

Jahresbericht

des

Schweizerischen Erdbebendienstes 1920.

Von Prof. A. de Quervain.

1. Allgemeines.
 2. Die 1920 in der Schweiz gespürten und die an der Erdbebenwarte Zürich registrierten Nahebeben, nebst Uebersicht der Fernbeben, von Dr. A. de Weck und Dr. A. de Quervain. (Mit 1 Tafel.)
-

Anhang:

1. Mitteilungen über weitere Fälle von ungewöhnlicher Schallausbreitung bei Explosionen:
 - a) Explosion von Oppau am 21. September 1921 (mit einer Karte);
 - b) Explosion des Forts von St. Helena am 25. Oktober 1921; von A. de Quervain und A. de Weck.
 2. Mitteilung über den Austausch internationaler seismischer Depeschen, von A. de Quervain.
-

GEOPHYSICS LIBRARY



Jahresbericht 1920 des Erdbebendienstes

der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt.

Von Prof. Dr. A. de Quervain.

1. Allgemeines.
2. Die 1920 in der Schweiz gespürten und die an der Erdbebenwarte Zürich registrierten Nahebeben, nebst Uebersicht der Fernbeben, von Dr. A. de Weck und Dr. A. de Quervain. (Mit 1 Tafel.)

Anhang:

1. Mitteilungen über weitere Fälle von ungewöhnlicher Schallausbreitung bei Explosionen:
 - a) Explosion von Oppau am 21. September 1921 (mit einer Karte);
 - b) Explosion des Forts von St. Helena am 25. Oktober 1921; von A. de Quervain und A. de Weck.
2. Mitteilung über den Austausch internationaler seismischer Depeschen, von A. de Quervain.

1. Allgemeines.

Die Bearbeitung der Beobachtungen geschah wie bisher im Wesentlichen durch Herrn Assistent Dr. A. de Weck gemeinsam mit dem Berichterstatter; bei der Bureauarbeit und bei Vertretungen beteiligte sich Frl. Steiner, soweit ihre zunehmende Beanspruchung durch den allgemeinen Dienst es erlaubte. Die tägliche Besorgung der Seismographen wurde wie bisher zuverlässig durch Stadtförster Peter und in Stellvertretung durch Frl. A. Peter ausgeführt.

Für den makroseismischen Dienst wurde die früher erwähnte vereinheitlichte Kartenserie der schweizerischen Beben weiter geführt.

Die Angelegenheit der Apparatkonstruktion ging durch folgende weitere Phasen: Die Ausschreibung des Baues des beschlossenen unterirdischen Gewölbes für den neuen Apparat ergab infolge der stets gestiegenen Preise eine solche Kreditüberschreitung, dass von der Eidg. Bauinspektion auf Verlangen des Eidg. Departements des Innern ein neuer verbilligter Bauplan mit Heranrücken des Gewölbes an die hintere Hausseite ausgearbeitet wurde. Herr Piccard und der Berichterstatter einigten sich zu dessen Annahme, aber unterm 9. Oktober lehnte das Departement selbst diesen Nachkredit ab, in Befürchtung nochmaligen Uebersteigens. So sahen wir uns schliesslich genötigt, die ursprüngliche Absicht einer Unterbringung im jetzigen Gebäude wieder aufzunehmen, mit ihren fraglosen Bedenken, die wir möglichst zu berücksichtigen suchten. Hierzu wurde die Uebertragung des schon bewilligten Baukredites zugestanden, und wir haben entsprechende Veränderungen im Plan mit der Eidg. Bauinspektion vereinbart. Die Firma Trüb-Täuber versprach Fertigstellung aller Apparatteile aufs Frühjahr 1921.

Es sei hier noch die Wiederaufnahme einiger neuer Beziehungen im internationalen seismographischen Verkehr erwähnt, speziell ein gelegentlicher Depeschenaustausch, dessen Vorschlag von uns ausging und der im Anhang besprochen ist.

Die Erdbebenwarte im Degenried wurde von uns regelmässig kontrolliert; die Apparate funktionierten ohne nennenswerte Unterbrechung. Von blossen, nicht näher deutbaren Spuren abgesehen, wurden 56 Nahebeben und 30 Fernbeben registriert. — Die Konstanten der Apparate waren im Mittel folgende:

	Bosch-Mainka 450 kg-Pendel		Spindler & Hoyer-Wiechert'scher
	Nord-Süd-Komp.	Ost-West-Komp.	Vertikalapparat 80 kg
Vergrösserung für schnelle Schwing.	226	237	111
Eigenperiode	5,0 ^s	4,9 ^s	3,1 ^s
Dämpfung	4,0	4,0	3,0
Reibung	1,0	0,7	0,4
Registriergeschwindigkeit	ca. 30 ^m / _m	ca. 30 ^m / _m	ca. 30 ^m / _m
Mittlerer Zeit-Interpolationsfehler	± 0,1 ^s	± 0,1 ^s	± 0,3 ^s

Die Reibung wurde nach der allgemeinen Formel $r = \frac{l_1 + l_2 + \dots + l_{n-1} - v_0(l_2 + l_3 + \dots + l_n)}{2(n-1) \cdot (v_0 + 1)}$ berechnet, wobei l_1, l_2, \dots, l_n die aufeinanderfolgenden doppelten Ausschläge sind und wo v_0 die Restdämpfung $= \frac{l_1 - l_{n-1}}{l_2 - l_n}$ bedeutet. Anfang März wurde an den E-W-Apparat eine flüssige Zusatzdämpfung angebracht, um gleich grosse Dämpfungen für die N-S- und für die E-W-Komponente erreichen zu können.

2. Die im Jahre 1920 in der Schweiz verspürten Erdbeben.

Im Jahre 1920 wurden im ganzen 33 Erdstösse in der Schweiz verspürt. Sie verteilen sich wie folgt auf die Monate:

Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
0	1	10	11	3	0	0	0	2	1	3	2

Es fielen 22 in die Zeit der Ruhe (20—8^h) und 11 in die Zeit der Tätigkeit (8—20^h), 9 wurden auf der Erdbebenwarte in Zürich registriert. Eines hatte seinen Herd ausserhalb der Schweiz (Erdbebenkatastrophe in der Toscana).

Sturmnacht vom 11.—12. Januar. Am 11. Januar 23^h 40^m ca. erreichte in Zürich der Wind die maximale Geschwindigkeit von 25 m pro Sekunde. In Zürich glaubten verschiedene Personen ein Erdbeben zu verspüren am 12., zwischen 1^h und 1^{1/2}^h. Eine Erdbebenwahrnehmung wurde auch aus Krummenau, Krümmenswil und zwei Orten 1—2 km westlich von Krummenau (Toggenburg) gemeldet; mit Ausnahme von Krümmenswil (2^h ca.) sind aber die Zeiten ganz unbestimmt. Auf den Diagrammen der Seismographen (horizontale Komponenten) lässt sich aber, was sonst nie der Fall war, der Einfluss des Windes erkennen: Kleine Wellen, meistens von der Periode 0,6^s, kamen häufig vor und auch manchmal stärker ausgeprägte, die während ca. 5—10^s eine gewisse Aufzeichnung ergaben. Um 0^h 01^m erfolgte sogar während einer Minute eine Art von Registrierung mit erheblicher Amplitude (Maximum 6 μ), die wahrscheinlich auf eine lokale Bodenunruhe durch Sturm zurückzuführen ist.

Bemerkungen zu besonders bemerkenswerten Erdbeben.

Walliserbebenreihe vom 29. März bis 2. April. Hauptbeben am 30. März 2^h 04^m und 1. April 19^h 26^m mit verhältnismässig grossen Erschütterungsgebieten (Grenze Wallis-Bern-Waadt). Die Diagramme dieser zwei Beben ergeben nahezu gleiche Intensität, die Amplituden waren jedoch etwas stärker beim ersten Beben. Sie bieten ganz besonderes Interesse durch ihre partielle Identität, (man vergleiche zu dieser Frage den Artikel im letztjährigen Jahresbericht). Die Aufzeichnungen der P-Wellen (P und \underline{P}) sind während den 4—5 ersten Sekunden identisch auf den beiden N-S-Komponenten und auf den beiden E-W-Komponenten, nachher werden die Amplituden kleiner, die Identität hört auf und tritt wieder am Anfang der S-Wellen auf, um sodann zu verschwinden, da die Periode sehr kurz wird (ca. 0,6^s). Auf den Vertikalkomponenten lassen sich nur für den Anfang der P (eP und iP) identische Einsätze feststellen. — Bei einer Epizentralentfernung von nur 145 km zeigen diese Seismogramme unverkennbar die beiden Anfangsphasen P und \underline{P} (S. Jahresbericht 1919, Fussnote pag. 11).

Erdbeben in Grenchen (Kt. Solothurn) und Umgebung vom 15. Mai (6^h 14^m). Am 15. Mai wurde ein schwaches Nahebeben registriert; auf den Seismogrammen war der Anfang der P-Wellen kaum sichtbar und unsicher, so dass zunächst trotz dem scharfen Einsatz der S-Wellen keine Distanzbestimmung möglich war. Drei Tage später wurde uns die Wahrnehmung dieses Bebens in Grenchen (Kt. Solothurn) brieflich gemeldet. In der Meinung, das Beben sei vielleicht im Dorf Grenchen oder in seiner nächsten Umgebung lokalisiert und wiederum in Beziehung zu bringen mit dem Tunnel des Grenchenbergs [man erinnere sich an die von uns eingehend untersuchten drei Tunnelbeben des Jahres 1913¹⁾], wurde eine besondere Erkundigung an Ort und Stelle beschlossen, und Dr. de Weck begab sich nach Grenchen, Bettlach und Lengnau. Er verabredete sich mit Hrn. Schürer, Rektor der Sekundarschule von Grenchen, welcher bereitwilligst eine Umfrage mit Fragekarten unter den Familien der Schüler unternahm. Die Beantwortung jeder Fragekarte sollte sich auf die Wahrnehmung des Bebens durch die Bewohner des betreffenden Hauses beziehen; dabei war noch zu unterscheiden, ob die Beobachter von dem Beben erwachten, oder ob sie wach, bettlägerig oder stehend waren. Ebenfalls wurden auf unseren Wunsch durch Sekundarlehrer W. Frutiger in Lengnau (2,5 km SW von Grenchen) und Lehrer Stuber in Bettlach (2,5 km nordöstlich von Grenchen) eine ähnliche Erhebung ausgeführt.

Die Umfrage durch die Schulbehörde und unsere persönliche Erkundigung in Grenchen erstreckte sich auf 180 Häuser; in 95 derselben wurde das Erdbeben gespürt, in 85 wurde es nicht gespürt. Für Grenchen konnten wir von der Bauverwaltung der Gemeinde eine Kopie des Planes der Gemeinde (Masstab 1:4000) erhalten. Durch Bezeichnung auf diesen Plan der Intensität für jedes Haus versuchten wir dann eine Uebersicht der Wahrnehmung zu bekommen. Leider liess sich dadurch ein bestimmtes Epizentrum in Grenchen nicht erkennen; die verschiedenen Intensitäts-

¹⁾ Jahresbericht des schweizerischen Erdbebendienstes 1913.

grade und die negativen Angaben verteilen sich überall im Dorfe und manchmal hat man für benachbarte Häuser positive und negative Meldungen, ein Beweis, dass in der Erdbebenwahrnehmung auch viel subjektives und relatives steckt. Aus der Gesamtheit der in Grenchen eingesammelten Angaben geht hervor, dass das Beben ziemlich allgemein gespürt wurde (Intensität V); viele Personen erwachten und auch im Freien wurde die Erschütterung beobachtet. Die Meldungen sprechen von 1—2 Stössen, Dauer 3^s (Zwischenzeit 1^s); manche charakterisieren die Erscheinung als Zittern, andere als Schaukeln, nach einigen Beobachtern wurde sie von einem donnerartigen Geräusch begleitet. Aus den Richtungsangaben, die auch in den Plan eingetragen wurden, lässt sich nichts bestimmtes feststellen: die Hauptrichtungen N-S oder S-N, E-W oder W-E und die senkrechte Richtung wurden von den Bewohnern nahezu gleich oft angegeben. Im oberen Teil des Dorfes („Auf der Schmelze“) wurde das Beben fast allgemein verspürt und ebenfalls in der Nähe des Eingangs des Grenchenberg-Tunnels; dort selbst wurde es vom Wärter der Eisenbahnlinie im Freien wahrgenommen. Die Höfe der nördlichen Grenze der Gemeinde Grenchen ergaben viele negative Meldungen; es ist aber wohl möglich, dass in manchem Bauernhaus das Erdbeben unbemerkt blieb, weil um diese Zeit schon alle aufgestanden und tätig waren. Die Häusergruppe „in den Stauden“ lieferte doch zwei positive Meldungen. Im nordöstlichen Teil des Dorfes (gegen Bettlach zu) sind die negativen Angaben, jedoch zahlreicher und deuten schon auf die Grenze der Wahrnehmungszone hin. Das Beben wurde auch gespürt in Lengnau (Int. IV, 17 positive, 8 negative Meldungen), Pieterlen (III), Meinisberg (II—III). In Bettlach wurde es nur ganz vereinzelt beobachtet (blos 2 positive Meldungen, neben 21 negativen); Erkundigungen in den Höfen nordwestlich von Bettlach ergaben lauter negative Angaben.

Um das Erschütterungsgebiet auch durch negative Berichte möglichst sicher abgrenzen zu können, wurden noch Fragekarten an die Gemeinden der Umgebung versandt und wir erhielten nach einigen Tagen die unerwartete Nachricht, das Beben sei auch in Court (ca. 7 km nordwestlich von Grenchen) gespürt worden (Int. II—III), in fünf Häusern nördlich der Birs und des Bahnhofes Court, am Südfuss des Montgirod. Diese Mitteilung verdanken wir Hrn. Ed. Bueche in Court; er bemühte sich auch um Erkundigungen in den übrigen Teilen des Dorfes und in der Umgebung, auf dem Moron s. Malleray, Montgirod und Lajoux, auf dem Graitery, in Le Chaluet und südöstlich von Court auf dem Montoz (Richtung Court-Grenchen), in den Höfen von Pré-Richard und La Bluai. Dieselben brachten aber lauter negative Angaben. Dagegen wurde das Beben auf dem Stierenberg (3 km nordwestlich von Grenchen, 1072 m hoch, am Abhang gelegen) gespürt (Gypsstücke von einer Mauer abgefallen), was auf ein Maximum der Intensität (Grad VII) deuten würde. Im Birstal beschränkte sich die Wahrnehmung auf Court (in Sorvilier, Bévilard, Malleray nicht gespürt). Das Beben blieb ebenfalls unbemerkt in Vauffelin und Plagne, und die Fragekarte an Romont (1,5 km nördlich von Pieterlen) blieb unbeantwortet; dasselbe ist zu sagen von den Fragekarten an Selzach, Gänsbrunnen, Moutier und Perrefitte; Eschert bei Moutier antwortete negativ. Südlich der Aare wurde das Beben nicht gespürt (Arch 4 km südöstlich von Grenchen negativ, keine Antwort aus Rüti bei Büren). — W.

