

# Jahresbericht

des

# Schweizerischen Erdbebendienstes 1921.

Von Prof. A. de Quervain.

1. Allgemeines.
2. Die 1921 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 einer Tafel.)

## Anhang:

Beitrag zur experimentellen Bestimmung der Geschwindigkeit der Erdbebenwellen in den obersten Schichten. (Sprengung bei Alpnach 25. März 1922 und Explosion bei Spezia 28. September 1922.)

(Mit einem Profil.)

Von A. de Quervain.

GEOPHYSICS LIBRARY

ZÜRICH

Buchdruckerei zur Alten Universität.

1922.

## Jahresbericht 1921 des Erdbebendienstes

der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt.

Von Prof. Dr. A. de Quervain.

### 1. Allgemeines.

2. Die 1921 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 einer Tafel.)

### Anhang:

Beitrag zur experimentellen Bestimmung der Geschwindigkeit der Erdbebenwellen in den obersten Schichten. (Sprengung bei Alpnach 25. März 1922 und Explosion bei Spezia 28. September 1922.)

(Mit einem Profil.)

Von A. de Quervain.

### 1. Allgemeines.

Wie bisher geschah die Bearbeitung der Beobachtungen durch Herrn Assistent Dr. A. de Weck gemeinsam mit dem Berichterstatter; bei der Bureauarbeit beteiligte sich Fr. E. Steiner; die tägliche Bedienung der Apparate besorgte weiterhin Stadtförster Peter.

In der Angelegenheit der Seismometerkonstruktion wurden zunächst alle Pläne für den Umbau des jetzigen Gebäudes zur Aufnahme des neuen Instrumentes gemeinsam mit der eidgenössischen Bauinspektion festgestellt. Am 27. Januar wurde der Grundriss des Instrumentes am Gebäude fixiert. Am 1. April 1921 konnte die Umänderung des Gebäudes und die Pfeilerarbeiten in Angriff genommen werden; dieser Teil der Arbeiten war im Sommer grösstenteils vollendet. Der Bau der Apparateile des grossen Seismometers durch die Firma Trüb, Täuber & Co. in Zürich konnte unter ständiger Mitarbeit von Prof. Piccard und des Berichterstatters soweit gefördert werden, dass im Sommer sämtliche grössere Teile in Arbeit waren. Die Ablieferung, die zuerst auf das Frühjahr, und dann auf August zugesichert war — was eine Montierung noch in der wärmeren Jahreszeit ermöglichen sollte — zog sich so lange hin, dass der Aufbau des Instrumentes selbst erst im Spätherbst und Winter beginnen konnte; es geschah dies — wie die Vorarbeiten — unter fast ständiger Anwesenheit eines von uns beiden. Diese Arbeit musste neben den andern Amtsgeschäften vielfach auch Abends und Nachts fortgeführt werden, im Hinblick auf den Abreisetermin von Prof. Piccard im Frühjahr. Ende 1921 war man so weit, dass die träge Masse (20 600 kg) federnd aufgehängt war.

Wir beteiligten uns weiterhin an einem internationalen seismologischen Depeschenaustausch, speziell eine Vermittlung solcher Nachrichten zwischen den frühern Kriegführenden; diese Tätigkeit wird hoffentlich bald überflüssig.

Die Erdbebenwarte wurde von uns regelmässig kontrolliert. Es wurde bei dem Neubau des Hauses und dem Aufbau des neuen Instrumentes besondere Rücksicht darauf genommen, dass die bisherigen Apparate fast ohne Störung weiter funktionieren konnten. Doch verlangte der chaotische Zustand besondere Geduld seitens des regelmässigen Besorgers.

Von blossen, nicht näher deutbaren Spuren abgesehen, wurden 25 Nahebeben und 22 Fernbeben registriert.

