

Separatabdruck aus den Annalen der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt. (Jahrgang 1908.)

## Die Erdbeben der Schweiz im Jahre 1908 und die Schallverbreitung der Dynamitexplosion an der Jungfraubahn, 15. November.

Nach den von der schweizerischen Erdbebenkommission gesammelten Berichten bearbeitet und ergänzt

von

Dr. A. de Quervain in Zürich.

(Mit einer Tafel.)

Mitglieder der schweiz. Erdbebenkommission pro 1907.

(1-4 zugleich Ortsausschuss.)

1. Hr. Prof. Dr. J. Früh in Zürich, Präsident.
2. » Prof. Dr. A. Heim in Zürich, Vizepräsident.
3. » Privatdozent Dr. A. de Quervain in Zürich, Schriftführer.
4. » Dr. J. Maurer, Direktor der meteor. Zentralanstalt in Zürich.
5. » Prof. Dr. A. Forster in Bern.
6. » Forstinspektor Ad. de Werra in Siders.
7. » Prof. Dr. Cl. Hess in Frauenfeld.
8. » Prof. Dr. A. Riggenbach in Basel.
9. » Apotheker C. Bühler in Clarens.
10. » Prof. Dr. H. Schardt in Neuchâtel.
11. » Prof. Dr. Ch. Tarnuzzer in Chur.
12. » Prof. Dr. Ch. Sarasin in Genf.
13. » Prof. Dr. F. A. Forel in Morges.
14. » Prof. J. Meister in Schaffhausen.
15. » Prof. Dr. Raym. de Girard in Freiburg.

Vorbemerkung. Zur Ergänzung des oben genannten Materials wurde benützt: 1. Die Erdbebenbeobachtungen der schweiz. meteorologischen Stationen, exzerpiert aus den Tabellen durch die Herren Mettler und Weber. 2. Der wöchentliche makroseismische Erdbebenbericht der Hauptstation für Erdbebenforschung zu Strassburg. (Die „neuesten Erdbebennachrichten“ der Monatschrift „Erdbeben warte“ von A. Belar, Laibach, lagen bis zur Zeit der Abfassung nicht vor.) 3. Auskünfte des seismologischen Observatoriums von München (Herr Dr. Messerschmitt), der meteorologischen Zentral-Institute von Baden, Württemberg und Italien, ebenso die Erdbebenangaben des italien. meteorolog. Bulletins. 4. Eine Anzahl nachträglich durch den Berichterstatter bei den Beobachtern ein gezogener Auskünfte.

Die Zeitangaben beziehen sich überall auf mitteleuropäische Zeit.

Intensitätsskala. Für die Beurteilung der Stärke der Erdstösse wurde wie früher die Rossi-Forel'sche oder italienisch-schweizerische Intensitätsskala zu Grunde gelegt. Sie lautet:

- Nr. 1. Mikroseismische Bewegung, notiert von einem Seismographen oder von mehreren Instrumenten derselben Art, aber nicht im stande, Seismographen verschiedener Konstruktion in Funktion zu versetzen. Konstatiert von einem geübten Beobachter.
- » 2. Stoss, registriert von Seismographen verschiedenen Systems, konstatiert von einer kleinen Anzahl im Zustande der Ruhe befindlicher Beobachter.
- » 3. Erschütterung, beobachtet von mehreren Personen in der Ruhe; stark genug, dass Dauer oder Richtung geschätzt werden können.
- » 4. Erschütterung, beobachtet von Personen in Tätigkeit; Erschütterung beweglicher Objekte, der Fenster, Türen; Krachen der Dielen.
- » 5. Erschütterung allgemein von der ganzen Bevölkerung bemerkt; Erschütterung grösserer Gegenstände, der Möbel, Betten; Anschlagen einzelner Hausglocken.
- » 6. Allgemeines Erwachen der Schlafenden; allgemeines Anschlagen der Hausglocken, Schwanken der Kronleuchter, Stillstehen von Uhren, sichtbares Schwanken der Bäume und Gesträucher. Einzelne Personen verlassen erschreckt die Häuser.
- » 7. Umstürzen von beweglichen Gegenständen, Ablösen von Gipsstücken aus der Decke und von den Wänden, Anschlagen von Kirchenglocken, allgemeiner Schrecken, noch keine Beschädigung der Bauwerke.
- » 8. Herabstürzen von Kaminen, Risse in den Mauern von Gebäuden.
- » 9. Teilweise oder gänzliche Zerstörung einzelner Gebäude.
- » 10. Grosses Unglück, Ruinen, Umsturz von Erdschichten, Entstehen von Spalten in der Erdrinde, Bergstürze.

## Erdbeben im Jahre 1908.

Das Jahr 1908 war in der Schweiz seismisch sehr ruhig; im ganzen wurden nur 12 zeitlich getrennte Erderschütterungen beobachtet. Sie verteilen sich folgendermassen auf die einzelnen Monate:

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2	—	1	—	3	—	—	—	—	—	1	5

Hievon entfallen 9 auf die Zeit der relativen Ruhe des Menschen (8 p—8 a), 3 auf die Zeit der relativen Tätigkeit (8 a—8 p).

Keine einzige dieser Erschütterungen war von irgend erheblicher Intensität, und mit Ausnahme der am 28. Dezember an einigen Orten gespürten Ausläufer (?) des Erdbebens von Messina waren sie alle ganz lokal beschränkt. Die meisten Erschütterungspunkte lagen in der Westschweiz. Das graubündnerische Gebiet hat sich dies Jahr fast ganz still verhalten.

Es sei erwähnt, dass von dem im letzten Jahr durch Dr. E. Dietz in Davos aufgestellten Bosch'schen Erdbebenpendel einige publizierte Angaben, allerdings nur vom 15. Dezember 1907 bis 15. Januar 1908, vorliegen. Soweit wir in Erfahrung bringen konnten, trat der Apparat später ausser Funktion.

Während die Erdbebenerscheinungen ohne Bedeutung waren, erscheint um so interessanter ein in diesem Jahr eingetretenes Phänomen verwandter Art, über das auf Seite 3 ausführlich berichtet ist, nämlich die eigentümliche Schallverbreitung der Dynamitexplosion an der Jungfraubahn.

1. Am 20. Januar, kurz vor 1<sup>h</sup> morgens, wurde in La Chaux-de-Fonds von mehreren in der untern und mittlern Stadt Wohnenden ein einzelner Stoss verspürt. Prof. H. Schardt schreibt darüber: „Es handelt sich wahrscheinlich um ein Einsturzbeben; denn jene Juragegend ist in der Tiefe stark ausgehöhlt durch unterirdische Gewässer, die sich in den Hohlhängen der obern jurassischen Kalke sammeln, und die grossen Quellen speisen, die bei Biaufond sich in den Doubs ergiessen.“

2. Am 29. Januar, um 10<sup>h</sup> 30 vormittags, wurde im Hospiz des Grossen St. Bernhard von allen dort befindlichen Personen ein Erdbeben verspürt, gefühlt als ein etwa 3 Sekunden dauerndes, rollendes Geräusch, von den einen nicht als eigentlicher Stoss empfunden und von allen zuerst als Lawinenwirkung gedeutet. Auch ein auf der Schweizer Seite eine Stunde vom Hospiz sich befindlicher Skiläufer spürte das Erdbeben; nicht beobachtet wurde es auf der italienischen Seite in der 1/2 Stunde vom Hospiz entfernten Kantine.

3. Am 9. März, um 5<sup>h</sup> 37 nachmittags, wurde im obern Teile des Tales von Ormont (Gebiet der Diablerets, Kt. Waadt), von einigen Personen, die dort ein Chalet bewohnen, eine Erderschütterung verspürt, wellenförmig, 2—3 Sek. dauernd, scheinbar von West nach Ost laufend. Einem Herrn, der schon unwohl war, ist bei der Erschütterung so übel geworden, dass er sich zu Bett legen musste; ein Kind hat ängstlich die Hand einer erwachsenen Person ergriffen. Der Bericht erstattende Beobachter dachte zuerst, es könnte die Schneelast vom Dach gefallen sein. Stärke III.

4. Am 23. Mai, um 4<sup>h</sup> 16 morgens, wurde in Clarens (Waadt), Herr C. Bühler durch das Krachen des Zimmers aufgeweckt und glaubte eine wellenförmige Bewegung zu spüren. Er hält eine Täuschung für möglich, besonders da anderweitige Bestätigungen fehlen. Es wäre Stärke III anzunehmen. Vielleicht ist eine Notiz des italienischen Bolletino meteorico heranzuziehen: Um 4<sup>h</sup> 19 a Registrierung eines benachbarten Bebens in Padua.

5. Am 24. Mai, um 3<sup>h</sup> 20 morgens, wurde in Splügen (1460 m), Kt. Graubünden, ein kurzer, scheinbar von NE nach SW gerichteter Stoss verspürt, „von ziemlich vielen Personen bemerkt“. Stärke III. Gegen Abend soll noch ein leichterer Stoss beobachtet worden sein.

6. Am 24. Mai, um 8<sup>h</sup> a, wurde im Wasserwerk Crana-Torricella bei Lugano ein etwa 4 Sekunden dauerndes Zittern der Fensterscheiben bemerkt, welches als Erdbebenerscheinung gedeutet wurde. Damit ist die Angabe des Bolletino meteorico zu vergleichen: Am 24., um 8<sup>1/2</sup>—8<sup>3/4</sup> a Erdbebenstoss in Novara (Stärke IV—V Mercalli), registriert (? „registrata“) in Moncalieri bei Turin und Domodossola.