Um das Endergebnis dieser ganzen Enquête feststellen zu können, ist es nötig, auf die Schlussfolgerungen der Untersuchung der frühern Grenchener-Erdbeben zurückzugehen. Dort war angenommen worden, dass das Auslaufen jener ungeheuern Wassermassen aus den Klüften oder Höhlen des Berges, welche von dem Tunnelbau angezapft worden sind, Spannungsänderungen im Gestein am Südende des Tunnels bewirkte, die sich in einem oberflächlichen Erdbeben äusserten. Genaueres über den Grad der Lokalisierung der primären Erschütterung hatten jene ersten Untersuchungen nicht ergeben können; sie hatten nur eine sehr geringe Tiefe wahrscheinlich gemacht. Die oben mitgeteilten Beobachtungen zeigen nun, dass jedenfalls der Herd nicht so scharf begrenzt war, resp. nicht so ganz nahe der Erdoberfläche lag, und auch nicht so scharf auf den Tunnel zu beziehen ist, wie es denkbar war; eine Tiefe von 1—2 km für den primären Anstoss ist wohl anzunehmen. Das Ergebnis widerspricht im übrigen nicht den frühern Annahmen. Es ist aber bemerkenswert, dass in der langen Zeit seit 1913 sich jene Spannung noch nicht ganz ausgeglichen, und im Jahr 1920 noch zu einem kräftigen Nachstoss geführt hat.

Erdbeben vom 29. und 30. Mai. Herd vermutlich bei Zara, Dalmatien. Zwei Beben aus demselben Herd. Auffallende Identität zwischen den entsprechenden Komponenten der Seismogramme dieser Beben, auf welche wir vom Strassburger Institut aufmerksam gemacht wurden, hat uns zu einer Erörterung des Problems schon im letzten Jahresbericht veranlasst (pag. 9).

Tabelle I. In der Schweiz verspürte Erdbeben. 1920.

Nr.	Monat und Tag	M.-E. Zeit 0-24 ^h	Erschütterte Gegend und Epizentralgebiet	Grad Forel-Rossi	Grösste Ausdehnung km	Zahl d. pos. Meldungen	Zahl d. neg. Meldungen	Registriert in Zürich	Bemerkungen (Charakter, Zahl der Stösse, Dauer, bes. Wirkung)
	Jan. 2.	1, 53	St. Gallen	II-III?	—	1	—	—	Zweimaliges Heben, Brummen, Klappern der Griffe eines Möbels. (Fraglich.)
	" 12.	2, ca.	Krummenau, Krümmenswil (Toggenburg) und Umgebung	III?	1,5	1	—	—	Schwaches Erdbeben, Zittern. Bestätigt v. 3 Pers., aber ohne Zeitangabe. (Fraglich: Sturmnacht!)
	" 16.	19 ^{1/2} -20 ^h	Zürich (Grossmünsterplatz). — Beobachtet im 3. und 4. Stock desselben Hauses	II	—	1	—	—	2 Stösse, Zwischenzeit ca. 5 Min. (lokal).
	Febr. 5.	19, 40	Zürich (Webergasse)	II	—	1	—	—	Rütteln der Schlüssel am Brett, rutschen eines Besens. Schwindeln des Beobachters.
1	Febr. 29.	17, 51	Berninahospiz (Graubünden)	III-IV	—	1	2	—	Erdbeben, Richtung NW-SE. Zittern des Erdbodens u. dumpfes Rollen. Dauer 10 Sek. Von mehreren Pers. beob.
2	März 16.	1, 56	Sierre	II-III	—	1	—	—	1 secousse (rez-de-chaussée), trépida-tions, craquements.
3	" 21.	19, 09	Suvretta (Oberengadin)	III	—	1	1	—	Stoss und gleichzeitig dumpfes Getöse, auch im Freien beobachtet.
4	" 29.	10, 59	Valais: Sierre, Louèche, Kippel (Int. V). — Ressenti aussi à Sion, Héremence, Vissoye, Zinal, Gampel, Louèche-les-Bains; à Kandersteg, Lenk, Lauenen, Gsteig (Oberland Bernois) et Rouge-mont (Pays d'Enhaut)	V	52	18	6	R	1 forte secousse (verticale, à Sierre), durée 1-2sec., accompagnée d'un roulement souterrain.
5	" 29.	12, 00	Valais: même région. Observé aussi à Lenk et Kandersteg mais pas ressenti à Sion, ni dans le Pays d'Enhaut	V	52	11	7	R	Forte secousse (verticale, à Sierre), immédiatement précédée d'un bruit sou-terrain.
	" 30.	1, 59	Sion	II?	—	1	—	—	Une secousse, obs. par 1 pers. (par confirmé).
6	" 30.	2, 04	Valais (Gampel et Kippel Int. V-VI; Sierre, Sion Int. V), Oberland Bernois et Pays d'Enhaut. Ressenti dans la vallée du Rhône de Martigny à Reckingen, au Sud jusqu'à Châble, Evolène, Zinal et Zermatt	V-IV	110	40 u. Z.	12	R	Très forte secousse précédée et accom-pagnée d'un bruit sourd. A Sierre chute d'objets. Durée 1-2 sec. En quelques endroits 2 secousses: Sion. Vissoye, Gsteig, Kienthal, Meiringen.
7	" 30.	geg. 5 ^h	Sierre	II	—	1	—	—	Secousse obs. par q'ques pers. seulement.
8	" 30.	21, 33	Sion	II	—	1	—	—	Secousse ress. par 2 pers. dans la même maison, étage supér. Dir. E-W.
9	" 30.	geg. 22 ^h	Sierre	II	—	1	—	—	Secousse obs. par quelques personnes.
10	" 30.	geg. 24 ^h	Clarens	III-IV?	—	1	—	—	Secousse ress. par plusieurs personnes.
11	" 31.	5, 58	Sierre et Kippel	IV	20	3	1	—	Faible secousse. Durée 1-2 sec. Pas ress. à Sion.
12	April 1.	19, 26	Valais (Sierre, Sion, Kippel, Leukerbad, Varen, Nax et Zermatt), Oberland Bernois (Gsteig, Boltigen, Saanen, Lenk, Mühlen). Ressenti aussi à Gryon et à La Valsainte. — (Zone de perception moins étendue que celle du sisme du 30 Mars.)	V-IV	85	15	10	R	Secousse très forte, précédée et accom-pagnée de roulements souterrains. Durée 1-3 sec. A Sierre (Int. V-VI) choc plutôt vertical, dans quelques maisons plâtre détaché du plafond.
13	" 1.	19, 33	Sierre (Int. V) et Sion (Int. III)	V	17	2	3	R	Secousse moins forte, avec léger bruit souterrain. Durée env. 2 sec.
14	" 1.	19, 41ca.	Sierre	II-III	—	1	—	—	Secousse ressentie par peu de pers.
	" 2.	0, 33	Sierre	II	—	1	—	—	Bruit souterrain.
	" 2.	0 ^h 42 ^m 18 ^s	Sierre	II	—	1	—	—	Bruit souterrain.
15	" 2.	2, 20	Sierre	II	—	1	—	—	Faible secousse, obs. par plusieurs pers.
16	" 2.	geg. 4 ^h	Sierre	II	—	1	—	—	Faible secousse, obs. par plusieurs pers.
17	" 6.	23, 52	Sierre	II	—	1	—	—	Secousse très faible.
	" 8.	20, 10	St. Moritz	II?	—	1	—	—	Von 1 Person beobachtet. Keine Bestätigung.
18	" 10.	24, 00	Nax (Wallis)	III?	—	1	—	—	Leichter Erdstoss.
19	" 13.	2, 25	Zweilütschinen (Berner Oberland)	III	—	1	—	—	Stoss, Richtung SE-NW. Dauer 1 Sek. Schwaches Geräusch gleichzeitig.
20	" 15.	22, 56	Wallis: Fiesch u. Fiescherthal, beson-ders auf d. rechten Ufer des Fiescher-baches (Int. IV); Mühlbach, Nieder-wald (III) und Lax (II). (In Ernen nicht beobachtet)	IV	6	4	2	—	In Fiesch: 2 Stösse, Dauer 1 Sekunde, Zwischenzeit 45 Sek.; Richtung S-N; gleichzeitig starkes rollendes Geräusch. Stillstehen einer Wanduhr.
21	" 19.	5, 37	Sierre	III-IV?	—	1	—	R	Secousse.

Tabelle I (Schluss).

Nr.	Monat und Tag	M.-E. Zeit 0-24 ^h	Erschütterte Gegend und Epizentralgebiet	Grad Forel-Rossi	Grösste Ausdehnung km	Zahl d. pos. Meldungen	Zahl d. neg. Meldungen	Registriert in Zürich	Bemerkungen (Charakter, Zahl der Stösse, Dauer, bes. Wirkung)
22	April 21.	5, 10	Sierre	III	—	1	—	—	1 secousse (trépidation verticale), obs. par quelques personnes.
23	Mai 6.	15, 43	Wallis: Fiesch, Fiescherthal u. Bellwald	III-IV	3	1	—	—	3 Stösse kurz aufeinander, Richtg. S-N.
24	" 15.	6, 14	Grenchen (Kt. Solothurn), (max. Intens.), Lengnau, Pieterlen, Meinisberg, Court und Bettlach	V	8	120	120	R	1-2 Stösse, Dauer ca. 3 Sek. In Grenchen (nach einigen Meldungen) begleitet v. donnerartigem Geräusch. — S. Text. Negative Meldungen aus Arch, Bévilard, Sorvilier, Malleray, Vauffelin, Plagne und Eschert.
25	" 25.	16, 43	Interlaken	II-III?	—	Ztg.	5	—	Ziemlich starker Erdstoss von einigen Sekunden Dauer (nach Zeitungsmeldung). Keine Bestätigung erhältlich. In Unterseen nicht gespürt. (Lokal.)
	Aug. 28.	3, 15	Grenchen (Kt. Solothurn)	—	—	1	—	—	Leichtes Schaukeln, schwaches Rollen. Nur von 1 Person beobachtet. Keine Bestätigung.
26	Sept. 6.	15, 35	Lugano (Meldung bezieht sich vielleicht auf toscan. Erdbeben v. 15 ^h 06 ^m ?)	III?	—	1	—	—	Leichter Erdstoss.
	" 7.	3, 30	Biel	II?	—	1	—	—	Erschütterung W-E. Krachen der Möbel.
27	" 7.	6, 56	Erdbebenkatastrophe in der Toscana Garfagnana und Lunigiana). Gespürt fast in der ganzen Schweiz, in einer Zone nördl. begrenzt durch Lausanne, La Chaux-de-Fonds, Bienne, Kandersteg, Meiringen, Stans, Zürich, Seebach, St. Gallen und Rorschach	IV-V	—	45	—	R	2 Erschütterungen, meistens als „Schaukeln“ bezeichnet.
	" 16.	7, 55	Villars-sur-Ollon	II?	—	—	—	—	Légères secousses vertic. Durée 2-3 sec. Aucune confirmat., de même que pour les secousses des 16 et 17 sept., début de la série date du 7 sept. 6 ^h 56 ^m .
	" 16.	14, 00	Villars-sur-Ollon	II?	—	—	—	—	Secousses verticales. Durée 1 ^m . Obs. par 2 pers. dans la même chambre.
	" 17.	2 ¹ / ₂ -2 ³ / ₄	Villars-sur-Ollon	II?	—	—	—	—	Secousses. Obs. par 1 pers.
	" 17.	geg. 11, 55	Villars-sur-Ollon	II?	—	—	—	—	Secousses très légères. Obs. par 1 pers.
28	Okt. 16.	5, 56	Sierre	II-III?	—	—	—	—	Secousse.
29	Nov. 18.	23, 12	Kanton St. Gallen: Wallenstadt, Berschis, Alt St. Johann, Wildhaus, Haag und Schwanden (Glarus)	III	40	6	7	R	1 Stoss, Zittern. Dauer 2-3 Sek.
30	" 21.	0, 20	St. Moritz (Int. IV), Samaden und Statzersee (II). — „Erdrisse im gefrorenen Boden: am Ostausgang des Dorfes, unweit des schiefen Turms und bei der Paracelsus-Trinkhalle in St. Moritz-Bad, Richtung SW“	IV	6	4	—	—	Zittern. Dauer 5-10 Sek. In Statzersee rollendes Geräusch.
31	" 24.	22, 20	St. Moritz	II	—	1	—	—	Schwaches Beben.
	" 26.	13, 45	Wahrnehmung der Schallwirkung der Explosion der Munitionsfabrik von Vergiate (am südlichen Ende des Lago Maggiore). Distanz Vergiate - Zürich 181 km. — Beobachtet im Südtessin (primäre Hörbarkeitszone) und besonders in der Ostschweiz, namentl. in den Kantonen St. Gallen, Appenzell, Thurgau und z. T. in den Kantonen Zürich, Glarus u. Graubünden, auch vereinzelt im Jura (anormale Hörbarkeitszone). — Primäre und anormale Hörbarkeitszone auch in Italien vorhanden. Zone des Schweigens scheint diametral zum primären Schallgebiet deutlich entwickelt	—	—	—	—	R	Zweimaliges Rollen, wie Donnerschläge oder Kanonenschüsse. Schall und Erschütterung vielfach als Erdbeben gedeutet. Im Südtessin Kamine umgeworfen, Fenster eingedrückt. Grösster Durchmesser d. Schallgebiets: Colmar-Fojano 630 km! Zeit in Vergiate: 13 ^h 32 ^m 53 ^s aus den Registr. der Erdwellen in Zürich. S. mikros. Tabelle nach Nr. 53 u. Anhang z. Jahresber. 1919.
32	Dez. 5.	16, 28	Berninahospiz (Graubünden)	V	—	1	—	—	Zittern, Richtg. N-S. Dauer 5 Sek. Gleichzeitiges Rollen.
33	" 5.	21-22 ^h ca.	Comprovasco (Tessin)	III	—	1	—	—	Kurzer Erdstoss, beob. v. 3 Pers. Dauer 1/2 ^s .
	" 17.	8, 57	Wollishofen (Staubstrasse 6)	II	—	1	—	—	Zittern. Dauer 7 Sek. Beob. v. 2 Pers. in demselben Haus. Keine Bestätigung anderseits.
	" 22.	6-7 ^h	Greifensee (Zürich)	I	—	1	—	—	Zittern. Dauer 10 Sek. Klirren von Gegenständen.

