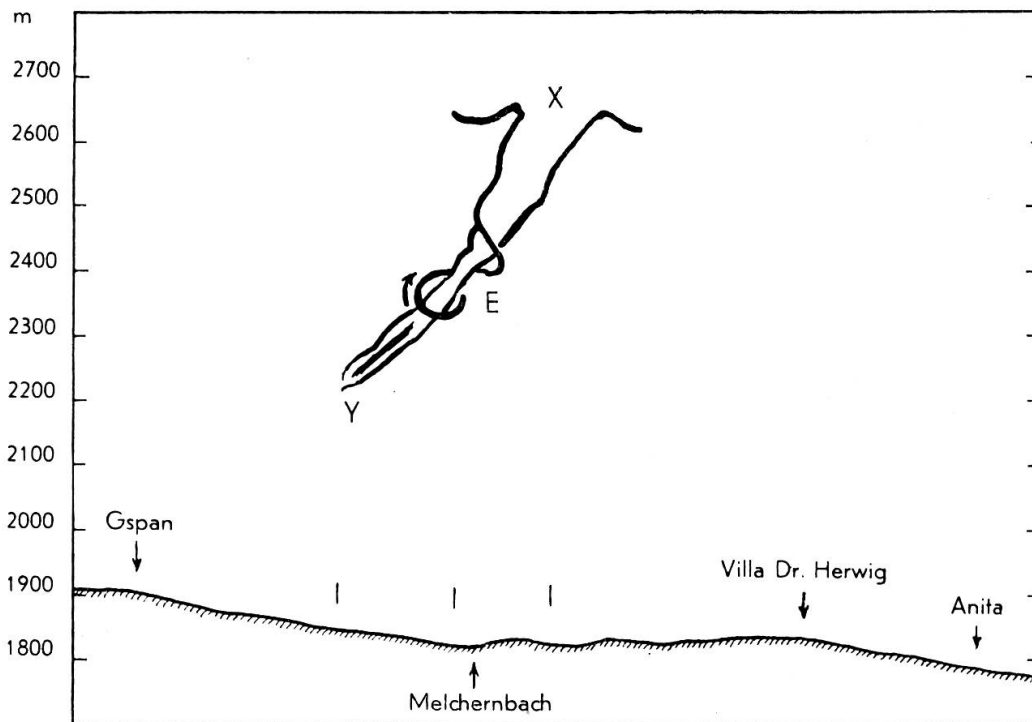


Abb. 2

Tafel I: nach links halbwegs, für Tafel II: nach links schon stärker auf den Beobachter zu.

Die Entstehung einer Trombe wird heute ja thermodynamisch in der Weise begründet⁴, daß in der stark labilen Schichtung durch sehr rasches Aufschließen eines Luftpakets ein Sog und ein Raum starker Druckerniedrigung auftritt. Auf noch offenbare Unklarheiten dieser Vorstellung will ich hier nicht eingehen.

Die seitlichen Luftmassen stürzen hinein und kondensieren infolge der adiabatischen Abkühlung zum Wolkenrichter. Unsere Ausmessung erlaubt hierzu einige quantitative Folgerungen. Das normale Kondensationsniveau etwa in Höhe X (2650 m) der Mutterwolke heißt ja, daß in dieser 550 mm Barometerstand zeigenden Höhe die für je 100 m Aufstieg sich um 1° C abkühlende Luft die Sättigung für Wasserdampf erreicht hat. Wenn dieselbe Luft in der Trombe selbst schon am unteren Schlauchende in 2200 m Höhe, wo normalerweise

⁴ H. Koschmieder, Über Tromben. Wiss. Abh. RA f. Wetterd. VI, Nr. 3, Berlin 1940. Siehe auch H. Koschmieder, Naturwiss. 25, 657, 1937.

580 mm Druck herrscht, auch schon kondensiert, so muß dort eben eine lokale Druckerniedrigung von 30 mm Hg herrschen. Andererseits ist nach einer einfachen meteorologischen Ableitung bei Vernachlässigung der Reibung die Endgeschwindigkeit, die ein Luftteilchen nach Durchlaufen einer Luftdruckdifferenz von diesem Betrag annimmt, gleich 80 m/sec. Das sind ganz vernünftige Angaben, und man versteht die in einer Trombe lauenden Gefahren.

Schließlich gibt Tafel III noch ein fortgeschrittenes Stadium des sich schließlich zu einer wellig pendelnden Schlange verdünnenden Schlauches. Während bei II die äußere Röhre etwa 70—45, die innere etwa 23 m Durchmesser hatte, hat nun bei III der Schlauch «durch Aufsaugen in die Höhe» nur noch 14 m. Allgemein wird ja berichtet, daß das Gebilde in den ersten 10 Minuten fast an Ort blieb. Bei III war die Kamera, im Vergleich zu II, wie schon das in das Bild hineinragende horizontale Lüftungsrohr zeigt, mehr nach oben gerichtet. Der Photograph stand ein wenig mehr nach rechts.

Das Ablauen der Trombe im Bild gegen links, in Zugrichtung des Gewitters, ist also reell. Späterhin, bis zum Schluß um 19 Uhr, scheint dann diese Fortbewegung in ost-südöstlicher Richtung eine etwas stärkere Geschwindigkeit, etwa 1 m pro Sekunde, angenommen und die Trombe schließlich über dem Mühleboden (zwischen Melchernbach-Plessur) gestanden zu haben; vom Ort (z. B. Oberseeplatz, «Florentinum», auch Tschuggengipfel) wird dann von einem fast horizontal, scheinbar hoch über den Berghorizont hinlaufenden, durchgebogenen Band berichtet. Die Trombe mag also zum Schluß ziemlich horizontal gelegen sein bei Beibehaltung des Winkels zwischen Projektion und Zugrichtung; jedenfalls stand sie von der Mutterwolke seitlich ab und wurde nicht einfach nachgeschleift.

Außer den erwähnten Herren sei auch für manche bereitwillige Auskunft bei der Umfrage bestens gedankt. Eine neue Bemühung wegen einer derart seltenen Erscheinung dürfte kaum so rasch erfolgen!