7. Am 5. November wurde um 5<sup>h</sup> 10 morgens in Rüslikon (Zürichsee) einer Zeitungskorrespondenz zufolge ein deutlich fühlbarer Stoss mit nachherigem, einige Sekunden andauerndem Rollen und Zittern wahrgenommen. Unsere Bemühungen um nähere Nachrichten blieben erfolglos.

8. Am 3. Dezember, morgens 5<sup>h</sup> 40, wurde in St. Livres bei Aubonne (Waadt) eine starke Erschütterung beobachtet (forte détonation dans l'air; porte, fenêtre, tout tremblait dans la maison; 40 (!) secondes de durée. Die Angabe rührt von einem, vielleicht etwas unkritischen Beobachter her. Stärke III—IV.

9. Am 4. Dezember, morgens zwischen 3<sup>h</sup> und 3<sup>h</sup> 15, wurde in Le Vaud s/Begnin (Waadt), ein Ehepaar samt einem zugehörigen kleinen Kind durch drei rasch aufeinanderfolgende, deutlich unterschiedene Stösse aus dem Schlaf geweckt. Sie sahen sich veranlasst — ohne Erfolg — das Haus abzusuchen. Im Dorfe hatte sonst niemand etwas bemerkt. Stärke III—IV.

10. Am 12. Dezember, um 1<sup>h</sup> 05 und 1<sup>h</sup> 45 morgens, wurde in Rolle (Genfersee), von einer Person je ein leichter wellenartiger Erdbebenstoss verspürt; 40 Minuten später seien noch 4 oder 5 noch schwächere Erschütterungen erfolgt, die ungefähr von West nach Ost gerichtet schienen, während die ersten die entgegengesetzte Richtung hatten. Die Beobachterin, die an Schlaflosigkeit leidet, gibt an, in der Nacht sehr oft ähnliche, auch stärkere Erschütterungen zu empfinden; zwei Tage nach dem genannten Datum, am 14. Dezember 12<sup>h</sup> 20 früh morgens habe sie z. B. ein starkes Krachen ohne merkliche Erschütterung beobachtet. Stärke III.

11. Am 27. Dezember wurde gegen 11<sup>h</sup> 15 abends von einer einzigen Person in Neuchâtel im südwestlichen Teil der untern Stadt (Port-Roulant) ein einzelner Stoss beobachtet. Stärke II.

12. Am 28. Dezember, morgens 5<sup>h</sup> 15 bis 5<sup>h</sup> 20, je nach den Angaben, wurde ein Stoss oder eine Reihe von Erschütterungen beobachtet in Neuchâtel (Stadt), Couvet, Motiers (Val de Travers), La Chaux-de-Fonds, Les Brenets und Cortébert (Berner Jura), je von einem einzigen Beobachter. Herr Prof. H. Schardt, der vorstehende Angaben uns vermittelt hat, schreibt, dass die Originalmitteilungen sehr bestimmt lauten, so dass kaum an der Realität der Tatsache gezweifelt werden könne. Diese Beobachtungen sind von besonderem Interesse, weil sie zeitlich mit dem calabro-sizilianischen Katastrophenbeben zusammenfallen (5<sup>h</sup> 20 a). Eine dahingehörende weitere ganz vereinzelt dastehende Beobachtung liegt auch vor aus Marécottes, Salvan (Unterwallis), wo eine wachend im Bett liegende Beobachterin nach 5<sup>h</sup> morgens ebenfalls einen Stoss beobachtet hat. Diese letztere Angabe wird von Herrn Bühler als zuverlässig bezeichnet.

### Die Fernwirkung der Dynamitexplosion an der Jungfraubahn am 15. November.

Obschon es sich hier nicht um ein Erdbeben im eigentlichen Sinne handelte, sind doch die Wirkungen auf einem so ausserordentlich grossen Gebiet zum Teil als solches gedeutet und sind so merkwürdige Begleiterscheinungen beobachtet worden, dass eine genaue Darstellung der Tatsachen an dieser Stelle ohne weiteres geboten erschien.

Das Merkwürdige liegt darin, dass ausser einem die Explosionsstelle umgebenden Gebiet normaler Hörweite ein zweites ausserordentlich viel ausgedehnteres Gebiet abnormaler Hörweite vorhanden war, welches vom erstern durch eine rund 100 km breite Zone des Schweigens getrennt war (vergleiche für alles Folgende die auf der Tafel gegebene Karte).

Sobald aus einer Mitteilung des meteorologischen Beobachters von St. Gallen, die zunächst an die Zentralanstalt und von dort dann in die Hände des Berichterstatters gelangte, die erste Andeutung des merkwürdigen Sachverhaltes sich ergeben hatte, wurde den Zeitungen eine Aufforderung zur Mitteilung bezüglicher Beobachtungen übergeben, eine grosse Anzahl Fragekarten an die in Betracht kommenden Höhenorte verschickt, und auch die meteorologischen Zentral-Institute von Baden und Württemberg und die Erdbebenstation von München um Mitteilung der dort etwa einlaufenden Beobachtungen ersucht, die uns denn auch gütigst zur Verfügung gestellt wurden.

Dank der sofortigen Umfrage, und namentlich der Bereitwilligkeit des Publikums, auch in ausserhalb der Schweiz gelegenen Orten, uns Nachricht zukommen zu lassen, kam so ein ziemlich umfangreiches Beobachtungsmaterial zusammen, das der Karte und der folgenden Darstellung zugrunde gelegt werden konnte. Wir besprechen zuerst die Beobachtungen im Gebiet normaler, dann im Gebiet abnormaler Hörweite. Es schien mit Rücksicht auf die Seltenheit und Seltsamkeit des Falls und im Interesse einer objektiven Darstellung angemessen, bei den einzelnen Orten die Angaben der Beobachter, wenn auch möglichst knapp, doch in den wesentlichen Punkten mit deren eigenen Ausdrücken anzuführen.

#### Beobachtungen im Gebiete der normalen Hörweite.

Um 10<sup>h</sup> 45 a explodierte aus einem unaufgeklärten Grund an der im Bau befindlichen Jungfraubahn das grosse Dynamitmagazin mit ungefähr 25 000 kg Dynamit. Dieses Magazin befand sich ca. 500 m Tunnelstrecke unterhalb der Station Eigerwand, in 2695 m Seehöhe, in einem gegen den Abgrund der Eigerwand zu offenen, nur mit Bretterwand verschalteten Nebenraum des Tunnels, von diesem rückwärts durch eine etwa 20 m dicke Felszwischenwand getrennt. Die Explosion konnte also nach der Seite der Eigerwand zu ganz frei in den Luftraum hinausgehen. Die Zwischenwand gegen den Tunnel zu wurde eingedrückt und der Nebestollen sowohl wie der Tunnel auf eine Länge von 70 m mit Gesteinstrümmern gefüllt. Auf eine etwa 700 m oberhalb der Explosionsstelle im Tunnel fahrende Lokomotive wurde keine besondere Wirkung ausgeübt. An der Station Eismeer, 3161 m, 2 km oberhalb, wurde dem Knall zunächst kaum Beachtung geschenkt! Auf der 500 m oberhalb liegenden Station Eigerwand (2868 m) wurden die ins Freie gehenden Fenster einwärts eingedrückt, ebenso an der ca. 500 m unterhalb gelegenen Station Rotstock zwei Türfüllungen.

„Nach übereinstimmenden Angaben des Personals ist die Explosion nicht auf einmal erfolgt; es wurden vielmehr zwei, nach andern sogar drei Schläge gehört.“ Dem entsprechen alle im Schallgebiet gemachten Wahrnehmungen. „Viel heftiger äusserte sich die Explosion am Eigergletscher, in Grindelwald und Lauterbrunnen. Das Verwaltungsgebäude und die Remise an der Station Eigergletscher (am untern Tunnelausgang, 1,5 km von der Explosionsstelle) zitterten, und die Insassen waren der absoluten Meinung, es sei ein Erdbeben erfolgt. Die Scheidegg scheint weniger berührt worden zu sein. Von den Bergen lösten sich gleichzeitig mit dem Knall einige Lawinen.“ (Vorstehendes nach gütigen Mitteilungen der Jungfraubahn-Verwaltung.)

Aus dem Berner Oberland sind auf hingesandte Fragekarten folgende positive Berichte eingelaufen:

Aus Grindelwald schreibt das Telegraphenbureau: „Die Telegraphenuhr zeigte 10<sup>h</sup> 47. Zuerst erfolgte eine Reihe schnellst aufeinanderfolgender Detonationen, denen sofort ein furchtbarer Knall folgte, worauf ein anhaltendes Widerhallen und Tosen im ganzen Gebirge. Weiter beobachtet wurde: Deutlich wahrnehmbare Erschütterung des ganzen massiven Postgebäudes, geräuschvolles Schüttern und Klirren der Türen und Fenster, Zertrümmerung selbst 8 <sup>m</sup>/<sub>m</sub> dicker Schaufenster.“

Aus den Taltiefen liegen Beobachtungen vor nur von Spiez am Thunersee (ziemlich starkes Donnern in der Richtung gegen die Jungfrau; mehr ein dumpfes Rollen ca. 15 Sekunden lang), und von Unterseen und Ringgenberg bei Interlaken. In Unterseen hörte der Pfarrer während der Predigt einen Knall wie von einem starken Gewehrschuss, in Ringgenberg spürte man „leichte Lufterschütterung“ ähnlich wie eine zu Tal stürzende Lawine. Ausdrücklich negative Nachrichten sind eingegangen aus Guttannen, Meiringen und Thun.