Tabelle II. In Zürich registrierte Nahebeben.¹⁾Zürich 1920. Mitteleurop. Zeit; Mitternacht = 0^h; H = 604.2 m; Länge: 8° 34' 49.5" E; Untergrund: Molassesandstein und Mergel, wechsellagernd. Breite: 47° 22' 7.2" N;

Nr.	Datum	Phase	M.-E. Z.	N	E	V	Periode			Amplitude			Epizentral- entfernung nach S-P	Bemerkungen	
							N	E	V	N	E	V			
			h m	s	s	s	s	s	μ	μ	μ	km			
	Jan. 12.	e i M F	0 0 1 1 1,7	40,6 12,4 — —	38,5 12,4 — —	— — — —	— — — —	— 0,6 — —	0,2 1,5 — —	0,2 1,3 — —	— — — —	—	Fraglich: lokale Bodenunruhe durch Sturm. Keine Aufzeichnung auf vertikaler Komponente.		
1	Febr. 28.	eP iS F	20 49 50 52ca.	— 32,7 —	58,2? 33,1 —	— 32,6 —	— 1,1 —	— 0,7 —	— 0,4 —	0,1 0,8 —	— 0,4 —	300ca.	Herd unbekannt.		
2	März 8.	e eS? F	16 15 16 20ca.	44,5 22,5 —	49,7 22,7 —	48,6 — —	— 1,5 —	— — —	0,2 0,4 —	0,2 0,8 —	0,4 — —	—	Herd in der Toscana: Chianti-Tal (ca. 40 km südöstlich von Florenz). Gespürt in Florenz und an mehreren Orten der Toscana.		
3	" 29.	eP iS M ₁ M ₂ F	10 59 59 59 59 11 02ca.	31,5 49,5 50,2 — —	32,9 49,6 50,6 52,6 —	30,7 49,7 50,5 — —	— 0,9 0,9 — —	0,6 0,8 0,9 — 1,0	0,6 — — — —	0,6 0,8 — — —	0,9 0,9 0,9 — —	143	Foyer dans la région de Sierre. Ressenti en Valais, dans l'Oberland Bernois et le Pays d'Enhaut. V. rapp-macros. No. 4.		
4	" 29.	eP iS M F	12 00 01 01 03ca.	54,4 15,0 15,8 —	55,2 14,0 — —	55,0 — — —	0,6 0,6 0,8 —	0,8 — — —	— — — —	0,3 0,9 1,3 —	0,2 2,1 — —	155?	Valais, même foyer. V. rapp. macros. No. 5. — eP net. Début phase S tombe probablement dans l'interruption de la minute, dans ce cas lecture S est de 0 à 3 sec. trop tardive. D'après les données macrosismiques d = 155 km tiré de (S-P) est trop grand.		
5	" 30.	eP iP iS M F	2 04 04 04 04 09ca.	35,4 36,8 54,8 56,4 —	35,9 36,9 53,7 56,1 —	36,7 37,7 56,3 58,6 —	— 0,8 0,8 1,2 —	1,0 0,8 0,6 1,0 —	— — — — —	0,2 2,2 2,4 15 —	0,4 1,3 3,3 11 —	0,6 2,7 2,2 3,6 —	145	Valais, Oberland Bernois et Pays d'Enhaut. V. rapp. macros. No. 6. Identité des P sur sismogr. No. 5 et 6, (V. texte). Enregistrement à Neuchâtel: P 2 ^h 04 ^m 27,4 ^s ; S 04 ^m 35,7 ^s ; à Coire: iP 2 ^h 04 ^m 40 ^s ; iS 05 ^m 2,5 ^s . — Epicentre micros. env. 10 km WNW Sierre déduit de l'h. épicentr. 2 ^h 04 ^m 14 ^s . de (S-P) Zurich, de S Neuchâtel (d = 84 km) et S Coire (d = 173 km). — Obs. heure exacte: Sierre 2 ^h 04 ^m 12 ^s (M ^r de Janczewski); Sion 2 ^h 04 ^m 19 ^s (M ^r Meyer).	
6	April 1.	eP iP iS M ₁ M ₂ F	19 26 27 27 27 27 31ca.	59,1 0,9 17,9 19,8 21,5 —	59,3 0,6 17,4 — 21,9 —	59,5 0,6 19,3 — — —	— 0,8 0,8 1,2 0,7 —	— — — — — —	— — — — — —	0,2 1,3 0,9 7,1 7,1 —	0,1 0,8 1,3 — 7,8 —	0,3 2,7 1,8 — — —	145	Même foyer, zone d'ébranlement moins étendue. V. rapp. macros. No. 12. Enregistr. à Neuchâtel: P 19 ^h 26 ^m 52,5 ^s , S 27 ^m 0,7 ^s ; à Coire: iS 27 ^m 25,4 ^s . De (S-P) Zurich on déduit heure ép. 19 ^h 26 ^m 37,5 ^s et avec S Neuchâtel (d = 87 km) et S Coire (d = 171 km): ép. centre micros. env. 9 km à l'Ouest de Sierre. Obs. heure exacte: Sierre 19 ^h 25 ^m 35 ^s (M ^r de Janczewski); 19 ^h 26 ^m 35 ^s (M ^r F. de Courten; 19 ^h 26 ^m 36 ^s (M ^r Mercier). Sion: 19 ^h 26 ^m 40 ^s (M ^r Meyer).	
7	" 1.	eP eS M F	19 33 33 33 34 ^{1/2}	15,4 34,6 35,9 —	16,2 35,2 — —	— — — —	0,8 — 0,8 —	0,7 0,8 — —	— — — —	0,1 0,1 0,4 —	0,1 0,4 — —	— — — —	155	Région de Sierre-Sion. V. rapp. macros. Nr. 13. Pas de compos. verticale. Heure ép. centr.: 19 ^h 32 ^m 52 ^s . Obs. heure exacte: Sierre 19 ^h 32 ^m 50 ^s (M ^r de J.); 19 ^h 32 ^m 51 ^s (M ^r M.); 19 ^h 32 ^m 50 ^s (M ^r F. de C.). ²⁾	
8	" 9.	eP iS M F	18 58 58 58 19 01ca.	3,8 25,9 29,0 —	1,1 26,0 26,8 —	4,1 26,7 26,7 —	— 0,8 0,8 —	— 0,9 1,0 —	— — — —	0,1 0,3 1,5 —	0,1 0,8 2,1 —	0,2 0,9 — —	197	Gespürt in der Umgebung von Innsbruck (n. Prof. Schorn).	
9	" 12.	e i(S?) M F	0 15 15 16 23ca.	46,6 50,8 0,8 —	47,8 52,4 — —	45,8 50,3 — —	— 1,6 2,6 —	— 1,2 — —	— 1,6 — —	0,2 0,9 4,0 —	0,2 0,8 — —	0,4 2,2 — —	—	Herd unbekannt. (Italien?)	
10	" 19.	e F	5 35 36ca.	47,3 —	47,3 —	— —	— —	0,6 —	— —	0,2 —	0,1 —	— —	—	Trace! Peut-être identique à la secousse obs. à Sierre à 5 ^h 37 ^m 9 ^s .	
11	Mai 5.	eP iP iS M F	15 43 43 44 44 52,5ca.	8,6 17,1 0,6 7,1 —	8,4 16,6 2,0 5,7 —	— 16,5 0,7 9,4 —	— 0,8 1,3 — —	— 0,8 0,9 2,0 —	— 1,1 1,1 2,0 —	— — — — —	0,2 1,4 15 47 —	0,4 2,2 17 29 —	— 0,9 1,4 3,1 —	355	Herd im Norditalien: Friaul, Carnia (Int. VIII). Beschädigung von Gebäuden (Tolmezzo, Venzone). In Udine abstürzen von Kaminen. — Deutl. Unterschied zwischen den P und P-Wellen. Epiz. Zeit 15 ^h 42 ^m 18 ^s . Registr. Neuchâtel: eP 15 ^h 43 ^m 23,2 ^s ; P 43 ^m 35,5 ^s ; S 44 ^m 32,1 ^s ; d = 452 km.

¹⁾ Zur Bearbeitung der Nahebeben standen uns die italienischen meteorologischen Bulletins, die seismologischen Bulletins des Observatoriums von Valle di Pompei und diejenigen von Hamburg und Barcelona zur Verfügung. — In manchen Fällen waren uns wie bisher die Angaben der Erdbebenstation Chur (freiwillig von Prof. Kreis geführt) und Neuchâtel (Dir. Arndt) von Nutzen, sowie auch diejenigen von Strassburg.

²⁾ Pour les 3 sismes No. 5, 6 et 7 l'observation d'heure exacte de M^r de J., à Sierre, est de 2 sec. en avance sur l'heure ép. centrale calculée; d'après les données macrosismiques la distance ép. centrale ne pourrait être plus grande que celle tirée de S-P, on en déduit: profondeur du foyer inférieure à 25 km ou bien vitesses des ondes autres que celles adoptées dans les tables Mohorovicic, ou l'un et l'autre.



Zürich 1920. Mitteleurop. Zeit; Mitternacht = 0^h; H = 604.2 m; Länge: 8° 34' 49.5" E; Untergrund: Molassesandstein; Breite: 47° 22' 7.2" N; und Mergel, wechsellagernd.

Nr.	Datum	Phase	M.-E. Z.	N	E	V	Periode			Amplitude			Epizentral- entfernung nach S-P	Bemerkungen
							N	E	V	N	E	V		
			h m	s	s	s	s	s	μ	μ	μ	km		
12	Mai 13.	eP S? F	5 41 42 44ca.	33,7? 14,1	32,6 14,9	33,5 —	— 1,0	— 0,7	— —	0,1 0,2	0,1 0,8	0,2 —	296?	Herd unbekannt. (Italien?)
13	" 15.	eP e e iS F	6 14 14 14 14 16	— 44,0 46,8	36,1? 42,7 — 48,4	— 44,2 — —	— — — 0,5	— — — 0,5	— — — —	— 0,2 0,2 1,3	0,1 0,2 — 0,4 —	— — — — —	96?	Herd in der Gegend von Grenchen (Kt. Solothurn). Siehe makros. Bericht Nr. 24 und Text.
14	" 18.	eP S M F	8 10 11 11 14	56,1 27,4	55,7 27,4	— —	— —	— 0,6	— —	0,1 —	0,1 —	— —	250	Herd im Fränkischen Jura (Bayern). Nach C. W. Lutz: Epiz. 11° 31' E. Gr.; 48° 55' N bei Zandt (Altmühljura). Distanz von Zürich ca. 275 km. Anfang der S fällt in die Minutenlücke.
15	" 29.	eP iS i M F	20 14 15 15 16 21	02,0 19,4 53,8	02,5 18,1 52,0	— — —	— 1,2 1,2	— 1,4 1,2	— — —	0,1 1,1 3,1	0,1 0,8 2,1	— — —	618	Herd vielleicht bei Zara (Dalmatien). Nach Mitteilung des Uff. Meteorolog. in-Roma: Erdstoss beob. um diese Zeit auf der Insel Pontadura, 25-30 km nordwestl. von Zara. Entfernung Zürich-Zara: ca. 635 km. — Auf vertik. Komponente nur Spuren.
16	" 30.	eP iS? e M F	11 12 13 14 14 19	41,4 59,5 —	40,6 14m00,5 —	41,9 — 28,3	— 2,2 0,6	— 2,6 0,6	— —	0,2 0,9	0,2 1,3	0,3 — 1,3	635	Beben aus demselben Herd wie das vorangehende. Auf- fallende Ident. zwischen den entsprechenden Seismogr. der beiden Beben. (S. Jahresber. 1919.) Ident. ebenfalls vorhanden in d. Diagr. v. Strassburg, Darmstadt-Jugen- heim, Rom u. anderen italien. Observat. Zeitintervall zw. je 2 ident. Punkten: 14 ^h 58 ^m 33,6 ^s . (Diagr. Zürich).
17	Juni 4.	eP S F	5 50 51 54	17,3 0,8	17,4 50m59,7	17,5 0,0	— 1,2	— 1,2	— —	0,1 0,9	0,1 0,4	0,3 0,4	342	Herd in Italien. Gespürt in Bondeno (Int. IV), Ferrara u. Faenza (ital. Bullet.). Dist. Zürich-Bondeno ca. 355 km. Auf vertik. Kompon. nur Spuren.
18	" 8.	eP S? F	17 13 14 19	57,5 47,8	58,0 55,4	57,4 —	— 1,1	— 1,9	— —	0,1 0,4	0,1 1,0	0,3 —	—	Herd in Italien. Gespürt in der Romagna u. Toscana.
19	" 8.	e iS F	18 43 44 48	59,9 17,3	— 17,5	— 18,2	0,8 0,5	— 0,5	— —	0,1 0,4	— 0,3	— 0,3	—	Italien?
20	" 8.	eP? iS F	19 30 31 35	45,8? —	48,7? 31,6	— —	— —	— 0,6	— —	0,1 —	0,1 0,3	— —	—	Toscana.
21	" 15.	e i F	15 03 04 08	54,3 —	55,7? 26,1	— —	— —	— 0,6	— —	0,1 —	0,1 0,2	— —	—	Mittelitalien: Marche (Ancona).
22	" 20.	eP iP iS F	13 16 16 18 23	49,3 50,4 18,7	49,3 — 18,4	49,0 — —	0,5 1,2 0,9	— — 0,5	— — —	0,4 1,1 0,9	0,2 — 0,4	0,4 — —	725	Herd vermutlich in Italien.
23	" 21.	e i F	8 23 24 30	42,7 —	45,4 11,6	— 12,3	0,4 —	— —	— —	0,1 —	0,1 0,4	— 0,1	—	Herd in der Marsica: Gespürt in Sora, Cassino, Caserta und Aquila.
24	Juli 30.	eP eP iS M F	21 07 08 08 09 15,5	43,9 — 56,3	38,7 — 56,5	47,4? 2,3 56,6 4,9	— — 1,0	— — 0,7	— — 1,1	0,2 — 4,9	0,1 — 3,3	0,3 0,4 1,3 4,5	503	Herd vermutlich an der kroatischen Adriaküste. Gespürt in Fiume (d = 510 km ca.).
25	Sept. 6.	P iP i i i iS M M ₁ F	15 06 06 06 06 07 07 07 07 21	24,6 34,6 — — 6,0 21,0 36,7	24,6 33,9 — — 0,2 14,6 —	24,5 33,1 42,4 59,0 — 26,7 32,1 42,6	— 0,6 — — 0,9 2,3 —	— 0,8 — — 1,3 1,1 —	— 1,1 — — — 1,4 — 1,8 1,9	— 7,1 — — 22 29 59	— 2,7 — — 10 31 — — 44	— 2,8 6,8 7,7 — 16 13 13	377	Herd in Toscana. Vorbeben zur italienischen Erdbeben- katastrophe vom 7. September. Gespürt in Florenz, Reggio Emilia, Mailand, Novara, Genua und in der Riviera di Ponente. — Anfang der P fällt in die Minutenlücke.