Beobachtungen an Höhenorten des Oberlandes: In Reuti (Hasliberg, oberhalb Meiringen, rechte Talseite, 1067 m), hörte man ein Geräusch wie fernes Donnerrollen und eine leichte Lufterschütterung. Auf St. Beatenberg (1148 m) wurde die Explosion sehr deutlich vernommen (ca. 10<sup>h</sup> 55 a); es war ein Geräusch wie von einer gewaltigen Lawine oder einem Bergsturz. Ein Zittern von Gegenständen wurde nicht beobachtet; dagegen verkroch sich vor Angst eine Katze. In Heiligenschwendi (1125 m, oberhalb Thun, rechte Talseite), wurde ein Geräusch wie von fernem Donner gehört.

Auf dem Brünig haben ebenfalls „mehrere Personen die Explosion gehört“. — Dass die Explosion im ganzen Berner Oberland als heftiges Erdbeben gespürt worden sei, wie einige Zeitungen berichteten, ist nach alledem eine starke Übertreibung. — Die Erkundigungen über die Wahrnehmung des Schalls auf weiter entfernten Höhenpunkten, ergab folgendes Resultat: Auf den östlich gelegenen Passtationen Grimsel und Furka (Fort Galenhütte) wurde nichts gehört, ebensowenig auf dem St. Gotthard; negativ lauten auch die Antworten der im Nordwesten gelegenen Höhenpunkte, Gurtenkum (859 m, bei Bern), Mont Soleil (ca. 1280 m oberhalb St. Imier, Berner Jura) und Weissenstein (1284 m, oberhalb Solothurn). Die Gipfel des Napfs (Emmental) und des Briener Rothorns, die auch in Betracht zu ziehen wären, sind zu dieser Jahreszeit nicht mehr bewohnt.

#### Die Zone des Schweigens.

Nach den vorliegenden Beobachtungen hat sich der Schall, die allernächste Umgebung des Explosionsortes ausgenommen, überhaupt nur nach ostnordöstlicher bis nördlicher Richtung an der Erde wahrnehmbar ausgebreitet. Das ist aus der Lage des Explosionspunktes hoch an der nach Norden orientierten Eigerwand verständlich. Aber auch in dieser Richtung liegt ein Zwischengebiet des fast absoluten Schweigens. Bejahende Nachrichten liegen nur vor von zwei Höhenpunkten, dem Pilatuskum, 2170 m (von drei Arbeitern wahrgenommen, und als Lawinensturz, ferne Kanonenschüsse oder Donner gedeutet), und von der Gegend der Rigi-Hochfluh, wo zwei Bergsteiger, von Lowerz zur Passhöhe des Gätterli (1192 m) aufsteigend, noch ca. 40 m unterhalb desselben auf der Nordseite einige Minuten vor 11<sup>h</sup> von Süden her ein starkes donnerähnliches Getöse vernahmen, dem in kurzen Intervallen weitere, bedeutend schwächere Detonationen folgten. Ausdrücklich verneinende Berichte von Höhenpunkten des nach Nordosten gelegenen Gebietes sind auf Anfrage eingelaufen vom Rigikum (1800 m), vom Zugerberg (ca. 1000 m), vom Utokum b/Zürich (873 m), ferner von den Zürichsee-aufwärts auf dem gleichen Ufer gelegenen Gipfelpunkten Albishorn (915 m) und Etzel (1102 m), ebenso von dem nördlich des obern See-Endes gelegenen Bachtel (1119 m) und dem benachbarten Sanatorium Wald (910 m). Da also selbst auf den Höhenpunkten dieses ganzen Gebietes nichts gehört wurde, ist umso merkwürdiger eine ganz vereinzelte aus der Talniederung, aus Zürich selbst vorliegende Mitteilung. Die Beobachterin, Fr. E. S., in deren schriftlich und mündlich gemachte Angaben kein Zweifel gesetzt werden kann, teilt mit, dass sie im 2. Stock eines Hauses der Rieterstrasse, an der südlichen Stadtperipherie an der Sihl gelegen, beim Lesen eine ruckartige Bewegung ihres Stuhles fühlte. Das Fenster und einige Gegenstände auf dem Waschtisch klirrten. Das Ganze war von rollendem, dumpfem Geräusch begleitet und dauerte mehrere Sekunden; die Uhr zeigte 10<sup>h</sup> 53; die Angabe sei, bezogen auf die öffentlichen Uhren, als auf ca. 1 Minute zuverlässig zu betrachten. Die Beobachterin überzeugte sich zuerst, dass kein Automobil vorbei gefahren sei, dachte dann an ein Erdbeben, und erkundigte sich bei den Angehörigen, die aber, alle bei einer stehenden Beschäftigung begriffen, nichts gespürt hatten. Das Haus soll leicht durch vorbeifahrende Fuhrwerke erschüttert werden. — Vielleicht liegt ein Zusammentreffen ohne innern Zusammenhang vor.

### Das Gebiet der abnormalen Hörweite.

Dies Gebiet liegt ostnordöstlich bis nahezu nördlich von der Explosionsstelle, nach letzterer zu ziemlich konzentrisch begrenzt, und in einem Abstand von 125—140 km beginnend, während die äussere Schallgrenze nach Ostnordosten zu in ca. 180 km, nach Nordnordost in ca. 225 km Entfernung liegt. Es umfasst also das genannte Gebiet in der Schweiz einen grossen Teil der Kantone Schaffhausen, Thurgau, St. Gallen und Appenzell. Im Osten liegt auch eine Angabe aus Graubünden vor, und daran schliessen sich zahlreichere Meldungen aus dem Vorarlberg, dem Bregenzerwald, der ganzen Bodenseegegend und dem südlichen schwäbischen Jura sowie dem Schwarzwalde. Bei den folgenden nähern Angaben über das Gebiet der abnormalen Hörweite sollen zur bessern Übersicht zuerst die Gebiets-teile links des Rheins, im wesentlichen mit den schweizerischen, und dann jene rechts des Rheins, mit den ausländischen Beobachtungen zusammenfallend, durchgegangen werden.

#### a) Hörbarkeitsgebiet links vom Rhein.

Wir beginnen im Südosten des Areals. Hier ist der vorgeschobene Punkt das Säntisobservatorium (2500 m). „wurde hier etwas vor 11h sehr gut gehört; war ein anhaltendes Getöse wie ferner, stark rollender Donner.“ Die Beobachter glaubten an einen Felssturz. Aus dem Alpsteingebirge sind uns ferner Angaben zugekommen: Vom Fählensee, Punkt 1651, „um 10<sup>h</sup> 48, von Felswand zu Felswand stark rollender Donner.“ Vom Alpsiegel, in ca. 1700 m Höhe, „ein grollendes Brausen, einen Augenblick aussetzend.“ Von der Gegend des Hohen Kasten, unterhalb des „Ruhsitz“ am Kamor, ca. 1300 m, „ein kräftiges, ziemlich lang andauerndes Donnern; diesem anschliessend zwei kurz aufeinanderfolgende starke harte Schläge.“ Bei Weissbad, Beobachter in der Wohnstube: „donnerähnliches Geräusch, Zittern der Fenster?“ Zwischen Schwendi und Weissbad fiel das eigentümliche Geräusch vielen Kirchgängern auf; zunächst als Donnern, Bergsturz, Erdbebenerscheinung aufgefasst. Eine Zeitungsnotiz erwähnt auch einer Beobachtung auf dem Weg zwischen Appenzell und Weissbad.

Nördlich von Weissbad fehlen im übrigen Berichte bis Gais. Dazwischen ist wohl eine reelle sekundäre Zone des Schweigens anzunehmen, resp. das Säntisgebirge ist eine vorgeschobene Insel des allgemeinen Hörbarkeitsgebietes. Dieses beginnt mit verhältnismässig zahlreichen Angaben, die von hier mit ziemlicher Kontinuität weiter gehen, jenseits des Tales des Rotbaches, eines Zuflusses der Sitter: Gais „einige Minuten vor 11<sup>h</sup> schussartiger Knall, gefolgt von starkem Rauschen, sodann in kurzen Zwischenräumen 3—4 weitere solcher Knalle.“ Bühler: „10<sup>h</sup> 50, kurz aufeinanderfolgend ein Donnern und doch nicht wie Donner, in der Richtung von Südsüdwest; beobachtet im Freien oder am offenen Fenster. — Von anderer Seite: „Auch in unserm Dorfe . . . einige Minuten vor 11<sup>h</sup> eine starke Detonation . . . drei Schläge . . . über die Höhe von Appenzell her“ (als SW bezeichnet, ist aber S). Von dritter Seite, beim Hydrantenreservoir von Bühler, 912 m, südlich vom Ort: „In Richtung gegen Säntis heftiges Rollen, dann einige Sekunden still, nachher zwei bis drei Detonationen gleich fernen Kanonenschüssen.“ Auf der Strasse von Trogen nach Bühler, nordwestlich vom Gäbris, in 990 m Höhe, „von Süden her mehrere Sekunden lang fernes Donnern und Getöse. Die Uhr zeigte 5 Minuten vor 11 Uhr, wird aber der Postzeit wohl einige Minuten vorgegangen sein.“ Aufstieg von Trogen nach dem Gäbris, in 1075 m Höhe auf dem Kamm . . . „vernahmen wir plötzlich eine Detonation . . . meine Frau war arg erschrocken; ich selber höchst verblüfft und sagte zu meiner Frau: der förmlich unterirdisch rollende Donner liesse ein Erdbeben vermuten.“ . . . Auf dem Gäbris selbst wurde nichts gehört! — Östlich vom Gäbris, bei der Kellersegg, „eine Reihe von dumpfen Schlägen; für eine Schiessübung gehalten. Von andern nicht weit vorangehenden Leuten als Donner angesehen. „St. Antonskapelle, ca. 1100 m, nordöstlich vom Gäbris: ungefähr 10<sup>h</sup> 40 „6—10 bedeutende Schüsse, die von Artillerie in Entfernung von 3 Stunden Entfernung herzukommen schienen. Der letzte Schuss war der heftigste und bewegte sich auch der Grund unter des Pferdes Füssen, so dass dieses diesmal am meisten stutzte. Es schien mir, als ob der Knall aus dem Nebel heraus, von der Alpsteinkette her käme. Das Geräusch war so heftig, dass die Leute aus den wenigen sich in meiner Nähe befindlichen Häusern heraussprangen. . . .“ Auf der Strasse nahe bei Wald (Kt. Appenzell): „Da hörte ich und meine werthe Frau so um 10<sup>h</sup> 50 heftiges donnerähnliches Rollen, welches dreimal absetzte und immer (-wieder?) stärker klang, aber ohne dass es ganz aufhörte. Dauer 15 Sekunden. Kam dem Anschein nach aus der Gegend von Bregenz (!).“ Birt ob Speicher, ca. 1070 m hoch. Hier wurde die Erscheinung vom Beobachter der meteorologischen Station in St. Gallen wahrgenommen: „Ich vernahm plötzlich starken lang anhaltenden Donner; genau 10<sup>h</sup> 51 nach meiner Taschenuhr.“ Teufen, zwei ähnlich lautende Zuschriften, der eine Beobachter im Freien, der andere im Haus. „donnerartiges Getöse“ — „Effekt unheimlich und fremd, von Südwesten resp. Westen. Übrige Leute auf der Strasse nicht beunruhigt.“ Bei Niederteufen im Freien, „starkes Donnerrollen, Uhr zeigte 10<sup>h</sup> 52.“ Auf dem Brand (südlich von St. Gallen): „Anfangs wie fernes Donnerrollen, dann 2 starke Knalle, wie Sprengschüsse aus einem Tunnel, dann nochmals schwaches Donnern; ganze Zeitdauer 5 Sekunden. Schall vom Säntisgebiet her.“ St. Georgen, südlich von St. Gallen, im Freien, 10—15 Fussballspieler: „ziemlich starke Detonation.“ St. Gallen, beim Wildpark, zwei Beobachter im Freien, 10<sup>h</sup> 55: „Langgezogenes Donnern, in das sich drei kurze kanonenschussähnliche Schläge mischten“; ebenso Friedhof Feldle, zwei Personen: „donnerähnliches Rollen, sich im Intervall weniger Sekunden repetierend.“ Nach Nordosten liegen ferner Berichte vor aus Eggersriet, Wolfhalden (mehrere Beobachter im Freien oder unter

dem Fenster), „4—5 Geschützdonner vom Säntis her; das Haus habe gezittert.“ Thal, im Freien, „3—4 Schüsse, südwestlich“. Endlich zwischen Walzenhausen und St. Margarethen. Vom schweizerischen Bodenseeufer sind Beobachtungen eingelaufen: Von Rorschach, 4 Meldungen, offenbar von vielen im Freien befindlichen gehört, donnerartiges Geräusch aus Südwesten, aus der Höhe kommend, dauerte, unterbrochen von einer kurzen Pause, etwa 8 Sekunden. Genaueste Zeitangabe: ziemlich genau 7 oder 8 Minuten vor 11 Uhr. Von Horn, nordwestlich von Rorschach, 6 Meldungen; wohl ganz allgemein wahrgenommen, „gewaltiger Knall wie Donnerschlag, und 3—4 Nachhalle; Dauer 15—20 Sekunden, kam aus der Richtung St. Gallen (= ca. SW). Zuverlässigste Zeitangaben weisen auf 10<sup>h</sup> 50. Stationsgehülfe Frei gibt an: 10<sup>h</sup> 50<sup>1/2</sup> m. An verschiedenen Orten Klirren der Fensterscheiben, ja vielleicht leises Zittern des Bodens? Von Arbon 3 Berichte; von vielen Leuten wahrgenommen. In einer Klasse von 62 Schülern konnten 10 darüber berichten; „dumpfes Rollen und in Pausen von mehreren Sekunden folgende Detonationen“; ähnliche Angaben wiederholen sich. Richtung von Säntis oder St. Gallen her (SSW). Zeit ca. 10<sup>h</sup> 3/4 Uhr. Bei Neukirch (westlich von Arbon), im Freien: „Fernes Donnerrollen, dann 5—6 schnell aufeinanderfolgende Schläge.“ In Romanshorn (1 Bericht), im Freien: „Gewaltige Detonation, der sofort mehrere folgten.“ Spitz bei Romanshorn (4 km WSW): „rasch aufeinanderfolgende Donnerschläge im Südwesten“, im Haus beobachtet. Keine Hauserschütterung. — Salsach 1 km südlich von Romanshorn, ebenfalls beobachtet. Kesswyl, 2 Beobachtungen, 10<sup>h</sup> 50, übereinstimmend, „wiederholtes donnerartiges Getöse im Süden.“ Zuben und Herrenhof bei Altnau, auf der Höhe des Seerückens, je ein Bericht, der eine, im Freien: „zweimal kurz aufeinanderfolgend donnerartigen Schall“; der andere: „sämtliche Familienglieder sprangen erschreckt vom Essen auf.“ Kurzrickenbach (ca. 5 km SE von Konstanz), im Freien, „zwei aufeinanderfolgende Donnerrollen, aber noch viel schwerer.“ Siegershausen (ca. 6 km südlich von Konstanz), ziemlich lang andauerndes donnerähnliches Rollen, Fenster klirrten.“ Steckborn, auf der Landstrasse ob der Stadt, von mehreren Männern beobachtet, in südlicher Richtung, „wie mehrere über eine Brücke fahrende Eisenbahnwagen“. Im Homburg (südlich von Steckborn), ebenfalls dumpfes Rollen beobachtet, ebenso in der benachbarten meteorologischen Station Haidenhaus. — Dies sind die westlichsten Angaben links vom Rhein. Dagegen sind noch zwischen diesem Punkt und St. Gallen rückwärts nach Südosten gehend, folgende Hörbarkeitsbeobachtungen zu verzeichnen:

Märstetten, „dumpfes Donnern, Uhr zeigte 10<sup>h</sup> 47 m“. Amlikon, südlich davon im Freien, „hörte langes donnerähnliches Rollen sehr gut“. Weinfeld, im Freien, „donnerähnliches Rollen in südöstlicher Richtung“. Bischofszell, im offenen Fenster, fernes Donnerrollen von SW, mehrere Sekunden; ebenso im Freien eine Stunde östlich von Bischofszell im Sittertal unten, starkes Donnern von SW. Kümmerthausen, unterwegs, „ca. 7—8 Minuten vor 11 Uhr erschreckt durch donnerähnliches Getöse, das zugleich den Boden erzittern machte; nach 1 Sekunde wiederholte es sich in 3 kurz aufeinanderfolgenden verhallenden Schlägen; fing an schneller zu laufen, Gewitter befürchtend“; am selben Ort, zwei andere Beobachter, im Haus, „Gewaltige Detonation, mehr mit sehr rasch aufeinanderfolgenden Kanonenschüssen zu vergleichen, ca. 5 Minuten vor 11 Uhr“. Dritter Beobachter: „Das donnerähnliche Rollen auch gehört, ungefähr 7—8 Minuten vor 11 Uhr“. Oberaach, mehrere Personen im Freien: Donnerähnliches kräftiges Stossen, dreimal mit Unterbruch von wenigen Sekunden.

b) Hörbarkeitsgebiet rechts vom Rhein.

Der fernste Punkt im Osten ist Arosa (Graub.) 1850 m hoch, im Freien: „2—3 Sekunden dauerndes fernes Donnern aus Westen, etwa 10 Minuten vor 11 Uhr“. Nördlich liegen Nachrichten erst wieder vor aus dem Montafoner Tal. Aus Brand bei Bludenz erhalten wir folgende Zuschrift: „Der Schall der Dynamitexplosion an der Jungfraubahn am 15. November a. c. wurde auch im Brandnertal (zwischen Bludenz und Scesaplana) vernommen und zwar sowohl in Bürserberg (ca. 900 m Meereshöhe) an der nach Osten abfallenden westlichen Tallehne, wie in Brand, weiter hinten im Tale (von Nord-Südrichtung), übereinstimmend von fast allen eben vom Gottesdienst heimkehrenden Kirchenbesuchern. Der Schall wird als 3 oder 4 in die Länge sich ziehende Stösse eines dumpfen Donners von im ganzen ca. 4 bis 5 Sekunden Dauer beschrieben, ca. 10 Minuten vor 11 Uhr. Der Donner schien von Westen her von den Bergen herunter zu kommen.“ Thüringen, NW von Bludenz, im Bureau, 2 Beobachter: „Länger andauerndes donnerähnliches Rollen, leises Klirren der Fenster.“ Feldkirch, im Freien: „Kurz vor 11 Uhr direkt über mir plötzlich ganz deutliches Donnern, das 10—15 Sekunden andauerte.“ Drei Schwesterngruppe, südlich von Feldkirch, 5 Personen auf der Jagd: „Kurz nach 3/4 11 Uhr Donnerrollen wie von fernem Gewitter, und einige Sekunden darauf Gefühl, wie wenn der Boden erschütterte und die Berge in sich zusammenstürzen würden. Die Hunde gebärdeten sich ängstlich.“ Dornbirn, 4 Zuschriften, wovon 3 auf den Ort selbst sich beziehen; Zeitangaben: 10<sup>h</sup> 55, 53, 54<sup>m</sup>, im Haus beobachtet: „rollendes Geräusch, dann Kanonade“, die andern ähnlich. Dauer zu 2, 6—8 und 10 Sekunden angegeben. Fenster klirrten. Im Freien auf den Höhen als aus der Höhe kommend empfunden. Offenbar allgemein beobachtet. Die von den Zeitungen angegebene Erderschütterung wird von einzelnen Beobachtern ausdrücklich verneint. Losenpass (1174 m) bei Dornbirn, zwei Beobachter im Freien: „Mehrere rasch aufeinanderfolgende scharfe Donnerschläge, sich in 6—8 Sekunden verlierend; Zeit 10<sup>h</sup> 53<sup>m</sup> nach Bahnuhr kontrolliert. Die Erscheinung wurde von allen Touristen in jener Gegend bemerkt; schien allen aus der Höhe kommend. — Auch weiter östlich im Tal der Bregenzer Ach, in Schwarzenberg und in Au wurde die Detonation gehört, und zunächst als Erdbeben taxiert. Es ist von Klirren der