Zürich 1920. Mitteleurop. Zeit; Mitternacht = 0^h; H = 604.2 m; Länge: 8° 34' 49.5" E; Untergrund: Molasses und Mergel, wechsellagernd; Breite: 47° 22' 7.2" N; und Mergel, wechsellagernd

Nr.	Datum	Phase	M.-E.Z.	N	E	V	Periode			Amplitude			Epizentral- entfernung nach S-P	Bemerkungen
							N	E	V	N	E	V		
			h m	s	s	s	s	s	s	μ	μ	μ	km	
43	Sept. 11.	e i i M F	4 51 52 52 52 55,5	28,5 12,9 23,5 22,6 29,8	28,5 11,3 — — —	28,2 — — — —	— 1,2 1,2 — —	— 0,8 1,7 0,6 0,6 —	— — — — —	0,1 1,1 2,4 — —	0,1 1,0 1,7 4,6 —	0,1 — — — —	—	Herd wie vorhergehend.
44	" 11.	eP? e i F	15 33 33 34 39	— 22,8 21,2 —	02,2 — 20,1 —	— — — —	— — 1,2 —	— — 0,8 —	— — — —	— 0,1 0,9 —	— — 0,8 —	— — — —	—	Herd wie oben.
45	" 11.	eP e e F	15 59 59 16 00 04	01,0 — 06,0 —	— 53,9 08,0 —	— — — —	— — 1,0 —	— 0,8 — —	— — — —	0,1 — 0,2 —	— — 0,4 —	— — — —	—	Herd wie oben. Anfang in der Minutenlücke.
46	" 12.	e iS F	17 32 33 38	24,9 08,6 —	29,8 02,5 —	26,5 — —	— 0,8 —	— — —	— — —	0,1 0,7 —	0,1 0,8 —	0,3 — —	—	Herd wie oben.
47	" 16.	eP iP iS M F	5 18 18 18 19 24	09,4 28,0 44,8 08,0 —	04,3 — 42,5 15,7 —	02,3 — 43,9 — —	— 1,8 1,0 1,2 —	— — 1,3 1,6 —	— — — — —	0,1 0,9 3,1 6,6 —	0,1 — 1,7 4,4 —	0,3 — 1,8 — —	294	Herd wie oben.
48	" 16.	e i S? M F	19 29 30 30 31 35	57,4 30,6 44,4 0,7 —	57,5 31,6 45,8 3,1 —	59,1 — — — —	— 1,4 1,0 1,2 —	— — 0,6 2,0 —	— — — — —	0,2 0,9 2,0 2,2 —	0,2 0,4 0,8 2,1 —	0,3 — — — —	—	Herd wie oben.
49	Okt. 7.	e iS? F	9 29 30 34	56,4 26,6 —	58,6 27,0 —	59,4 — —	0,9 1,0 —	— — —	— — —	0,2 0,5 —	0,1 0,6 —	0,4 — —	—	Gespürt in Chiavari. (Nach italien. Bulletin.)
50	" 15.	e F	12 10 16	48,2 —	42,8 —	— —	— —	— —	— —	0,2 —	0,1 —	— —	—	Spuren, keine Phase.
51	" 22.	eP iS M F	22 35 35 35 39	24,3 47,1 48,5 —	20,5 47,5 49,0 —	— 47,6 — —	— 0,7 0,6 —	— 0,8 0,6 —	— — — —	0,2 2,4 4,9 —	0,2 4,8 7,8 —	— 0,4 — —	213	Herd an der Grenze Bayern-Tirol: Karwendel-Tuxertonschiefergebirge (n. Prof. Schorn, Innsbr.) — gespürt in Kreuth. — Nach Reg. in München, Zürich u. Chur, mikro-seism. Epiz. 15-30 km süd-w. v. Tegernsee, ca. 20 km süd-westl. v. Kreuth. Intens. IV (n. C. W. Lutz „Erdbeben in Bayern“). — München: eP 22 ^h 35 ^m 03 ^s ; iS 35 ^m 11 ^s . Chur: iP 22 ^h 35 ^m 11,7 ^s ; iS 35 ^m 34,1 ^s , d = 178 km.
52	Nov. 18.	eP e S F	23 12 12 12	28,0 — 35,5 —	29,1 — 35,9 —	— 41,2 — —	— — 0,5 —	— — — —	— — — —	0,2 — 0,9 —	0,2 — 0,9 —	— 0,4 — —	57	Herd in der Gegend von Wallenstadt (Kt. St. Gallen). S. makroseism. Bericht Nr. 29.
	" 26. (Pseudo-Erdb.) Explosion bei Vergiate (Ital.)	eP iS F	13 33 33 36	25,6 50,6 —	26,5 50,4 —	26,7 — —	— 1,2 —	— 1,1 —	— — —	0,4 0,9 —	0,2 1,4 —	0,3 — —	194	Registr. d. Erdwellen hervorgerufen durch d. Explos. einer Munitionfabr. in Vergiate (Italien). Entf. v. Zürich 181 km. Schall an viel. Orten d. Schweiz wahrgenommen u. mehrf. als Erdb. gedeutet. S. makr. Ber. n. Nr. 31 u. Anhang z. Jahresber. 1919. — In Chur S-P = 20,8 ^s (nicht 16,8 wie zuerst angegeben). — Aus der Registr. Zürich Zeit in Vergiate: 13 ^h 32 ^m 51 ^s .
53	Dez. 3.	eP iP iS M F	10 32 32 32 32 36	26,1 31,9 42,8 50,9 —	— — — — —	26,2 — 43,1 — —	0,5 0,6 0,6 0,6 —	— — — — —	— — — — —	0,1 0,7 2,0 6,5 —	— — — — —	0,4 — 0,9 — —	133	Herd an d. Grenze Tirol-Bayern, zw. Steeg u. Elbigenalp (n. Prof. Schorn). Auch versp. im südl. Allgäu (Grenze n. Prof. C. W. Lutz: Balderschwang, Altstädten, Hinterstein) u. im benachb. Vorarlberg. Int. III-IV.). Aus S Chur 10 ^h 32 ^m 27,6 ^s und Epiz.-Zeit aus Registr. Zürich (10 ^h 32 ^m 06 ^s) folgt d = 81 km v. Chur, was mit d = 133 km (Zürich) ein mikros. Epiz. ca. 10 km NNE v. Steeg ergibt. — E-W-Komp. gestört, nicht ablesbar.
54	" 7.	e S? F	7 39 39 40	18,7 22,1 —	18,9 23,2 —	— — —	0,4 0,5 —	— 0,9 —	— — —	0,2 0,4 —	0,4 0,8 —	— — —	—	Herd unbekannt.
55	" 12.	eP iS F	4 10 10 13	— 48,0 —	21,9 48,6 —	— — —	— 0,6 —	— 1,0 —	— — —	— 0,7 —	0,1 0,8 —	— — —	210	Herd an der Grenze Tirol-Bayern im Karwendel-Tuxertonschiefergebirge (nach Prof. Schorn). Int. III-IV.
56	" 27.	eP iS F	17 19 20 23	56,4 37,8 —	59 ^m 01,6 41,0 —	— — —	0,6 1,2 —	— 1,5 —	— — —	0,4 0,9 —	0,4 1,3 —	— — —	345	Herd im Norditalien. Nach ital. Bull.: Gesp. in Bargecezia (Int. V) u. Bagnare (Massa) [Int. IV]. Anfang fällt in die Minutenlücke.

Registrierte Fernbeben im Jahre 1920. (Mitteleuropäische Zeit.)¹⁾

Nr. 1. **2. Februar.** e 12^h 41^m 22^s. Brasilien: Provinz Minas Geraes. — Nr. 2. **10. Februar.** eP 23^h 18^m 16^s Mittelamerika (Guatemala). — Nr. 3. **20. Februar.** iP 12^h 50^m 24^s; eS? 55^m 3^s d = 2950 km, zerstörendes Beben in Gori (Kaukasus). — Nr. 4. **22. Februar.** eP 18^h 47^m 14^s; e(L?) 56^m 39,5^s, Herd ca. 400 km östlich von der Insel Jesso (Japan). Koord. 148,2° E.; 42,5° N. (nach japan. seism. Bullet.). — Nr. 5. **19. April.** e 22^h 19^m 11^s; e 22^h 19^m 39^s. Mittelamerika. — Nr. 6. **5. Juni.** eP 5^h 34^m 15,6^s; iS 44^m 56^s, d = 9615 km, Azim. E 20° N (Formosa). Zerstörendes Beben in Formosa und Nachbarschaft; nach seismolog. Bullet. aus Tokio: Epizentrum 121,7° E. Gr.; 24,0° N. — Nr. 7. **21. Juli.** e 15^h 33^m 33^s. — Nr. 8. **3. August.** e(S?) 21^h 22^m ca.; eL 21^h 48^m ca. (Stiller Ozean?). — Nr. 9. **15. Aug.** eP 9^h 35^m 42,7^s; nach seism. Bullet. aus Tokio: Epizentrum bei den Karolinen. — Nr. 10. **16. August.** e 15^h 45^m 57^s. — Nr. 11. **20. August.** eL 18^h 11^m ca. — Nr. 12. **27. August.** e 0^h 12^m 11,9^s; nach seismol. Bullet. aus Tokio; Epizentrum bei den Aleuten. — Nr. 13. **8. September.** e 3^h 05^m 37^s. — Nr. 14. **14. September.** eP 3^h 11^m 34^s. — Nr. 15. **20. September.** eP 15^h 58^m 44^s; iP 58^m 48^s. Azimut NE, Herd vermutlich im südl. Stillen Ozean, nordöstl. von Australien (stark). — Nr. 16. **23. September.** eP 6^h 44^m 51,3^s. — Nr. 17. **28. September.** eP 16^h 21^m 39^s. — Nr. 18. **18. Oktober.** iP 9^h 23^m 51,7^s; iS 9^h 33^m 54^s; d = 8840 km. Azimut ca. N 27° E. Herd nordöstl. der Kurilen. Nach den „Mitteilungen der deutschen Erdbebenwarten“ (Jena). Koord. des Epizentrums: 160° E. Gr., 50° N., 250 km südöstlich des Südzipfels von Kamtschatka. — Nr. 19. **21. Oktober.** eP 20^h 00^m 35,5^s; iS 02^m 54^s; d = 1300 km. — Nr. 20. **12. November.** e(P?) 6^h 51^m 42^s; e(S?) 59^m 35^s; d = 6330 km? — Nr. 21. **15. November.** iP 10^h 24^m 54^s; iS 10^h 28^m 13^s; d = 1950 km. — Nr. 22. **25. November.** eP 9^h 41^m 6^s; eS? 44^m 39^s; d = 2110 km? — Nr. 23. **26. November.** eP 9^h 53^m 39^s; iS 55^m 55,5^s; d = 1285 km. Albanien: Tepeleni? — Nr. 24. **29. November.** eP 16^h 50^m 40,5^s; iS 54^m 35,2^s; d = 2370 km. — Nr. 25. **5. Dezember.** eP 11^h 10^m 23^s. — Nr. 26. **8. Dezember.** e 5^h 02^m 01^s. — Nr. 27. **10. Dezember.** eL 6^h 17^m 08^s ca. — Nr. 28. **16. Dezember.** eP 13^h 16^m 50,3^s; eS 25^m 53^s; d = 7660 km. Grosse Erdbebenkatastrophe in NW-China (Provinzen Kan-Su u. Schen-Si). Epizentrum 37,3° N., 107,5° E. Gr. aus den Registrierungen in Zürich, Hamburg und Saskatoon (sowie Batavia). — Nr. 29. **18. Dezember.** eP 3^h 04^m 1,3^s; S? 06^m 11,2^s; d = 1220 km? Zerstörendes Erdbeben in Tepeleni u. Elbasan (Albanien)? — Nr. 30. **25. Dezember.** eP 12^h 44^m 14,9^s; eL 13^h 07^m 30^s; d = 7850 km ca. Vermutlich Nachbeben in der Provinz Kan-Su (China)?

Bemerkung zur *Erdbebenkatastrophe vom 16. Dezember in NW-China* (Provinz Kan-Su und Schen-Si). Nach Zeitungsberichten beträgt das Gebiet mit zerstörenden Wirkungen ungefähr 50 000 km², die Zahl der Opfer beläuft sich auf Tausende (100 000—200 000?). Grosse Zerstörungen in der Stadt Ping-Liang und Umgebung (Distrikt Ping-Liang 2000 Tote), und in Tsing-ning-tschou (1000 Tote), Intens. Grad XII nach Mitteilung der Hauptstation für Erdbebenforschung in Jena. Die Aufzeichnung dieses Bebens ist die stärkste, die bis jetzt registriert wurde. In Zürich maximale Bodenbewegung: 3600 μ (3,6 $\frac{m}{m}$)! Aufzeichnung in Neuchâtel P 13^h 17^m 06^s. In Chur P 13^h 16^m 55^s, S 25^m 51^s. — Aus den Registrierungen dreier weit von einander entfernten Stationen und den daraus ermittelten Epizentraldistanzen (z. B. Zürich, Hamburg und Saskatoon [Südkanada]) erhalten wir durch die graphische Methode von Klotz (Stereographische Projektion) als Koordinaten des Epizentrums: 37,3° N, 107,5° E. Gr. Nimmt man als dritte Station Batavia an Stelle von Saskatoon, so erhält man eine vortreffliche Bestätigung dieses Epizentrums. In Tsin-tschou (Kan-Su Süd) wurde nach dem Berichte eines Beobachters (S. seism. Bullet. von Tokio) das Beben folgendermassen wahrgenommen: starkes Rollen vom Norden her, dann Stoss aus gleicher Richtung und drehende Bewegungen während ca. 2 Minuten gefolgt von 5—6 anderen Stössen, Gesamtdauer ca. 6—8 Minuten. Darauf mit Zwischenzeiten von 10—15 Minuten, 15—20 Minuten, 20—25 Minuten eine Reihe von Erschütterungen und unterirdischem Rollen mit abnehmender Stärke im Laufe der folgenden 5 Stunden. Nach Mitteilung desselben Beobachters wurden ganze militärische Abteilungen verschüttet in den zusammenstürzenden Hohlwegen, die bekanntlich oft sehr tief und steil in den Löss sich eingeschnitten haben. In Zürich dauerte die Registrierung 2 Stunden. Von den Aufzeichnungen wurden Kontaktkopien auf Bromsilberpapier angefertigt und daraus heliographische Kopien, welche an eine Reihe von interessierten Instituten gesandt worden sind.

Anhang.

1. Mitteilungen zur Ausbreitung der Schallwellen bei Explosionen:

a) Explosion von Oppau am 21. September 1921.

Es entspricht der besondern Aufmerksamkeit, die in diesen Berichten dem geophysikalisch interessanten Phänomen der anormalen Schallausbreitung seit einer Reihe von Jahren geschenkt wird, wenn wir auch jetzt mit möglichster Beschleunigung die unser Gebiet betreffenden uns bekannt gewordenen Feststellungen dieser Art hier bringen.

Es betrifft in diesem Fall besonders die grosse Explosion von Oppau, die sowohl durch die Menge des Explosivstoffs (4000 Tonnen Ammoniumnitrat und Ammoniumsulfat, und neun grosse Gasometer, von denen einer 50 000 m³ Gas enthielt), wie leider auch durch die Zahl der Opfer (545) grosses Aufsehen erregt hat. Wir hatten umsomehr

¹⁾ Zur Bearbeitung der Fernbeben bedienten wir uns in einigen Fällen der seismologischen Berichte von Barcelona (Obs. Fabra), Batavia (Java), Berkeley und Lick (California), de Bilt, Hamburg, Jena, Ottawa, Tokio, Uccle (Bruxelles), Valle di Pompei (Napoli).

Anlass, diesem Fall Beachtung zu schenken, als vor kurzem die internationale Kommission zur Erforschung der höhern Atmosphäre in ihrer Tagung in Bergen eine Subkommission mit dem Berichterstatter als Vorsitzendem bestellt hat¹⁾, mit dem Auftrag, das nötige internationale Zusammenarbeiten zur Untersuchung dieser Phänomene zu fördern, wenn möglich namentlich durch Veranstaltung vorbereiteter Versuche grösseren Stils. Die ersten Schritte in letzterem Sinne sind zwar getan, der Erfolg ist freilich noch abzuwarten. Es scheint unterdessen auch im Sinne jenes Auftrags zu liegen, die inzwischen zufällig eintretenden Gelegenheiten zu Feststellungen nicht verloren gehen zu lassen.