Fenster und Erderschütterung die Rede. Die Post Hittisau meldet, das „Erdbeben“ sei im ganzen Vorderbregenzer Wald sehr deutlich gespürt worden, mit Explosionsschlägen und unterirdischem Donner, 20 Sekunden dauernd. Vom rechten Bodenseeufer sind Nachrichten vorhanden von Lauterach, Hard, Rieden bei Bregenz, von Bregenz selbst, und von Lindau. Dem Tagblatt von St. Gallen wird geschrieben: „Vom Bodensee. Sonntag vormittags gegen 11<sup>h</sup> wurde die Bevölkerung des westlichen Teiles von Bregenz, sowie der Nachbargemeinde Rieden-Vorkloster, Hard und Lauterach durch eine deutlich wahrnehmbare heftige Erderschütterung aufgeschreckt, die sich von Südwest nach Nordost bewegte, etwa 15 Sekunden in mehreren Intervallen währte und auch im benachbarten Lindau verspürt wurde. Die Erschütterung war so stark, dass Passanten auf der Strasse den Boden unter den Füßen wanken fühlten und gleichzeitig ein leise zitterndes Rollen im Innern der Erde verspürten. Am Seeufer war sogar ein schwacher Donner vernehmbar. Die Strassenlaternen klirrten und die Fensterscheiben, und in manchen Häusern gingen die Türen von selbst auf. Auch wurde mehrfach ein starkes Gläserklirren in Glasschränken beobachtet.“ Die uns direkt zugegangenen Meldungen drücken sich weniger stark aus! Bregenz, im Zimmer: „Rollen, wie wenn es donnerte; wurde immer stärker; ich meinte, es klopfte jemand von aussen an die Scheiben.“ Aus Lindau und Umgebung (Schachen, Rickenbach, auf dem Pfändler) liegen vier Angaben vor, wonach dort eine Reihe schnell aufeinanderfolgender Donnerschläge gehört wurden. („Drei dicht aufeinanderfolgende . . . denen nach ca. 2 Sekunden ein vierter folgte.“) Richtung aus SW, oder „vom Säntisgebirge“ = SSW wird angegeben. Ein Beobachter erwähnt das Klirren der Fenster, ein anderer das schwache Zittern einer geschlossenen Tür. In Reuti bei Lindau traten die Leute erschreckt aus den Häusern; es wurden zwei „Stösse“ von je 10—12 Sekunden Dauer mit einer Pause von 3 Sekunden verspürt. Weiter hinab am Seeufer wurde die Explosion gehört in Nonnenhorn, Friedrichshafen, Immenstaad (Zeitung). Meersburg, 10<sup>h</sup> 50<sup>m</sup>, „8—10 dumpfe Schläge vom See her, Erzittern des Hauses bewirkend; aber weder Erdbebenschwankungen noch Seeschüssen“. Weiter landeinwärts auch in Marktdorf, Salem, Heiligenberg. Nordwestlich vom Bodensee sind Angaben vorhanden von Stockach, und westlich davon aus Volkartshausen, Eigeltingen. In letztem Ort habe (Zeitungsmeldung!) der Pfarrer den Küster auf den Kirchturm geschickt, um nachzusehen, ob die Glocken nicht auf die Orgel herabgestürzt seien. Nordöstlich von Stockach sind Meldungen da von Zizershausen, Mindersdorf, Messkirch, Göggingen („donnerähnliches Getöse im Freien, drei Stösse, Fenster klirrten“), Rohrdorf („wellenförmig, einem Donner gleich, wobei die Fenster zitterten“). Weiter westlich kommen zunächst einige Orte in der Gegend von Schaffhausen, nämlich Lohn (kurz vor 11 Uhr fiel ein Stück Gips von einer Zimmerdecke, so dass die Hausbewohner unter sich von der Möglichkeit eines Erdbebens sprachen). Barga (wie Geräusch von entfernten Flintenschüssen) und Weizen (b/Schleitheim) „donnerähnliche Detonation gegen Süden“. Nördlich davon: Immendingen, im Freien (von Süden starkes Donnern, dann 8—10 äusserst heftige Detonationen; Zeit 10<sup>h</sup> 52<sup>m</sup>). Tuttlingen und Umgebung, 5 Meldungen, ähnlich lautend; so von einem Beobachter im Freien: „10<sup>h</sup> 55 donnerähnlicher Schlag, nach 10 Sekunden zweiter Schlag, zwischenhinein dumpfes Rollen, das nach dem zweiten Schlag schrillklingend wurde und wieder einige Sekunden anhielt.“ Von Süden her noch zwei Angaben. Spaichingen. „Wie schnell aufeinanderfolgender Kanonendonner.“ Dreifaltigkeitsberg bei Spaichingen, 982 m, „derart vernommen, dass ich einen Herrn ans Fenster rief. Es war direkt gegen die Jungfrau zu, welche man hier ja bei hellem Wetter gut sieht: die Detonation war gewaltig, eine Art Artillerieschnellfeuer; wurde über den ganzen Heuberg gehört“. Weiter nördlich werden (Zeitungsnachricht) noch Rottweil und sogar Rottenburg a/N. („wie ferner Artilleriedonner“) genannt, weiter westlich Schwenningen, 3 Meldungen, genaueste Zeitangabe 10<sup>h</sup> 59<sup>m</sup>; mehrere (nach den einen zwei, nach andern im Freien befindlichen fünf) mächtige Schläge. Erdbebencharakter wird von dem einen Beobachter ausdrücklich verneint. Königfeld, „ca. 11 Uhr Erderschütterung, gefolgt von donnerähnlichem Rollen. Geräusch von Türen und Fenstern.“ Aus dem Schwarzwald liegen ferner Meldungen vor in der Richtung auf Freiburg zu, aus Eisenbach „zwischen 10<sup>3/4</sup> und 11 Uhr auch hier in den Wohnungen donnerähnliches Rollen; auf der Strasse als von SE nach NW ziehend beurteilt. Vöhrenbach, „etwa um 11 Uhr gegen Süden Donnergetöse, sofort gefolgt von 8—10 einzelnen Schlägen. Der Boden zitterte nicht.“ Furtwangen (Zeitungsnachricht): „heftige Erderschütterungen 6 Minuten vor 11 Uhr . . . kurz hintereinander zwei heftige Stösse, von donnerähnlichem Rollen begleitet. St. Peter: „Um 10<sup>h</sup> 55 in südwestlicher Richtung donnerartiges Getöse, das explosionsartig („explosionenlich“) in kurzem Abstand von 5 Sekunden, ca. 1/2 Minute dauerte.“ Kollnau: „gegen 3/4 11 Uhr eine Erderschütterung mit dumpfem Rollen, hier im Hause und auf der Landstrasse bemerkt.“ Auch sonst aus dem Elztal, nach Zeitungsnachricht! (16. Nov.), „in verschiedenen Orten des Tales wellenförmige Erdbewegung, die an manchen Stellen sehr heftig in die Erscheinung trat“. Endlich der entfernteste Ort, von wo direkte Nachrichten — und zwar sehr bestimmte — vorliegen: Gärtnerberg, 590 m, bei Rippoldsau (Freudenstadt), 3 Beobachter: „Starke Detonation, der donnerähnliches Rollen von 10—15 Sekunden folgte und zum Schluss nochmals kanonenschussähnlicher Schlag; ziemlich direkt von Süden. Zeit 10<sup>h</sup> 54 a.“

#### Allgemeines.

Übersehen wir das Gebiet der Hörbarkeit, so fällt eine ziemlich verschiedene Dichte der Beobachtungsorte und Meldungen auf. Dieselbe ist am grössten östlich von St. Gallen und an dem obern Bodenseeufer. Das Fehlen von Nachrichten vom Bodensee gegen Ravensburg zu ist etwas sonderbar, verglichen mit den verhältnismässig zahlreichen

Beobachtungen nördlich vom Ueberlinger See bis in den südlichen Schwarzwald, in der Richtung auf Freiburg zu. Dabei ist zu berücksichtigen, dass noch an isoliert dastehenden Punkten, wie z. B. Rippoldsau oder Brandner Tal b/Bludenz, das Geräusch doch recht stark vernommen worden ist. Das Ziehen der Hörbarkeitsgrenze macht deshalb einige Bedenken; es bleibt fraglich, ob einige Einbuchtungen nur zufällig oder reell sind und ob nicht das Gebiet sogar in eine Anzahl Hörbarkeitsinseln zerfällt. Immerhin scheint der innere Verlauf der Grenze ziemlich sicher zu sein. Reell ist wohl das Vorspringen des Säntisgebietes (hohe Beobachtungspunkte!), ebenso das Schallschattengebiet des Rheintals. (S. d. Karte.)