In dieser Absicht und im Wunsch, die in unserm Lande gemachten Wahrnehmungen zu ergänzen, haben wir deshalb die in Betracht kommenden ausländischen Zentralanstalten von Belgien, England, Frankreich, Holland, Deutschland (Berlin, Karlsruhe, München, Stuttgart) auf das wissenschaftliche Interesse des Falles aufmerksam gemacht, und einen Austausch der Nachrichten vorgeschlagen und eingeleitet. In Deutschland ist daraufhin von verschiedenen Instituten auch das Publikum zur Einsendung von Nachrichten aufgefordert worden, so weit es nicht schon vorher geschehen war.

Wir verdanken, ausser verschiedenen direkten Meldungen von Privatpersonen, umfassende Auskünfte (vorwiegend mit Uebersendung des Originalmaterials) dem Meteorological Office in London, den badischen und württembergischen meteorologischen Instituten (die auch Beobachtungen aus andern deutschen Staaten vermittelt haben), und den geophysikalischen Instituten von Paris und Strassburg, die sich der Sache durch besondere Umfragen ebenfalls angenommen haben.

Im folgenden geben wir einen ersten Ueberblick mit vorläufiger Deutung dieser Beobachtungen, und begrüssen im übrigen die Absicht der badischen meteorologischen Landeswetterwarte, in deren Gebiet die Katastrophe fiel, eine eingehende Bearbeitung durchzuführen, für welche wir auch unser eigenes Beobachtungsmaterial abgegeben haben.

Das besondere Interesse und die Fragestellung für die Bearbeitung der Ausbreitung dieser Explosionswelle ergab sich einerseits daraus, dass die merkwürdigen bezüglichlichen Ergebnisse bei der grossen Explosion von Vergiate (26. November 1920, siehe die vorläufige Bearbeitung in unserm letztjährigen Erdbebenbericht) die tatsächliche Möglichkeit fast diametral gegenüber liegender anormaler Zonen gezeigt, und damit die Wasserstoffhypothese wieder in Erinnerung gerufen hatte. Andererseits war nun dieser Explosionsherd in einer Gegend gelegen, welche nicht wie Vergiate im Bereich der sehr komplizierenden Zirkulationsseide der Alpen lag, und um welche rund herum genügend bewohntes Gebiet sich befand, um die Tatsachen endlich einmal allseitig festzustellen. Nachdem wir in der Nordostschweiz, also südöstlich der Schallquelle, dank der unverzüglich begonnenen Umfrage schon in den ersten Tagen ein scharf gegen eine Schweigenszone abgegrenztes Gebiet anormaler Hörbarkeit festgestellt hatten, war es aufseherregend, als neue Berichte in den Zeitungen erschienen, wonach die Explosion auch an mehreren Orten in England, also weit entfernt im Nordwesten gehört worden sei. Das wäre ein eklatanter Fall diametraler anormaler Zonen gewesen. Es muss aber gleich vorweg gesagt werden, dass die Auskunft des Meteorological Office dahin lautet, dass nach seiner Untersuchung für keinen einzigen Fall die zeitliche Uebereinstimmung mit der Explosion von Oppau habe festgestellt oder auch nur wahrscheinlich gemacht werden können. Diese angeblichen Beobachtungen müssen also ganz dahin fallen.²⁾

Wenn wir im Anschluss daran das näher liegende nordwestliche und westliche Areal betrachten, so ergibt sich aus dem Schweigen der belgischen Nachrichten, die aus der ausdrücklich negativen Auskunft von Holland, wo sich Herr v. Everdingen darum interessierte, und aus allen sorgfältigen, aber ganz negativ ausgefallenen Nachforschungen³⁾ der Herren Maurain und Rothé in Frankreich folgendes: Eine Zone anormaler Hörbarkeit war weder im Norden, noch im Nordwesten, Westen und Südwesten vorhanden.

Gehen wir dagegen bis in den Süden, so finden wir ein Gebiet anormaler Hörbarkeit, sehr deutlich abgegrenzt durch negative Feststellungen, in der Schweiz, beginnend in Rheinfeldern am Rhein, 224 km von der Schallquelle in der Richtung nach S 13° W von derselben. Das Gebiet erweitert sich keilförmig nach Nordosten bis gegen den Bodensee, dringt auch in grosse Gebirgstäler ein (Glarus), und hat seinen entferntesten ganz sicher gestellten Punkt am Piz Saluver im Oberengadin, 350 km von der Schallquelle, in ca. 2500 m Höhe. Nördlich unserer Grenze bis an den Bodensee lassen sich die auf Schweizergebiet gemachten Feststellungen zunächst besonders gut weiter verfolgen, da die württembergische Landesanstalt auch zahlreiche negative Feststellungen gesammelt und uns mitgeteilt hat; deshalb ist auch die Schweigenszone, die hauptsächlich auf Württemberg fällt, so sicher feststellbar. Oestlich vom württembergischen Gebiet hören die negativen Angaben auf; der auffallende leere Raum, welcher auf bayrischem Gebiet zwischen ihnen und den bayrischen

¹⁾ Es gehören derselben ausserdem an: Prof. van Everdingen, Dr. Fushivara, Dir. Jaumotte, Prof. Maurain, Prof. Oddone.

²⁾ Während des Drucks erhalten wir Kenntnis von einem bezüglichlichen Artikel im „Metreological Magazine“ (Nov.), worin gesagt wird, dass von 58 auf eine Aufforderung eingelaufenen Mitteilungen nur 4 (aus London?) einigermaßen auf die zu erwartende Zeit gefallen seien; und auch diese werden anscheinend nicht als eindeutig betrachtet. — In diesem Artikel wird die erste Erklärung der anormalen Schallausbreitung, insbesondere der anormalen Zone der Hörbarkeit, bei solchen Explosionen durch die Windverhältnisse höherer Schichten Fushivaras Arbeit von 1912 zugeschrieben. Es sei vorläufig bemerkt, dass wir diese Erklärung schon einige Jahre früher aufgestellt haben (Jungfraubahn-Explosion 1908), und zwar mit rechnerischem Nachweis der quantitativen Anwendbarkeit in solche Fälle (s. Jahresbericht 1908).

³⁾ Siehe für das Folgende die Karte und pag. 14 das Verzeichnis der Orte.

positiven Angaben liegt, ist aber jedenfalls der Schweigenszone zuzuteilen. Es ist nun bemerkenswert, wie die anormale Zone sich von der Ostschweiz über das Allgäu hin gegen Bayern immer mehr entwickelt, bis zu 150 km Breite, dabei allmählich immer ungefähr denselben innern Abstand vom Schallort inne haltend, aber breiter werdend, sich nach Norden herumschwingt und bei Langensalza in 245 km in der Richtung nach $E 50^{\circ} N$ das Ende des (uns bekannten) geschlossenen Gebietes erreicht. Allerdings liegt noch eine ganz vereinzelte weitere Meldung aus Itzehoe (50 km NW von Hamburg) vor, 490 km von der Schallquelle in der Richtung $N 10^{\circ} E$. — Der innere Rand wird charakterisiert durch die Ortsangaben Rheinfelden, östlicher Bodensee, Augsburg, Nürnberg, Bamberg, Langensalza; der äussere Rand durch Vierwaldstättersee, Glarus, Partenkirchen, München, Landshut, und von da nördlich bis Hof und Erfurt.

Das Gebiet abnormaler Hörbarkeit hat also die Form eines wachsenden Mondes vor dem ersten Viertel. Der innere Abstand von der Schallquelle beträgt:

nach Süden	Südosten	Osten	Nordosten
ca. 200—250 km	220 km	190 km	210 km

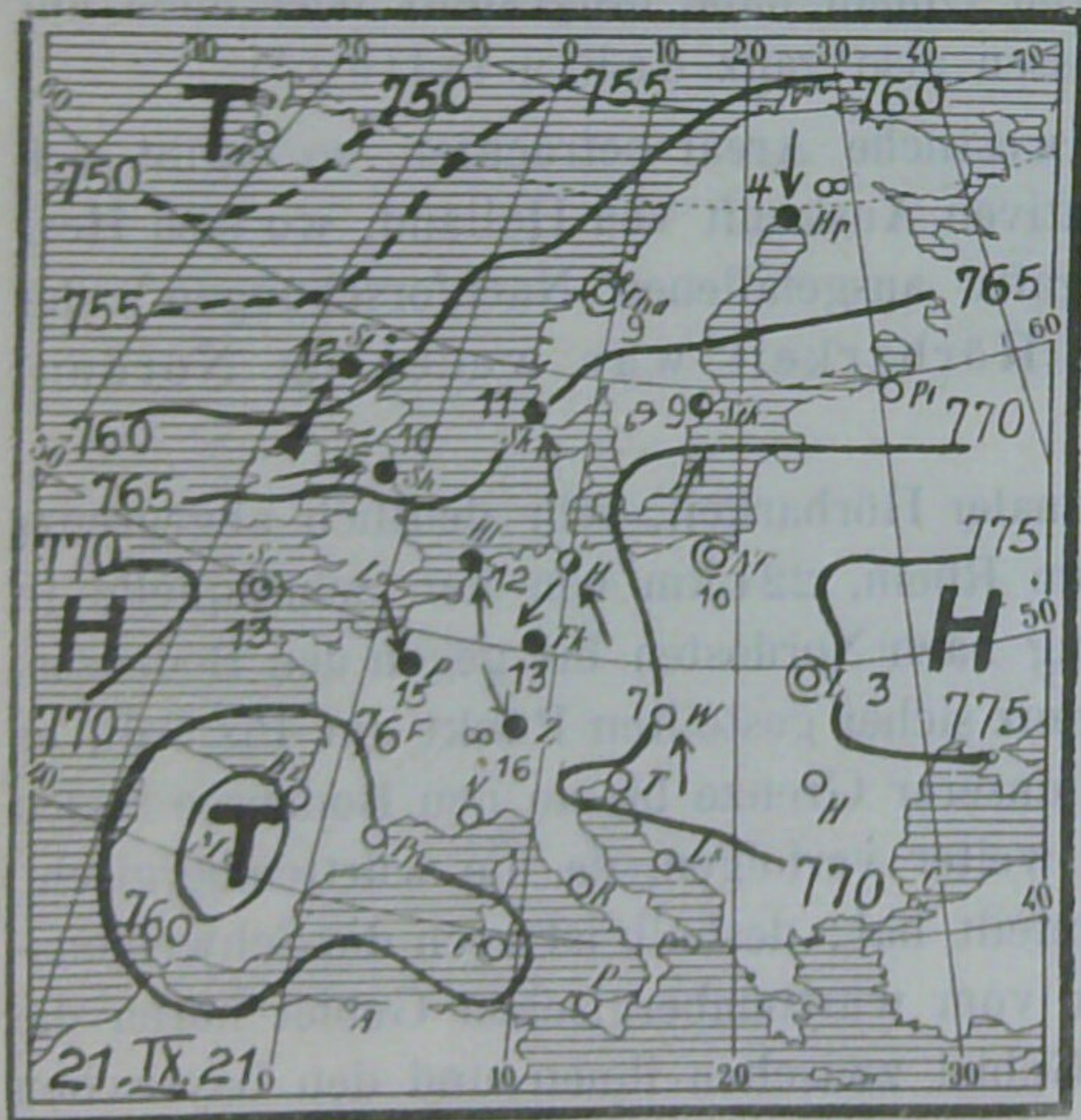
Die Entfernung ist also nach Osten hin am geringsten; doch ist die Begrenzung ziemlich kreisförmig und konzentrisch zur Schallquelle. Ihr Zentriwinkel geht von $S 13^{\circ} W$ bis $N 40^{\circ} E$, umfasst also im ganzen 153° . Das primäre Schallgebiet hatte anscheinend folgende Ausdehnung:

nach S	SE	E	NE	N	NW	W	SW	SSW
60 (100)	110	85	95	110	60	130	105	70 km

Die Angaben für W und SW entsprechen isolierten Beobachtungen, die uns durch Herrn Rothé zugekommen sind, aus einem sonst angabenleeren Raum.

Ein Erklärungsversuch der Schallverbreitung sieht sich vor einen eigentümlichen Zwitterfall gestellt, ähnlich wie derjenige von Vergiate: ein kreisförmiges oder auch nur annähernd so gestaltetes anormales Gebiet ist auch diesmal, wo die Umstände seine Beobachtung gewiss erlaubt hätten, sicher nicht vorhanden. Die Wasserstoffatmosphäre als Erklärungsfaktor erscheint demnach wiederum — und damit vielleicht endgültig? — ausgeschaltet. Aber auf der andern Seite ist die beobachtete halbkreisförmige Begrenzung des anormalen Gebietes so auffallend, dass der einfachste Fall der sogenannten meteorologischen Erklärung jedenfalls nicht genügt. Man fragt sich, ob die tatsächlichen Verhältnisse hier gestatten werden, das Prinzip stark divergierender Windströmungen anzurufen, wie ich dies zur Erklärung des Falles von Vergiate angedeutet habe, und wie Oddone es auch in einem der oben erwähnten Versammlung durch mich vorgelegten Bericht weiter ausgeführt hat.

Was das von mir von Anfang an vertretene Erklärungsprinzip aus den meteorologischen Faktoren der bekannten Atmosphärenschichten betrifft, darf auf die früheren Publikationen in diesem Bericht verwiesen werden, und namentlich



21. September 1921.

auf die aus unserm Institut hervorgegangene Arbeit von H. Morf mit ihrer historischen Uebersicht und ihrem rechnerischen Eingehen auf eine Reihe interessanter Fälle¹⁾. Hier sei nur an das Wesentliche erinnert: Ein Schallstrahl wird wegen der (meistens vorhandenen) Temperaturabnahme mit der Höhe vom Erdboden weg gebrochen. Besteht aber zugleich Zunahme der Windgeschwindigkeit mit der Höhe, so wird in der Richtung, nach welcher der Wind weht, der Schallstrahl (entsprechend dem Stokes-Rayleigh'schen Prinzip der „Translationsbrechung“) in einem der Temperaturwirkung entgegengesetzten Sinn gekrümmt und kann wieder zur Erde gelangen in einer Entfernung, die nach den durch Mohn bekannt gewordenen vereinfachten Annahmen zu berechnen ist. Hat der Wind eine einheitliche Richtung, so muss — immer von Beugung abgesehen — die Begrenzung des so entstehenden anormalen Gebietes parabelförmig sein. Auch in der Höhe vorhandene stärkere Temperaturinversionen können den Schall zum Boden zurückbringen; ihre Wirkung wird aber meist zurücktreten.

Betrachten wir nun die atmosphärische Situation, die in den synoptischen Karten des Tages für 7^h (M.-E. Z.) zufällig fast genau für den Zeitpunkt der Explosion vorliegt (s. das Kärtchen): Wir haben hohen Druck im Osten, tiefen im Nordwesten; ein Band mittleren Drucks, charakteristisch für Gewitter, zieht sich über Mitteleuropa, und in dieses hinein erstreckt sich von der Nordsee her eine Böenlinie, die über dem Unterrhein als selbständige kleine Teildepression ausgebildet scheint; auf ihrer Ostseite herrschen, bei noch ziemlich heiterem Wetter, die zu erwartenden leichten Südsüdost- oder Südwinde am Erdboden, die nach den aërologischen Beobachtungen (Wetterbericht der deutschen Seewarte) bis 1000 m Höhe an Stärke schnell zunehmen, und dann abflauend

¹⁾ Jahresbericht 1918 des Schweiz. Erdbebendienstes.

in SSW übergehen (Hamburg). Noch Fürth in Mitteldeutschland — mitten in der anormalen Zone bei Nürnberg, also genau östlich der Schallquelle — zeigt diese Verhältnisse; nur, dass von 2000 m an dort schon Westwind weht mit nach oben zunehmender Geschwindigkeit (Zunahme 0,5 m auf 100 m). Die „Drachenstation“ Friedrichshafen aber, gerade am Innenrand im Südosten der anormalen Zone, hat bei ihrem Aufstieg von 4 a wie 7 a in der untersten Schicht bis 500 m noch NW Komponente, und erst darüber zunehmenden Westwind (Wind-Gradient 0,4 m). Der vertikale Temperaturgradient ist dort zwischen 1000 und 3600 m $0,58^\circ$. Das Eintreten nordwestlicher Strömungen in den untersten Schichten, das auch andere Stationen dieser Gegend zeigen, ist erklärt durch das Vorhandensein eines besondern ganz flachen Teilminimums (auf dem Kärtchen nicht eingetragen) auch über Südwestdeutschland, das aus den Luftdruck- und Windangaben deutlich erkennbar ist (bei 766 $\frac{mm}{m}$) und dessen etwas unbestimmtes Zentrum zwischen Karlsruhe und dem Bodensee liegen mag.

Auf Grund dieser Tatsachen also ist die Erklärungsmöglichkeit zu besprechen. Vor allem ist festzustellen, dass das Phänomen in seiner Haupttatsache, nämlich dem Entstehen eines anormalen Hörbarkeitsgebietes im Osten der Schallquelle und in ungefähr 200 km Entfernung durchaus den vorgefundenen meteorologischen Verhältnissen entspricht, auch quantitativ, soweit dies letztere überhaupt nachgewiesen werden kann. Die Rechnung ergibt (siehe auch die Tabelle bei Morf, pag. 14), dass für einen mittlern Temperaturgradienten von $0,60^\circ$ (annähernd wie in Friedrichshafen gefunden), und einer Windzunahme von 0,4 m auf 100 m (wie annähernd in Friedrichshafen und Fürth gefunden), die 400 m über dem Boden beginnt, die Schallstrahlen in der Richtung des Windes in 201 km Entfernung von der Schallquelle den Boden wieder erreichen, nachdem dieselben eine Scheitelhöhe von 4,6 km erreicht haben. Die Entfernung Schallquelle-Innenrand der anormalen Zone wird nun in jener Richtung (West-Ost), welche Nürnberg entspricht, wirklich zu 195 km gefunden! Diese völlige Uebereinstimmung soll aber nur zeigen, dass die tatsächlich vorhandenen atmosphärischen Bedingungen der quantitativen Erklärung für diese Richtung völlig genügen. Weiter zu gehen hat schwerlich Sinn, da (s. auch die angeführte Stelle bei Morf) die leichteste Aenderung im Windgradient, oder in der Höhe des Beginns der Windzunahme, oder im Temperaturgradient (z. B. die Einführung einzelner Schichten, statt eines mittlern Gradienten) einen so grossen Einfluss auf die berechnete Entfernung hat, dass innerhalb einer ziemlich weiten Grenze mit einigem Geschick jede verlangte Kilometerzahl herausgerechnet werden kann — ganz abgesehen davon, dass bei alledem von der Schallbeugung noch abgesehen ist. Dass dieselbe das Wesentliche der Erscheinungen nicht verändern wird, hat übrigens Morf gezeigt.

Eine wesentliche Erscheinung, die noch zu erörtern bleibt, ist aber die ziemlich konzentrische Form des Innenrandes. Es hat Morf (a. a. O. S. 17) gezeigt, dass auf Grund möglicher Temperaturzustände der Atmosphäre (Inversionen) ein kreisförmiges anormales Gebiet von den in Betracht kommenden Dimensionen errechnet werden kann, und dass bei Kombinationen mit einer Windströmung von schwachen Gradienten ein annähernd halbkreisförmiger Innenrand entstehen kann. An diese Erklärungsmöglichkeit wäre zu denken, wenn die dort gemachten atmosphärischen Voraussetzungen (die übrigens an sich nur sehr selten erfüllt sein werden) in unserm Beispiel einigermaßen zutreffen würden; dies ist aber nicht der Fall.

Hingegen kommt in Betracht die Divergenz der Strömungen, auf deren Einfluss ich schon früher hingewiesen, und sie beim Fall von Vergiate zur Erklärung herangezogen habe. Ein Zufall will, dass auch im Fall von Oppau das Vorhandensein stark divergierender Strömungen auf der Ostseite des Schallherdes auf Grund der meteorologischen Tatbestände so angenommen werden darf, ja muss, wie es zur Erklärung der allgemeinen Gestalt der anormalen Zone nötig ist. Der nördliche Teil des fraglichen Gebietes stand noch deutlich unter dem Einfluss der Südwinde des nördlichen Teilminimums, mit Südwestwinden in der Höhe; der südliche Teil dagegen hatte Nordwestströmung, infolge der Lage auf der Südseite des südlichen Teilminimums. Zwischen drin auf der Westseite liegt Oppau, — gewiss eine seltsame Situation, und doch fast die einzige, die hätte erdacht werden können, um diese starke Divergenz der Strömungen mit bezug auf den Explosionsort zustande zu bringen. Aërologische Messungen, welche die Verhältnisse auch in dieser Hinsicht rechnerisch näher zu verfolgen erlauben würden, fehlen. Aber wenn sie vorlägen, würde doch der sanften Willkür noch so viel Spielraum bleiben, dass es mehr von dieser als von den gegebenen Tatbeständen abhinge, wie weit im einzelnen die Uebereinstimmung mit dem Befund durch die Schallanalyse gehen würde. Das Zureichen der bekannten atmosphärischen Verhältnisse zur Erklärung auch für diesen Teil des Problems aufgezeigt zu haben, genügt unserer Aufgabe.

Es hätte nahe gelegen, auch die Zeitfeststellungen, resp. die Beobachtungen der scheinbaren Schallgeschwindigkeit heranzuziehen, wie wir das für Vergiate versucht haben. Aber hier scheint das Material nicht zu genügen, zumal uns die Kontrolle fehlt, die damals bei den schweizerischen Angaben einigermaßen ausführbar war; hoffentlich ist dies dem Gesamtbearbeiter Herrn Dir. Pepler möglich gewesen.

Dagegen sei noch auf einen verwandten und doch ganz andern Punkt der Feststellungen hingewiesen, nämlich auf das Interesse der seismischen Registrierungen, wie sie auf unserer Erdbebenwarte und an andern Orten erhalten worden sind, für die Feststellung der Geschwindigkeit der Erdbebenwellen in den obersten Erdschichten.

Aus den Beobachtungen von Strassburg, die uns einzig bekannt geworden sind, finden wir diesen Wert an $5,43 \text{ km/sek.}$, womit der Wert, den wir 1913 schon aus dem Tunnelbeben von Grenchen abgeleitet haben, verglichen sei. Mohorovicic legt seinen Tabellen den Wert von $5,55 \text{ km}$ zugrunde. Wenn wir dessen Tabellen verwenden, finden wir nach den üblichen Berechnungen aus der Zeitdifferenz der anscheinend vorhandenen P- und S-Phase ($P 7^{\text{h}} 32^{\text{m}} 56,2^{\text{s}}$ M.-E. Z., $S 33^{\text{m}} 28,5^{\text{s}}$) den Zeitpunkt $7^{\text{h}} 32^{\text{m}} 10^{\text{s}}$ als Beginn der Explosion, und als Entfernung 257 km ; mit der wirklichen Entfernung von 240 km und der Laufzeit für P nach Mohorovicic aber $7^{\text{h}} 32^{\text{m}} 13^{\text{s}}$. Rechnen wir mit der Laufzeitdifferenz Strassburg-Zürich, so ergibt sich $7^{\text{h}} 32^{\text{m}} 12^{\text{s}}$. Strassburg selbst hat für diese Zeit $7^{\text{h}} 32^{\text{m}} 18^{\text{s}}$ berechnet. Dem Ergebnis der Gesamtbearbeitung, welche sowohl von der Hauptstation in Jena, wie vom geophysikalischen Institut in Strassburg unternommen worden ist, ist mit besonderem Interesse entgegenzusehen. A. de Quervain.

* * *

Zum Schluss seien noch einige einzelne Beobachtungen von besonderem Interesse herausgegriffen, und ein Verzeichnis der uns bekannt gewordenen Orte mit positiven und negativen Meldungen angefügt. Die meisten Meldungen erwähnen zwei kurz aufeinanderfolgende Explosionen, die je nach dem Orte als dumpfer Knall oder fernes donnerartiges Rollen wahrgenommen wurden. — Eine Meldung aus Geraberg ($d = 220 \text{ km}$) hebt hervor, dass der Schall hoch in der Luft ertönte, aus südwestlicher Richtung, als $8-10^{\text{s}}$ andauerndes Rollen gefolgt von einem zweiten. — Die Meldung aus der grössten Entfernung von Oppau (490 km) kam aus Itzehoe (Schleswig-Holstein); dort wurde der Schall von zwei Personen in einem ruhigen Hause beobachtet, die direkt am Fenster nach SW sassen: dumpfer Schall mit Fensterklirren, darauf ein zweiter etwas stärker. — Laut einer englischen Zeitungsmeldung wäre der Schall auch in London, Manchester und Blackpool gehört worden ($d = 650$ bis 925 km von Oppau); nach den Erhebungen des Meteorological Office in London stellte es sich aber heraus, dass die Explosion in England nicht wahrgenommen wurde; Meldungen aus Lancashire stimmten mit der Zeit der Explosion von Oppau nicht überein.

Positive Meldungen. Baden: Karlsruhe, St. Peter, Ersingen, Malsch, Schwetzingen, Heidelberg, Obrigheim, Diedesheim, Gundelsheim, Rapp nau, Eberbach, Pülfringen, Werbach, Gerlachsheim. — Bayern: Riezlern; zwischen Kimratshofen und Altusried; Umgebung von Waltenhofen, Sonthofen, Weiler, Oberstdorf, Böbing, Rott, Waal, Asch, Garmisch, Partenkirchen, Oberammergau, Penzberg, Seeshaupt, Tutzingen, Schornerdorf, Heckendorf, Buch a. Ammersee, Steinebach, Unterwindach, Egling, Höfen b. Schwabmünchen, Fürstenbruck, Pasing, München, Obermenzing b. München, Freising, Wollomos, Augsburg, Binnenbach, Aichach, Ob. Wittelsbach, Hohenried, Neuburg, Ingolstadt, Mühlhausen, Tauberfeld, Hofstetten, Irnsing, Schlott, Neuessing, Abensberg, Rohr, Pattendorf, Hoegeldorf b. Rottenburg, Gammelsdorf, Moosburg, Landshut, Weickmannshöhe b. Landshut, Ob. Viehbach, Ergoldsbach, Oberellenbach, Mallersdorf, Neufahrn, Radldorf, Gebelkofen, Jägershof b. Wiesenfelden, Regensburg, Winzer, Prüfening, Beilasstein, Beratzhausen, Parsberg, Dietfurt, Fischbach, Thonhaufen, Neumark, Freistadt, Hiltpolstein, Weissenburg, Solnhofen, Ob. Eichstätt, Eichstätt, Amberg, Oberhof, Kastl, Kemnath, Sulzbach, Neukirchen, Hohenstadt, Hersbruck, Engelthal, Herfenfeld, Ottensoos, Reichenschwand, Kirchensittenbach, Forth, Neunhof, Nürnberg, Schwaig b. Nürnberg, Feucht, Katzwang, Eschenbach, Erlangen, Thurn b. Heroldsbach, Höfles, Gräfenburg, Unterneuses, Ebrach, Buttenheim, Höhenpöhlz, Peulendorf, Plankenfels, Pegnitz, Vilseck, Weiden, Grafenwöhr, Haselmühle b. Kirchentumbach, Erbdorf, Creussen, Lindenhart, Schnabelwaid, Wilzdorf, Bindlach, Laineck, Bayreuth, Kulmbach, Mainroth, Stetten, Lichtenfels, Kerfeld b. Hofheim, Erlenbach a. M., Ebersdorf, Geutenreuth, Guttenberg, Stadtsteinach, Seibelsdorf, Geroldgrün, Münchberg, Saubitz, Hof, Schl. Gattendorf, Teuschnitz, Schmölz. — France: Büttel (C^{ton} de Saar-Union), Wissembourg, Oberseebach (Alsace). — Hessen: Darmstadt, Hegershausen, Biebrich, Rödelheim, Frankfurt a. M., Medenbach, Geisenheim, Frei Weinstein, Langenseibold, Gelnhausen, Lang-Göns. — Pfalz: Ludwigshafen, Frankental, Grünstadt, Schifferstadt, Billigheim, Ingenheim. — Saargebiet: Merzig. — Schleswig-Holstein: Itzehoe. — Schweiz: Adligenswil (b. Luzern), Adliswil (Kt. Zürich), Affoltern a. A. (Kt. Zürich), Beinwil (Aargau), Buch (Thurgau), Degersheim, Emmenbrücke, Entlebuch, Ettiswil, Feuerthalen, Glarus, Haggen-Bruggen (St. Gallen), Hoch Wülflingen (Zürich), Malter, Masans, Maschwanden, Mauren, Meierskappel b. Rothkreuz, Nänikon, Niederurnen, Oberwil (b. Frauenfeld), Piz Saluver (Graubünden), Rheineck, Rheinfelden, Rorschach, Rotmonten (St. Gallen), Russwil, Salmsach (b. Romanshorn), St. Gallen (mehrere Meldungen), St. Margrethen, Sempach, Stüsslingen (Solethurn), Thal (b. Rheineck), Tösseg (b. Eglisau), Uster, Wädenswil; am Wiesenberg (b. Olten), Zollikon, Zug, Zürich. — Thüringische Staaten: Coburg, Seidmannsdorfhöhe, Unterlauten, Oeslau, Heubisch, Sonneberg, Spechtsbrunn, Geraberg, Martinroda, Kranichfeld, Blankenhain, Erfurt, Schl. Tenneberg (b. Waltershausen), Wütha, Langensalza, Burgtonna; zwischen Eisleben und Siersleben. — Vorarlberg: Dornbirn. — — Württemberg: Esslingen, Böblingen, Simmersfeld, Besenfeld, Lossburg, Wellendingen, Schwenningen, Backnang, Adolzfurt, Sternenfels, Derdingen, Bödele b. Aulendorf, Ravensburg, Tettnang, Laimnau, Ratzenried.