Die Art des Schalls wird von den meisten als donnerähnlich geschildert, oft so, dass das donnerähnliche Rollen eingeleitet, unterbrochen oder beendet worden sei durch einige kanonenschussähnliche Schläge. Bei einigen ist überhaupt nur von explosionsartigen Schlägen die Rede. Eine deutliche Abhängigkeit des Geräuschcharakters oder der Intensität von der Entfernung oder überhaupt eine regionale Anordnung ist innerhalb des abnormalen Gebietes nicht erkennbar. Dagegen scheint in diesem letztern die Intensität stellenweise bedeutend grösser gewesen zu sein als an den meisten Punkten des „normalen“ Gebietes. Die Dauer wurde in Arosa, dem östlichsten Punkt zu 2—3 Sekunden, sonst zu 5—10 Sekunden, im nördlichsten Gebiet auch zu 15—30 Sekunden geschätzt; einzelne Angaben sprechen sogar von 1—2 Minuten. Eine Zunahme der Dauer mit grösserer Entfernung ist angedeutet.

Eine mechanische Wirkung des Schalls zeigte sich in dem öfter erwähnten Klirren der Fensterscheiben; es scheinen aber auch da und dort Häuser zum Erzittern gebracht worden zu sein, nach dem subjektiven Eindruck der Beobachter oder objektiven Feststellungen, wie leises Klappern einer Tür (Reuti bei Lindau, von wo auch Klirren von Glassachen in den Schränken und von Strassenlaternen in den Zeitungen gemeldet wird) und Herabfallen eines Stückchens Gipsdecke (Lohn).

Die Auffassung als Erdbeben; Wirkung auf Tiere und Menschen. Es wird ängstliches Verhalten von Pferden, Hunden, Katzen, Hühnern berichtet. Ein kleines Kind suchte Schutz bei der Mutter. Auch auf Erwachsene machte der unerklärliche, starke Schall vielerorts einen geradezu erschreckenden Eindruck, da der Sonntag und die späte Jahreszeit von vorneherein einige sonst nabeliegende Erklärungen ausschlossen. Am Bodensee dachten manche an Seeschüssen; an verschiedenen andern Orten glaubte man zunächst an eine Erdbebenerscheinung, weil man das Ungeöhnliche der Wahrnehmung sonst zunächst nicht heimzuweisen wusste.

Ein grosser Teil der Angaben aus Baden und Württemberg sind als Erdbebenmeldungen eingegangen. Charakteristischerweise reden aber fast nur die Zeitungsmeldungen\*) ausdrücklich von Erdstössen, während die direkten brieflichen Mitteilungen nur ganz vereinzelte und dazu in keinem Falle zwingende dahingehende Angaben enthalten, hingegen öfters den Erdbebencharakter ausdrücklich in Abrede stellen, ebenso wie die Hypothese eines starken „Seeschüssens“ am Bodensee. Die meisten Angaben betonen geradezu den ausschliesslichen Schallcharakter des Phänomens und dessen Herkunft durch die Luft. Beachtenswert ist die da und dort, namentlich aber im Vorarlberg sich findende Bemerkung: Der Schall sei aus der Höhe herabgekommen.

Die uns durch die Württembergische meteorologische Zentralstation vermittelten Angaben würden allerdings, nicht im Rahmen der andern Nachrichten, sondern für sich allein genommen, auf die Annahme eines Erdbebens geführt haben. Sie lauten folgendermassen:

1. Von dem meteorologischen Beobachter Herrn Lehrer Butz in Böttingen O.-A. Spaichingen: 15. November „11<sup>h</sup> 05 a ein etwa 35—40 Sekunden dauerndes wellenförmiges Erdbeben. Dasselbe verlief von NE nach SW und war so stark, dass einzelne Fenster klirrten. Etwa  $\frac{1}{4}$  Stunde später wurde ein zweiter, weniger heftiger Erdstoss verspürt. Das Geräusch glich fernem Trommelschlag.“
  2. Ein Ausschnitt aus „Münchener Neueste Nachrichten“ 17. November 1908, No. 538. Erdbebenbericht von Lindau. Zeit: 11<sup>h</sup> a; ein deutlich wahrnehmbares Erdbeben. Bewegung von SW nach NO, Dauer 20 Sekunden.
  3. Ausschnitte aus dem „Oberschwäbischen Anzeiger“ vom 17. November 1908. „Eine besonders starke Ausprägung des Seeschüssens wurde Sonntag Vormittag gegen 11 Uhr am Bodensee beobachtet. Allenthalben am Seeufer wurde um diese Zeit eine Detonation wie von anhaltendem Artilleriefeuere oder einem rasch ausbrechenden Gewitter vernommen. In Friedrichshafen wurde dabei ein Erdstoss verspürt.“
- „In Heiligenberg und Hagnau wurden Sonntag Vormittag 11<sup>h</sup> 07 und 11<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> mehrere Erdstösse beobachtet, die von donnerartigem Getöse begleitet waren.“
- „Am Sonntag Vormittag wurde ein ziemlich heftiges Erdbeben, begleitet von starkem Getöse, wahrgenommen. Verschiedentlich sollen mittags 2 Uhr weitere Stösse beobachtet worden sein.“

Auffällig ist in diesen Berichten, dass die Zeitangaben 11<sup>h</sup> 05 und 11<sup>h</sup> 07 aus dem Rahmen der übrigen herausfallen, und dass noch von einem spätern Erdstosse die Rede ist, „ $\frac{1}{4}$  Stunde später — 11<sup>h</sup> 30 — gegen 2 Uhr“. Doch liegen zufällig sowohl von Spaichingen wie von Heiligenberg und Lindau auch andere Meldungen vor, die mit der Zeit wie mit den andern Angaben von diesen Ausnahmeberichten abweichen und zum allgemeinen Bild passen. Was die spätern Stösse betrifft, sind sie vielleicht unter dem Gesichtspunkt der Autosuggestion zu betrachten zusammen mit einer Angabe aus Horn: „eine alte Frau wolle schon am frühen Morgen ähnliches gehört haben“. Ganz ist es ja nicht von der Hand zu weisen, wenn auch innerlich und äusserlich höchst unwahrscheinlich, dass ungefähr gleichzeitig, oder wenig später, vielleicht angeregt durch die gewaltige Luftwelle der Explosion, wirklich eine kleine Erderschütterung stattgefunden hätte.

\*) Bei deren Verwertung — so willkommen oft diese Angaben sind — der wissenschaftliche Bearbeiter, wie erfahrungsgemäss meistens, so auch wohl in diesem Fall einen gewissen Abstrich machen und jedenfalls an die Tendenz der Einsender zu sensationeller Darstellung denken muss.



Zeitangaben. Die Kontinuität der Zeitangaben, die da, wo sie einigermaßen sorgfältig gemacht sind, übereinstimmen, lässt sonst keinen Zweifel, dass überall ein und dieselbe Erscheinung beobachtet worden ist. Die Explosion ist eingetreten um 10<sup>h</sup> 45<sup>m</sup> nach Angabe des Jungfraubahnbüros, um 10<sup>h</sup> 47<sup>m</sup> nach der Angabe des Telegraphenbüros Grindelwald. Aus dem Gebiete der normalen Hörweite liegen sonst keine genauen Angaben vor; auch im Areal der abnormalen Hörweite ist meistens nur gesagt: „Kurz vor 11 Uhr“ oder „Zwischen 10<sup>3/4</sup> und 11 Uhr“. Folgende Angaben aus diesem Gebiet sind genauer (es sind nur diejenigen angeführt, bei denen die einzelne Minute angegeben ist):

Entf.	Zeit	Ort	Bemerkg.	Entf.	Zeit	Ort	Bemerkg.
ca. 132 km	10 <sup>h</sup> 48	Fählensee		ca. 163 km	10 <sup>h</sup> 53	Dornbirn	(Bahnzeit)
„ 140	52	Teufen		„ 168	49	Lindau	(Schweiz. Bahnz.)
„ 142	55	St. Gallen		„ 170	56	Heiligenberg	
„ 141	47	Märstetten		„ 170	55	Heiligenberg	
„ 144	51	Speicher	(Bahnzeit)	„ 164	54	Furtwangen	
„ 152	50 <sup>1/2</sup>	Horn	(Bahnzeit?)	„ 161	52	Immendingen	
„ 152	54	Arbon	(Bahnzeit)	„ 167	55	Tuttlingen	
„ 163	54	Dornbirn		„ 170	59	Schwenningen	
„ 163	53	Dornbirn		„ 206	54	Rippoldsau	

Das Mittel aus den Entfernungen dieser Orte vom Explosionsort ist 161 km, die mittlere Zeit der Beobachtung 10<sup>h</sup> 52<sup>m</sup> 8<sup>s</sup>. Die Geschwindigkeit des Schalls zu 333 m genommen, unter Voraussetzung einer Temperatur von 0 Grad, die für die fraglichen Luftschichten annähernd zutreffen dürfte, ergibt sich eine Schallfortpflanzungszeit von 8.0 Minuten, und darnach die Zeit der Explosion zu 10<sup>h</sup> 44<sup>m</sup>, was mit den oben angeführten Angaben 10<sup>h</sup> 45 und 10<sup>h</sup> 47 genügend stimmt, um zu beweisen, dass es sich um den durch die Luft fortgepflanzten Schall von der Jungfraubahnexplosion handelt.