Negative Meldungen. Baden: Waldshut, Segeten, Höchenschwand, St. Blasien, Schönau, Badenweiler, Feldberg, Hofgrund, Schallstadt, Freiburg i. Br., Furtwangen, Bubenbach, Schielberg, Donaueschingen, Villingen, Nussbach, Triberg, Königfeld, Oberprechtal, Ob. Rottweil, Seelbach, Nordrach, Oberammersbach, Schiltach, Rippoldsau, Achern, Bühlerhöhe, Herrenwies, Weisenbach, Kaltenbronn, Fellbach, Adelsheim, Rielasingen, Heiligenberg, Meersburg. — Bayern: Peissenberg, Waldmannshofen. — France: Strasbourg, Haguenau, Lauterbourg, Metz, Gondrexange, Molsheim, Sélestat, Ribeaupillé, Neumath, Colmar, Guebwiller, Mulhouse, Altkirch, Nancy, Toul, St. Dié, Epinal, Mirecourt, Remiremont, Montbéliard, Vesoul, Besançon, Pontarlier, Dôle, Auxonne, Beaune, Saulieu (Nièvre), Bar-sur-Aube, Troyes, Bar-le-Duc, Reims, Château-Thierry, Mézières (Ardenne), La Fère, Lille, Puy de Dôme. — Pfalz: Schweigen, Bergzabern. — Schweiz: Altdorf, Appenzell, Bachtelkum (Zürich), Balsthal, Böckten, Böttstein, Bötzenberg, Bremgarten, Chur, Dussnang, Ebnet, Einsiedeln, Flühli (Luzern), Heiden, Herzogenbuchsee, Hitzkirch, Kaiserstuhl, Kölliken, Kreuzlingen, Laufenburg, Lohn, Luthern, Mervelier, Möhlin, Pilatuskum, Riggikum, Säntis, St. Urban, Schleithen, Schöffliedorf, Seewen (Solethurn), Sevelen, Stans, Steckborn, Unterhallau, Vorderthal, Weissenstein, Weisstannen, Wilchingen, Wittnau. — Württemberg: Stuttgart, Rothenberg, Neuhengstett, Weil, Hildrizhausen, Bettenhausen, Bebenhausen, Nebringen, Tübingen, Reutlingen, Freudenstadt, Ruhestein, Dornstetten, Schopfloch, Zwieselberg, Fluorn, Schramberg, Rottweil, Horb, Mariazell, Kirchberg, Rotmurg-Jägerhaus, Binsdorf, Schömberg, Spaichingen, Bitz, Neuffen, Reutlingen, Genkingen, Bernloch, Tigerfeld, Schammach, Mengen, Wilhelmsdorf, Schl. Zeil, Wolfegg, Friedrichshafen, Isny, Ulm, Wain, Ehingen, Frankenhofen, Böttingen, Münsingen, Ennabeuren, Bermaringen, Ettlenschliess, Nd. Stozingen, Heidenheim, Kuchhalb, Göppingen, Hohenstaufen, Schorndorf, Herrenbach-Gaistal, Kaisersbach, Abtsgmünd, Winnenden, Murr, Fricken b. Gaildorf, Gründelhardt, Ellwangen, Pfahlheim, Bopfingen, Lauterburg, Langenburg, Gerabronn, Künzelsau, Spielbach, Mergentheim, Dorzbach, Möckmühl.

b) Explosion des Forts von St. Helena am 25. Oktober 1921.

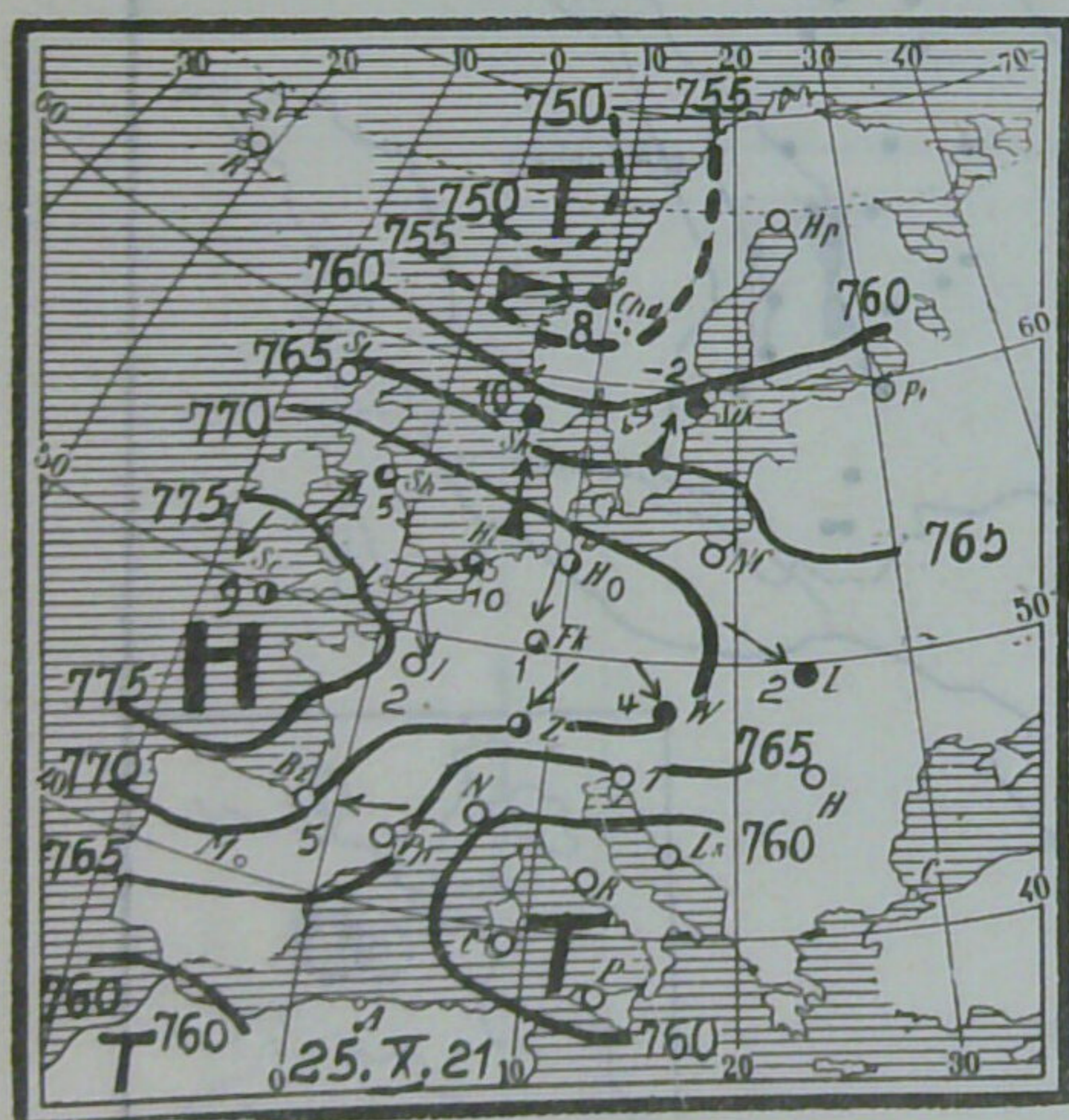
Am 25. Oktober 21^h 54^m erfolgte die Explosion des Forts St. Helena, ca. 7 km SSW von Savona der italienischen Riviera. Die Wahrnehmung dieser Explosion an verschiedenen Orten des Kts. Tessin und Graubünden veranlasste uns zu einer Erhebung durch Zeitungsaufruf und durch Versendung von Fragekarten an eine grosse Zahl unserer Schweizerischen Meteorologischen und Regenmess-Stationen. Es ergab sich, dass die Explosion im ganzen Süd-Tessin in der Distanz von 180—215 km vom Schallherd allgemein gehört worden war, und dass die Hörbarkeit sich noch weiter in nordöstlicher Richtung auf den zentralen und den östlichen Teil des Kts. Graubünden erstreckte, bis in eine Entfernung von 330 km von der Schallquelle; letzteres Gebiet umfasst Oberhalbstein, Splügen-Dorf, Oberengadin, Puschlav, Bergell, Unterengadin bis Schleins, Schanfigg, und im Norden die Anhornhütte bei Furna (1750 m) und Seewis im Prätigau. Mit Ausnahme von Acquarossa und Olivone (Bleniothal) wurde die Explosion in der nördlichen Hälfte des Kts. Tessin nicht wahrgenommen, und ebenfalls nicht im Vorder-Rheinthal (Graubünden). Zwei ganz vereinzelt positive Meldungen sind noch zu erwähnen, die eine aus Zürich (d = 345 km), wo die Explosion im Freien (am Stadthausquai) gehört wurde, als Reihe von 7—9 Detonationen; die andere aus Athenaz bei Genf (d = 280 km), wo die zwei Schläge vom Fensterklirren begleitet wurden. Aus zwei andern Orten der Umgebung von Genf erhielten wir negative Berichte, und ebenfalls lauter negative Meldungen aus dem Kt. Wallis, dessen Gebiet doch näher an der Schallquelle liegt (d = 200—250 km) als der Kt. Graubünden.

Ueber die Schallwahrnehmung in Italien besitzen wir leider keine direkten Angaben, jedoch entnehmen wir aus einer Zeitungsmeldung, dass die Explosion in Florenz, Bologna, Mantua, Verona und Brescia gehört worden ist, in 200 bis 240 km vom Fort St. Helena. Ferner wurde uns durch Korrespondenten aus dem Tessin berichtet, dass die Explosion in Mailand (d = 145 km) nicht wahrgenommen wurde, und dass sie in Genua (d = 45 km) bloss von wenigen Personen beobachtet wurde. In der Nähe dieser Stadt ($\frac{1}{2}$ km östlich gegen Nervi) ist sie unbemerkt geblieben; es wehte dort zu dieser Zeit starke „Tramontana“ (Nordwind).

Die anormale Hörbarkeitszone in der Schweiz wird in Bezug auf die Schallquelle von einem Sektor eingeschlossen, welcher sich nahezu von N 5° E bis N 30° E erstreckt; sie dehnt sich nach Süden und Osten bis zur italienischen Grenze, und wird auf der andern Seite durch die folgenden Ortschaften begrenzt: Ligornetto, Ponte Tresa, Brissago, Locarno, Acquarossa, Olivone, Splügen-Dorf, Thusis, Arosa, Seewis und Schleins. Die Hörweite reicht in N 10° E-Richtung vom Explosionsort bis ca. 260 km, in N 20° E-Richtung bis 320 km (Seewis), in N 25° E-Richtung bis 330 km (Schleins).

Ausserhalb dieser Zone liegen noch vereinzelt Zürich und Athenaz. Durch Hinzunahme der sechs erwähnten italienischen Meldungen, die auf die Fortsetzung der anormalen Hörbarkeitszone in Italien deuten, würde man vorläufig auf ein anormales Gebiet vom Zentriwinkel 110° schliessen zwischen den Richtungen N 5° E und E 15° S.

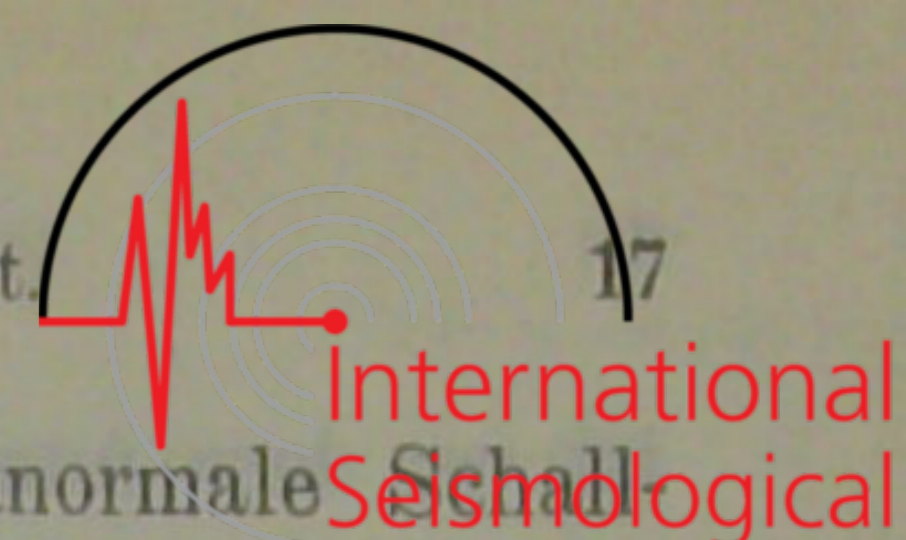
Die meteorologische Situation zeigt an diesem Tage (siehe das Kärtchen) ein ziemlich ausgedehntes Hochdruckgebiet vom Westen südlich der britischen Inseln heranrückend, mit einem Keil über Zentraleuropa (775—770 $\frac{m}{m}$) und ausserdem ein Druckminimum (750 $\frac{m}{m}$) über der Nordsee, und ebenfalls ein solches im Süden über Corsica und Sardinien. Dementsprechend sind die Windrichtungen im Norditalien und in der Schweiz N bis NE mit schwachen Windstärken, was durch die italienische Wetterkarte von 21^h und die Beobachtungen von 21^h $\frac{1}{2}$ der schweizerischen meteorologischen Stationen bestätigt wird; Domodossola verzeichnete jedoch schwachen SW-Wind. Alle meteorologischen Stationen von Norditalien melden an diesem Abend bedeckten Himmel, in der Schweiz war es meistens hell. Die Temperaturen betragen um 21^h 14—16° an der ligurischen Küste und ca. 10° in der Lombardei, um 21^h $\frac{1}{2}$ in Locarno (239 m) 9,2°, Lugano



25. Oktober 1921. 7^h a (M.-E. Z.).

(276 m) 7,2°, Mte. Generoso (1704 m) 2,0°, St. Gotthard (2103 m) -3,9°, St. Moritz (1840 m) -3,3°, Arosa (1854 m) -4,0°, Seewis (954 m) -2,0°. Eine daraus sich ergebende Temperaturabnahme von 0,4—0,6° auf 100 m Höhe und eine dadurch hervorgerufene ziemlich starke Krümmung der Schallbahnen nach oben ist also wohl zu erwarten. Fragen wir nach den Windverhältnissen, so war an der ligurischen Küste ein starker Wind vorhanden; das Bolletino Aerologico aus Roma gibt nämlich für den 25. Oktober 15^h folgende Wingschwindigkeit (m/sek.) an: Genua NE 14, Capo Mele N 16, und für den 26. Oktober 8^h: Genua N 14, Capo Mele NE 22; die Zeitungsmeldungen über die Explosion sprechen übrigens von der raschen Ausdehnung des Waldbrandes unter dem Einfluss eines sehr starken Windes. Nach dem Bolletino Aerologico ergaben die Windbeobachtungen in verschiedenen Höhen für Mailand folgendes:

	Boden	500 m	1000 m	2000 m	3000 m
25. Oktober 15 ^h	NE ₂	ESE ₂	NE ₂	E ₁₆	—
26. „ 8 ^h	NE ₂	WNW ₂	E ₄	E ₉	ESE ₁₀



Aus diesen Windzuständen bis 2000 m Höhe lässt sich keine genügende Erklärung für die anormale Schallausbreitung finden, aber aus den mehreren bisher untersuchten Fällen von weitreichender Schallfortpflanzung lässt sich schliessen, dass hier, wo die anormale Hörbarkeitszone sich gerade entgegengesetzt der herrschenden Windrichtung erstreckt, das Zurückwerfen der Schallbahnen nach der Erde einer Windgeschwindigkeitsabnahme mit der Höhe in den oberen Luftschichten (vielleicht von 2000 m oder eher von 3000 m an) zuzuschreiben ist, was der meteorologischen Situation nicht widersprechen würde. In der Tat lag gegen die Alpen und über denselben der Uebergang in ein Antizyklonalgebiet vor, das deutlich absteigende Luftbewegung zeigte. Darauf weist sowohl der an diesem Abend allgemein im Tessin und Graubünden wolkenfreie Himmel hin, wie besonders die ausserordentlich niedrigen Feuchtigkeitsgrade einiger Stationen (St. Gotthard $21\frac{1}{2}^h$: 22%, Castasegna $13\frac{1}{2}^h$: 22%). In diesem Bereich absteigender Luft mag in höhern Schichten die östliche Luftbewegung schon viel schwächer gewesen sein; die starken nordöstlichen Gradienten, die am Erdboden zu finden sind (und die mit Bezug auf den resultierenden Luftaustausch für die untern Schichten bekanntlich über den Alpen fiktiv sind) können dort aufgehört haben.