Die meteorologischen Verhältnisse. Dieselben dürfen nicht unberücksichtigt bleiben, da sie, wie unten ausgeführt wird, auf die Verbreitung des Schalls einen wesentlichen Einfluss haben. Über Frankreich und südlich davon über dem Mittelmeer lag eine barometrische Depression (761 <sup>m</sup>/<sub>m</sub>), über Westrussland ein ungewöhnlich intensives Hochdruckgebiet (785 <sup>m</sup>/<sub>m</sub>). An seiner Vorderseite wehten starke südöstliche Winde, die jedoch, wenigstens am Erdboden, das in Betracht kommende Gebiet nicht erreichten. Auch die Altocumuluswolken (in ca. 4000 m Höhe anzunehmen) hatten nach Angabe des Säntisobservatoriums keine merkliche Bewegung. Der Wind war in der Tiefe schwach und unbestimmt, meist nordöstlich, in der Höhe ebenfalls sehr schwach, aus S bis SE. Das Gebiet der Schweiz, auch das Rheintal und die Bodenseegegend, war von einem Nebelmeer bedeckt, das (nach Angabe des Säntis), im Lauf des Tages von 800 bis 1200 m stieg, und zur Zeit der Explosion nach verschiedenen Angaben am Vierwaldstättersee bis zu ca. 1000 m (am Pilatus 800 m), im Säntisgebiet bis 1030 m reichte, und hier zugleich dem Boden auflag, in Zürich bis 600 m hinabreichte. In der Höhe war der Himmel nicht hell, sondern von einer Altocumuluschicht bedeckt. Im Laufe des Tages fielen an einigen Orten verschwindend kleine Niederschläge.

Die Temperaturverteilung in der Vertikalen wird gegeben durch folgende Zahlen (für 7 a und 1 p):

Thun	566 m:	4.1, 9.2° C	Beatenberg	1148 m:	8.0, 8.2° C
Zürich	493 m:	5.3, 6.2° C	St. Gallen	702 m:	3.6, 3.0° C
Heiden	797 m:	3.0, 3.4° C	Schwäbrig	1152 m:	5.1, 4.8° C
Pilatus	2068 m:	0.7, 0.8° C	Rigi	1787 m:	2.6, 3.0° C
Säntis 2500 m (10 a): -2.1, -2.3° C					

Darnach, und nach den Messungen der Drachenstation am Bodensee vom Vortag und Nachtag — am 15. Nov. hat kein Aufstieg stattgefunden — ist innerhalb des Nebels eine Temperaturabnahme von 1—2 Grad, oberhalb desselben zunächst eine nicht sehr starke, vielleicht 2—3 Grad betragende Temperaturzunahme, und darüber wieder eine Abnahme von 0.5 bis 0.7° pro 100 m anzunehmen.

#### Erklärungsmöglichkeiten der eigentümlichen Schallverbreitung; der Einfluss von Temperaturverteilung und Windbewegung auf die Schallbahnen.

Ein erschöpfender Erklärungsversuch liegt ausserhalb der Aufgabe dieser Darstellung. Immerhin seien einige wesentlichen Punkte erörtert und untersucht, unter welchen Bedingungen eine Schallverbreitung wie die beobachtete überhaupt stattfinden konnte.

Dass der Schall sich nur in dem Quadranten NE verbreitet hat (siehe die Karte), erklärt sich aus der Lage des Explosionsortes mitten an der riesigen, nach N schauenden Bergwand. Dabei fällt allerdings auf, dass der Schall nicht weiter nach NW gehört worden ist.

Das Gebiet des Schweigens kann, was die tiefern Punkte betrifft, als direkter Schallschatten der vor dem Explosionsort gelegenen diesem an Höhe nahezu gleichkommenden ja ihn z. T. übertreffenden Gebirgskette erklärt werden. Das genügt aber nicht für eine Anzahl oben angeführter Höhenpunkte, welche vielleicht durch geradlinige Schallstrahlen

erreichbar wären. Hier ist zu erinnern an die Tatsache, dass der Schallstrahl sich nur dann geradlinig fortpflanzt, wenn die Schallgeschwindigkeit in der ganzen Schallbahn die gleiche ist. Die Schallgeschwindigkeit ist aber abhängig von der mechanischen Fortführung der Luft durch die Windströmung, und von der Elastizität der Luft, die ihrerseits von der Temperatur (nicht vom Luftdruck!) abhängt. Die Wirkung dieser Faktoren ist so, dass bei Temperaturabnahme mit der Höhe (ebenso bei Zunahme der Windgeschwindigkeit mit der Höhe bei nach dem Schallort hinwehendem Wind) die Schallbahnen gegen den Boden konvex gekrümmt sind. Die von einer in einer gewissen Höhe gelegenen Schallquelle ausgehenden Schallstrahlen erreichen also unter diesen Bedingungen von einer gewissen Entfernung an überhaupt den Erdboden nicht mehr, sondern werden vorher in die Höhe gelenkt; ist der Sinn der Temperaturverteilung und der Windänderung mit der Höhe umgekehrt, so tritt auch umgekehrt eine Krümmung der Schallstrahlen konkav nach dem Erdboden zu ein. Diese Tatsachen spielen eine wesentliche Rolle bei der Erklärung der wechselnden Hörweite des Donners, und der Nebelsignale an den Küsten. Wenn die Höhe  $h$  des Schallortes über der Erdoberfläche, die Temperaturabnahme  $\Delta t$  und die Windzunahme  $\Delta w$  in der Richtung gegen die Schallquelle zu pro 100 m mit der Höhe gegeben sind, berechnet sich die maximale  $X$  Schallweite auf der Erdoberfläche (nach *Schötz*, *Mohn* und *Meinardus* siehe *Annalen der Hydrographie* 1892, Seite 85 und „*Meteorologische Zeitschrift*“ 1895, Seite 14) nach der Formel

$$X = \sqrt{\frac{h}{k}} \text{ Meter, wobei } k = 0,0000092 \Delta t + 0,0000156 \Delta w.$$

Bei einer Temperaturabnahme von  $0.6^\circ$  und der Annahme ruhiger Luft, den damaligen Verhältnissen entsprechend, ergibt sich für eine Höhe der Schallquelle von 2000 m über der Ebene eine maximale Schallweite von 19 km; hatte der Beobachtungsort die gleiche Höhe über der Ebene wie die Schallquelle (z. B. Säntis), so war die maximale Schallweite 38 km. Auf grössere Entfernungen wäre also unter den gegebenen Bedingungen normalerweise der Schall nicht mehr hörbar gewesen. Die positiven Berichte vom Pilatus und Rigihochfluh, in 50—60 km Entfernung, stimmen hierzu nicht ganz. Hierbei ist immer eine ungehinderte Ausbreitung vorausgesetzt und von einer Beugung der Schallwellen abgesehen.

Kann man nach allem Gesagten die negativen Nachrichten auch der Höhenpunkte der Schweigenszone verstehen, ja voraussehen, so bleibt die Hauptsache um so erklärungsbedürftiger, wie nämlich in dem Gebiet anomaler Hörbarkeit die Schallwellen doch wieder zum Boden herabgelangt sind, in einer Entfernung von 127 km (Säntis) bis 140 km.

Dreierlei Möglichkeiten können den Witterungsumständen jenes Tages nach in Betracht gezogen werden: 1. Eine Begünstigung der Schallfortleitung durch die an der obern Grenze des Nebelmeers anzunehmende Temperaturumkehrung. 2. Eine Zurückleitung der Schallstrahlen durch Reflexion etwa an der tatsächlich in ca. 4000 m bestehenden Wolken-(A-Cu, A-Str)-schicht. 3. Ein Zurückkehren der Schallwellen infolge von Brechung in den höhern Schichten der Atmosphäre, wo entsprechende Windbewegung anzunehmen wäre. Diese drei Möglichkeiten sollen im Folgenden kurz besprochen werden.

1. In der Grenzschicht, da wo die innerhalb der Nebeldecke mit der Höhe abnehmende Temperatur nun wiederum zunimmt, ist allerdings die physikalische Bedingung für eine sehr weite Fortleitung horizontaler Schallwellen gegeben, da diese weder nach oben noch nach unten die Schicht verlassen können. Aber doch genügt dies als allgemeine Erklärung den Tatsachen nicht, vor allem nicht jener, dass die Explosion auch an solchen hohen und z. T. seitlich abgeschlossenen Punkten wie Säntis und Fählensee zunächst gehört und andererseits von einer bestimmten Entfernung an auch durch den Nebel hindurch in der Tiefe vernommen wurde.

2. Für die Betrachtung der Reflexion des Schalls an der Wolkenschicht setzen wir voraus, dass es sich handle um eine Totalreflexion der Schallwellen an einer für die Schallfortpflanzung diskontinuierlichen Schicht, gebildet durch einen Temperatursprung (Umkehr) oder eine plötzliche Änderung der Windgeschwindigkeit. Solche treten erfahrungsgemäss am ehesten in Verbindung mit einer Schichtwolke auf. Zunächst der Grenzwinkel, von welchem an Totalreflexion stattfindet, ergibt sich aus den Beziehungen  $\frac{v_1}{v_2} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n$ , wobei die Schallgeschwindigkeit  $v_1$  kleiner sein muss als  $v_2$ .