Es seien noch einige Einzelheiten erwähnt und ein Verzeichnis der positiven und negativen Meldungen angegeben. Im Süd-Tessin wurde die Explosion an manchem Ort in erschreckender Weise wahrgenommen: an der Strasse Morcote-Figino glaubte man an eine Explosion im Haus oder im Nachbarhaus, in vielen Villen wurde alles ängstlich abgesucht. Die Wirkung der Explosion äusserte sich auch vielfach erdbebenähnlich, sogar im Graubünden: Erzittern des ganzen Hauses (Castagnola); heftige Erschütterung der Fenster (Ligornetto); leichtes Schaukeln und Zittern der Fensterscheiben (Thusis). Aus Vals und Tomils (Graubünden) wurde uns die Wahrnehmung als Erdbeben gemeldet!

Positive Meldungen: Acquarossa, Anhornhütte b. Furna, Arosa, Brissago, Capolago, Castagnola, Castiel b. Chur, Crana Torricella, Ligornetto b. Mendrisio, Locarno-Minusio, Lugano, Marmels (Graubünden), Mendrisio, Mezzana, Monte Bré, Monte Ceneri, Morcote, Muggio, Olivone, Ponte Tresa, Poschiavo, Salorino, St. Moritz, Schleins, Seewis, Splügen, Sur (Oberhalbstein), Thusis, Vicosoprano, Zürich.

Negative Meldungen: Adeer, Avers Cresta, Bellinzona, Bevers, Biasca, Braggio, Brusio, Cevio, Chur, Faido, Filisur, Flims, Fusio, Grand-St. Bernard, Grono, Gryon, Kippel, Klosters, La Châtelaine (Genève), Le Châble (Valais), Misox, Mosogno, Platta, Puplinge (Genève), Reckingen, Reichenau, Safienplatz, Saas-Fée, St. Antönien, S. Bernardino, St. Gotthard, Santa Maria (Münsterthal), Savognin, Schiers, Sedrun, Simplon-Dorf, Sonogno, Surrhein, Vättis (St. Gallen), Valens.

Die durch die Explosion hervorgerufenen Erdwellen wurden auf der schweizerischen Erdbebenwarte in Zürich registriert: e $21^h 54^m 44,3^s$; e (S?) $55^m 11,6^s$ (M.-E. Z.). Maximale Amplitude der Bodenbewegung $0,4 \mu$. Als Beginn der P- und S-Wellen aufgefasst liefern diese Einsätze nach der Laufzeitabelle von Mohorovicic für Herdtiefe 0 km, eine Differenz S-P, die auf eine zu kleine Entfernung von $d = 217$ km führt, während die wirkliche Distanz 345 km beträgt. Betrachtet man den Anfang als direkte also „P“-Wellen — was zweifelhaft ist —, so ergibt sich daraus, nach derselben Laufzeitabelle, für $d = 345$ km eine Laufzeit von 62^s und somit als Explosionszeit: $21^h 53^m 42^s$ (M.-E. Z.), eine Zeit, die vermutlich um einige Sekunden zu spät sein dürfte.

A. de W.

2. Notiz über den Austausch seismischer Depeschen.

Von A. de Quervain.

Die Wiederaufnahme internationalen wissenschaftlichen Verkehrs legt es nahe, auch den Austausch international interessierender seismischer Nachrichten vorzubereiten.

Im Sommer 1919, sobald die Möglichkeit zu einer solchen Anregung gegeben schien, traten wir mit verschiedenen in Betracht kommenden Staaten in Beziehung, indem wir den Austausch aktueller Beobachtungen vorschlugen nach einem Code, den wir schon längere Zeit zwischen den schweizerischen Erdbebenstationen Zürich, Chur und Neuchâtel verwendet hatten. Zugleich machten wir verschiedenen meteorologischen Instituten, die mit seismologischen Einrichtungen in Verbindung standen, den Vorschlag, in solchen besondern Fällen einfach an die internationale meteorologische Sammeldepesche noch ein kurzes codifiziertes Seismotelegramm anzufügen, und führten diesen Vorschlag unsererseits aus. Verschiedene Institute, namentlich Strassburg und Jena, gingen auf den Depeschenaustausch ein und führten ihn durch, neuerdings nach der Neueinrichtung auch Zagreb, das auch sofort zugestimmt hatte; andere, die der Sache selbst zustimmten, verwiesen auf eine spätere — seither nicht eingetretene — Ordnung durch einen internationalen Forschungsrat, der in Brüssel 1919 eingesetzt worden sei — ein Beispiel dafür, dass eine Einrichtung, welche die internationale Forschung fördern will, dieselbe unter Umständen auch hemmen kann. Wir suchten uns, um die Nutzbarmachung der bei uns zusammenlaufenden Nachrichten durch deren Verbreitung zu bemühen, soweit die Vorbehalte das jeweiligen gestatteten. Strassburg gibt neuerdings selbst ein Sammelbulletin heraus; Jena verarbeitet das dort zugängliche Material zu eigentlichen Monographien. Der Austausch von seismischen Depeschen im Anschluss an meteorologischen Nachrichten wurde von englischer Seite als nicht erwünscht erklärt, von anderer wiederum an die genannte Instanz verwiesen. Um so erfreulicher



ist es, dass nunmehr der französische Erdbebendienst diese Idee in der Weise zu der seinen gemacht hat, dass die europäische meteorologische Sammeldepesche des Eiffelturms von 12^h 30^m (M.-E. Z.) vorkommendenfalls auch ein solches Seismogramm anfügt.

Es erscheint in diesem Zeitpunkt nützlich, den von uns seinerzeit vorgeschlagenen und auch von anderer Seite zum Teil unverändert, zum Teil mit kleiner Abänderung benützten Code für solche Depeschen einer Diskussion zu unterbreiten.

Unser Schema sieht für den eigentlichen Depescheninhalt fünf Zahlengruppen zu je fünf Zahlen vor; die letzte (eventuell auch vorletzte) Gruppe kann wegfallen. Das Schema lautet:

dd i a a p h h m m s s $\delta \delta \delta$ D D D D D L L 111.

Die Bedeutung ist folgende:

Erste Gruppe: dd = Monatstag,

i = Intensität, charakterisiert

durch die grösste Amplitude (ganze) des Seismogramms, reduziert auf die wahre Bodenbewegung. Die Einheit 100 Mikron wird erlauben, mit einer Zahl die ausgeprägten Erdbeben, um die es sich hier allein handelt, annähernd zu charakterisieren. Die Zahl 0 bedeutet: Maximale Amplitude kleiner als 50 μ . Für Amplituden, die 900 μ überschreiten, wird als Einheit 1000 μ gewählt und zum Monatsdatum die Zahl 50 addiert.

a a = Azimut des Herdes nach Einheiten von 10° von Nord über Ost gezählt (also 01 bis 36), berechnet auf Grund relativ deutlicher Angaben des Seismogramms. Ist das Azimut (mangels Sicherheit über die Vertikalkomponente) um $\pm 180^\circ$ unsicher, so wird 50 addiert. Die Zahlen 91 bis 98 bedeuten, dass das Azimut nicht scharf angebar und nur von 45° zu 45° geschätzt ist. 99 heisst: Azimutbestimmung noch nicht gemacht, 00 = Azimutbestimmung nicht möglich.

Zweite Gruppe:

p = Charakter der Anfangsphase P. (iP plötzlicher Anfang, eP wellenförmiges Auftauchen der Phase P, e allein = unsicherer Anfang, wahrscheinlich nicht zuverlässiges P. P Verdoppelung der Anfangsphase bei Nahebeben von 160—800 km; bei diesen letztern setzen wir S = iM.) Es bedeutet alsdann:

iP eP e P und P deutlich,

1 2 3 4 wobei die Phase S deutlich ist,

5 6 7 8 wobei die Phase S undeutlich ist,

9 = Anfang der Phase P durch Minutenmarke etwas unsicher.

h h, m m = Stunden und Minuten, Greenwichzeit. Falls die Unsicherheit der Uhrkorrektur ± 1 Sekunde überschreitet, wird der Stundenzahl 50 addiert.

Dritte Gruppe: s s = Zeitsekunden,

$\delta \delta \delta$ = Zeitdifferenz S-P in Sekunden.

Die Angabe 999 bedeutet, dass diese Bestimmung nicht gemacht ist; 000 bedeutet, dass sie nicht möglich erscheint.

Vierte Gruppe: D D D D D = Distanz des Epizentrums in Kilometern (Tafeln von Wiechert-Zeissig). Für die Nahebeben (näher als 800 km) sind die Tafeln von Mohorovicic vorzuziehen. Werden ganz runde Zahlen angegeben (z. B. 800, 12000), so bedeutet dies, dass in Ermangelung deutlicher Phasen eine Schätzung vorgenommen wurde. Bei Nahebeben unter 1000 km, wo nur die drei letzten Zahlen gebraucht werden, wo aber die interessante Doppelphase P P auftritt, dienen die beiden ersten Zahlen zur Angabe der Differenz P-P, wenn sie deutlich ist.

Fünfte Gruppe. Wird benützt, wenn die geographischen Koordinaten des Epizentrums entweder nach makroseismischen Meldungen oder nach Berechnung angegeben werden sollen.

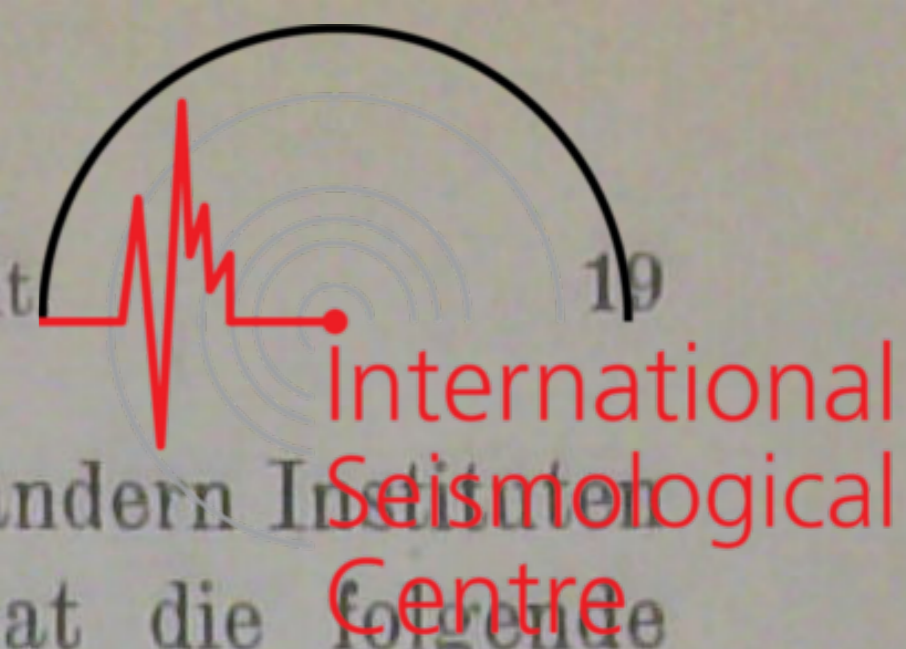
L L = geographische Breite in Graden,

111 = geographische Länge in Graden von 0-360°

von Greenwich über Ost gezählt; für südliche Breiten wird der Länge 500 addiert. (Zur genauen Definition der Koordinaten von (europäischen) Nahebeben unter 1000 km Entfernung kann man die erste Zahl von Breite und Länge weglassen und dafür die Zehntel-Grad einsetzen. Die Angabe der Entfernung wird ein Missverständnis über die Breite ausschliessen.)

* * *

Als dieser provisorische Code dem Gebrauch übergeben wurde, erbaten wir zugleich spätere Abänderungsvorschläge auf Grund der künftigen Erfahrung. Es liegen folgende vor:



Das geophysikalische Institut in Strassburg, das diesen Code für seinen Depeschenaustausch mit andern Instituten und für die drahtlosen Erdbebenmeldungen des internationalen Eiffelturmradiogramms adoptiert hat, hat die folgende Abänderung für nützlich gehalten: Die Angabe für die Intensität i wird ganz unterdrückt und die so gewonnene Ziffer wird der nähern Phasencharakterisierung von S zuerteilt, derart, dass die aufeinanderfolgenden Zahlen $P P$ (unmissverständlicher wäre wohl die Bezeichnung $P S$) folgendes bedeuten:

Erste Zahl P	1	2	3	4	}	bezieht sich auf Phase P
	iP	P und \underline{P} deutlich	P	eP		
Zweite Zahl	5	6	7	8	}	bezieht sich auf Phase S .
	iS	S	eS	unsicher		

Diese Abänderung hat gegenüber unserer ursprünglichen Fassung den Vorteil, dass anstatt zwei Möglichkeiten der Charakterisierung für S (deutlich oder undeutlich), die bei uns vorhanden sind und uns für die Beurteilung der Zuverlässigkeit von $S-P$ zu genügen scheinen, nun vier solche zur Verfügung stehen. Bei der ersten Phase tritt die neutrale Bezeichnung P an die Stelle von e = undeutlicher Anfang des Seismogramms, ohne dass man überzeugt ist, den wirklichen Anfang der P -Phase zu haben; ein Fall, der nicht selten ist und mit eP nicht verwechselt werden darf; denn in der Angabe eP liegt die Aussage, dass man immerhin den wirklichen Beginn von P zu haben glaubt.

Dadurch, dass für die erste Phase die Zahlen nur von 1—4, für die zweite nur von 5—8 gehen können, sind die Möglichkeiten übrigens offenbar nicht ausgenützt (nur 16 statt 100).

Von der Hauptstation für Erdbebenforschung in Jena wird vorgezogen, die Angabe von i gegenüber den nicht ganz überzeugenden Vorteilen der hier vorgeschlagenen Änderung nicht preiszugeben; dagegen wird dort vorgeschlagen, die vierte Gruppe $D D D D$ ganz zu unterdrücken, weil ihr Inhalt durch $S-P$ in der dritten Gruppe schon gegeben sei.

Ganz ist dies freilich nicht der Fall. Die Wiederholung, die in der vierten Gruppe vorliegt, macht von der Tabelle unabhängig, und erlaubt eine Charakterisierung auch unabhängig von $S-P$, z. B. in den Fällen sehr entfernter Beben, wo S fehlt, und auf eine grössere Entfernung geschlossen werden muss, als die Tafeln für $S-P$ sie überhaupt angeben.

So werden sich noch andere Vorschläge vernehmen lassen, die einer internationalen Vereinbarung dienen werden. Dadurch, dass wir dieses Provisorium zur Diskussion stellen, möchten wir in diesem einen Punkt unsererseits diese Vereinbarung fördern.

Q.