Wird  $\beta = 90^\circ$  gesetzt, so ergibt sich der Grenzwinkel  $\sin \alpha = n$ . Für eine plötzliche Windzunahme an der Grenzschicht von je 5, 10 und 20 m ergeben sich die Grenzwinkel  $10^\circ 0'$ ,  $13^\circ 30'$  und  $19^\circ 20'$ . Den gleichen Grenzwinkel wie ein Windsprung von 5 m würde eine plötzliche Temperaturzunahme von  $8.5^\circ$  bewirken; eine solche ist in der in Betracht kommenden Höhe der Atmosphäre so gut wie ausgeschlossen, während ein Windsprung von 5 m meteorologisch plausibel erscheint. Eine solche Sprungschicht in der Höhe der Altocumuluswolken, rund 1500 m über dem Explosionsniveau, also bei etwa 4200 m angenommen, würden, bei einer Temperaturabnahme von  $0.6^\circ$  auf 100 m und ruhiger Luft, jene Schallstrahlen in 4200 m Höhe eben noch unter dem Grenzwinkel ankommen, welche vom Explosionsort horizontal ausgingen. Sie würden in Abständen von ungefähr 32 km immer wieder an die Grenzfläche zurückkehren, und von neuem reflektiert werden. Der tiefste Punkt dieser Schallbahnen würde aber nicht unter die Höhe des Explosionspunktes hinabsteigen, so dass die Annahme einer Totalreflexion im Altocumulusniveau keine Erklärung für die tatsächlich beobachteten Phänomene bietet. Es sei noch bemerkt, dass jene Schallstrahlen, welche die Schallquelle nicht annähernd horizontal verlassen, unter den angenommenen Bedingungen nicht mehr total reflektiert würden. Um einen grössern Teil der

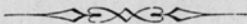
Schallstrahlen total reflektieren und sich nach der Reflexion der Erdoberfläche mehr nähern zu lassen, müsste das Diskontinuitätsniveau oder der Betrag des Windsprungs nach der Richtung des Unwahrscheinlichen verschoben werden.

3. Wir gehen also über zur Betrachtung der Annahme einer graduellen Windzunahme oberhalb des Altocumulusniveaus; dann kommt nicht mehr Reflexion, sondern Brechung in Frage. Die Temperaturabnahme möge  $0.6^\circ$  sein, wie für die tiefern Schichten gefunden, und bis 4200 m hinauf ebenfalls angenommen wurde. Die Windzunahme möge konstant sein und möge erst in 4200 m, oberhalb der Altocumulus beginnen. Unterhalb sei die Luft ruhig. Beides stimmt mit den Beobachtungen, soweit solche vorhanden sind. Ein stärkerer Süd- bis Südwestwind in grösserer Höhe ist auch mit der Luftdruckverteilung jenes Tages sehr gut vereinbar. Es muss die Bedingung erfüllt werden, dass der Schallstrahl wieder bis zur Erde zurückgebrochen wird. Hierzu muss er, bei den gemachten Voraussetzungen, das Niveau von 4200 m unter einem Winkel von  $(90^\circ - i) = 14.5^\circ$ , resp.  $15.0^\circ$  zur Horizontalen treffen, je nachdem wieder ein Erdbodenniveau von 750 resp. 500 m erreicht werden soll. — Durch eine Windzunahme von 0.35 m würde, beiläufig bemerkt, die nach oben ablenkende Brechungswirkung der Temperaturabnahme gerade aufgehoben, und eine geradlinige Schallbahn bewirkt werden; bei 0.5 m Windzunahme, die wir annehmen wollen, würde die Schallbahn schon nach dem Erdboden konkav gekrümmt sein, mit einem Krümmungsradius von 225 km <sup>1)</sup>. Die Schallstrahlen würden 112 km entfernt von der Eintrittsstelle wieder ins Altocumulusniveau zurückkehren, nachdem sie sich bis 7100 m über dasselbe erhoben. Die darunter liegenden Anfangs- und Endstrecken von der Schallquelle an und bis zum Erdboden zurück, je 8 und 20 km, ergeben 140 km für die totale Entfernung der innern Grenze des anomalen Hörbarkeitsgebietes, in Übereinstimmung mit den Tatsachen. Die Schallstrahlen wären dann im höchsten Teil ihrer Bahn bis 11300 m gestiegen, wo die Windgeschwindigkeit 35 m betragen hätte. Dieser Betrag ist bei der Luftdruckverteilung jenes Tages wohl denkbar, immerhin etwas hoch. Aber bei einigen plausiblen Änderungen in den übrigen Annahmen würde auch eine etwas geringere Maximalgeschwindigkeit genügen. Dies näher zu zeigen, die Bedingungen auch für die in grösserer Entfernung als 140 km zur Erde zurückgekommenen Schallwellen aufzustellen, die Rolle der dabei in Betracht kommenden sogenannten obern Inversion oder <sup>Tropo</sup>Troposphäre zu erörtern und die Rundung der Erde zu berücksichtigen, würde hier zu weit führen. Es genügt, nachgewiesen zu haben, dass die beobachtete Schallverbreitung unter meteorologisch plausibeln Voraussetzungen physikalisch quantitativ erklärbar ist.

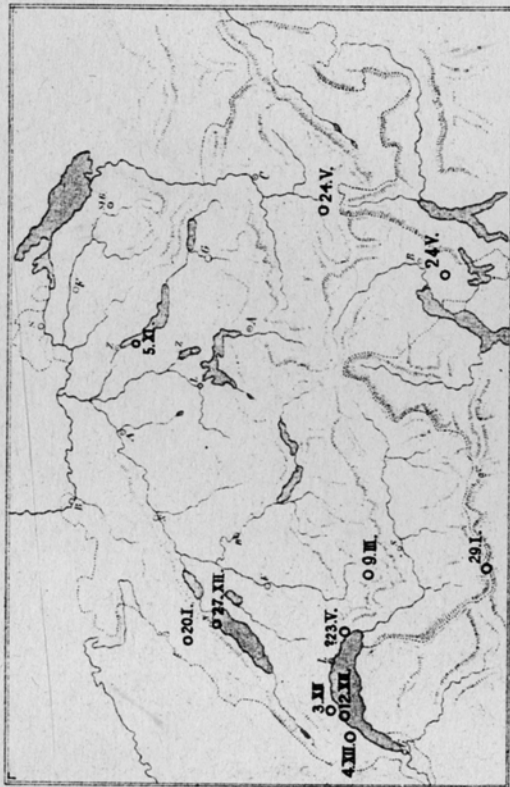
Zum Schluss sei noch erwähnt, dass in der Literatur der letzten Jahre schon zwei Fälle von Dynamitexplosionen beschrieben sind, bei denen ähnliche Schallanomalien auftraten <sup>2)</sup>. In beiden Fällen lag das Gebiet anomaler Hörweite in ähnlicher Entfernung wie in unserm Fall, 125—140 km westlich vom Explosionsort; im zweiten ist uns die betreffende Kartendarstellung, die leider nicht zur Veröffentlichung gelangt ist, durch die Liebenswürdigkeit des unten genannten Bearbeiters zur Einsicht vorgelegt worden. In jenen Fällen kommen Berghindernisse zur Erklärung des Schweigensgebietes nicht in Frage. Die Annahmen unseres Versuchs, den Schall auf dem Wege der höhern Luftschichten nach dem Gebiet der abnormalen Hörbarkeit gelangen zu lassen, gewinnen an Wahrscheinlichkeit, wenn man jene Fälle beizieht, und können wiederum zur bessern Erklärung derselben dienen.

$$1) R = \frac{1}{2k \sin i}$$

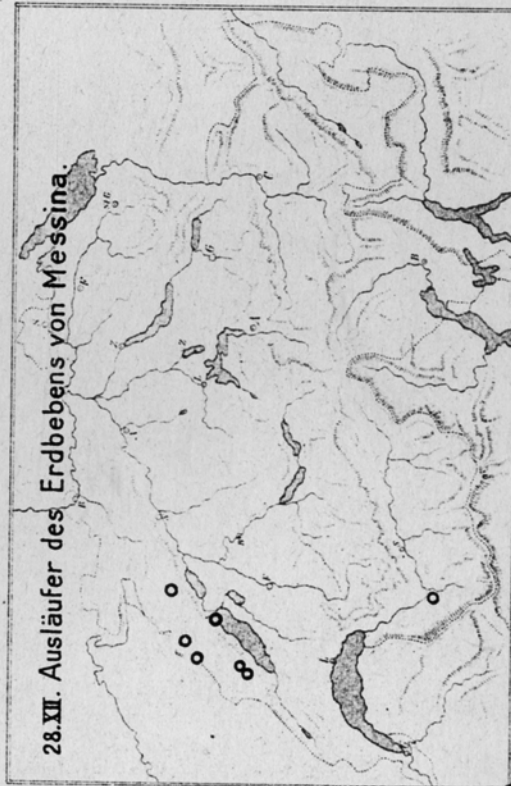
<sup>2)</sup> „Über die Verbreitung der durch die Dynamitexplosion zu Förde in Westfalen verursachten Schallphänomene“ und „Über die Fernwirkung der Roburitaufflammung in Witten-Annen“, von G. v. d. Borne, in der „Erdbebenwarte“ Jahrgang IV 1904, Seite 1 und Jahrgang VI, 1907, Seite 110.



Erdbeben der Schweiz im Jahre 1908.



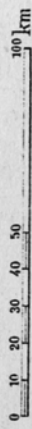
28.XI. Ausläufer des Erdbebens von Messina.



# Schallverbreitung der Dynamitexplosion

an der Jungfrau-Bahn. 15. Nov. 1908.

1 : 1:830000



• Orte mit positiven Berichten (der Strich bedeutet die angegebene Herkunftsrichtung des Schalls)  
 + Orte mit negativen Berichten