Die Konstanten der Apparate waren im Mittel folgende:

|   | Bosch-Mainka 450 kg-Pendel |                       | Spindler & Hoyer-Wiechert'scher<br>Vertikalapparat 80 kg |
|---|----------------------------|-----------------------|--|
|   | Nord-Süd-Komp.             | Ost-West-Komp.        | Vertikal-Komponente                                      |
| Vergrößerung für schnelle Schwing.            | 228                        | 246                   | 110  |
| Eigenperiode . . . . .                        | 4,6 <sup>s</sup>           | 4,8 <sup>s</sup>      | 3,1 <sup>s</sup>   |
| Dämpfung . . . . .                            | 3,3                        | 3,7                   | 3,1  |
| Reibung . . . . .                             | 1,1                        | 0,6                   | 0,6  |
| Registriereschwindigkeit . . . . .            | ca. 30 <sup>m/m</sup>      | ca. 30 <sup>m/m</sup> | ca. 30 <sup>m/m</sup>                                    |
| Mittlerer Zeit-Interpolationsfehler . . . . . | ± 0,1 <sup>s</sup>         | ± 0,1 <sup>s</sup>    | ± 0,3 <sup>s</sup>                                       |

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.

## 2. Die im Jahre 1921 in der Schweiz verspürten Erdbeben.

Im Jahre 1921 wurden im ganzen 32 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 |
|--------|---------|------|-------|-----|------|------|--------|-----------|---------|----------|----------|
| 3      | 2       | 3    | 5     | 13  | 1    | —    | 1      | —         | 2       | —        | 2        |

Es fielen 23 in die Zeit der Ruhe (20<sup>h</sup>—8<sup>h</sup>) und 9 in die Zeit der Tätigkeit (8<sup>h</sup>—20<sup>h</sup>), 13 wurden auf der Erdbebenwarte in Zürich registriert. 7 hatten ihren Herd ausserhalb der Schweiz (Tirol).

Unter den Beben des Jahres 1921 ist besonders zu erwähnen eine Reihe von Beben, die ihren Herd im Kanton Graubünden, beziehungsweise im Tirol hatten, sie sind übersichtlich in Kärtchen dargestellt; die übrigen waren meist ziemlich lokaler Natur.

### Registrierte Fernbeben im Jahre 1921. (Mitteleuropäische Zeit.)<sup>1)</sup>

Nr. 1. **4. Februar.** eP 9<sup>h</sup>35<sup>m</sup>11,7<sup>s</sup>; eS 9<sup>h</sup>45<sup>m</sup>35,7<sup>s</sup>. d = 9280 km, Mittelamerika: Isthmus Tehuantepec. — Nr. 2. **27. Februar.** eP 19<sup>h</sup>43<sup>m</sup>21,5<sup>s</sup>. Stiller Ozean: Nach japan. seismogr. Bulletin Nähe der Inseln Samoa. — Nr. 3. **24. März.** eP 15<sup>h</sup>53<sup>m</sup>54<sup>s</sup>; eL 16<sup>h</sup>25<sup>m</sup> ca. d = 10000 km ca., Nähe der Insel Chisima (nach japan. Bullet.). — Nr. 4. **28. März.** eP 9<sup>h</sup>01<sup>m</sup>53<sup>s</sup>; S 12<sup>m</sup>11<sup>s</sup>. d = 9150 km, Mittelamerika. — Nr. 5. **30. März.** eP 16<sup>h</sup>08<sup>m</sup>29,8<sup>s</sup>; iS 10<sup>m</sup>29,7<sup>s</sup>. d = 1120 km, Albanien: Nach dem seism. Bullet. von Belgrad, zerstörend in der Umgebung von Piskopeja (41° 43' 9" N; 20° 24' 18" E) und Suhodo (41° 46' 45" N; 20° 23' 43" E). — Nr. 6. **1. April.** eP 5<sup>h</sup>19<sup>m</sup>37<sup>s</sup>?; eS 30<sup>m</sup>03<sup>s</sup>. d = 9300 km? Nach seism. Bulletin von Batavia: zerstörendes Beben in Tarvetoeng (Tapanoeli), Sumatra. — Nr. 7. **4. Mai.** eP 18<sup>h</sup>37<sup>m</sup>11<sup>s</sup>; S 39<sup>m</sup>11<sup>s</sup>. d = 1120 km, Balkan: Nach seism. Bulletin von Belgrad, Herd 410 km von Belgrad entfernt. — Nr. 8. **10. Mai.** eP 5<sup>h</sup>59<sup>m</sup>11<sup>s</sup>. — Nr. 9. **20. Mai.** eP 1<sup>h</sup>51<sup>m</sup>27,6<sup>s</sup>; iS 58<sup>m</sup>0<sup>s</sup>. d = 4810 km, Turkestan. Nach seism. Bulletin von Uccle: Région sud du Boukhara, Coord. 37,5° N; 67,3° E. — Nr. 10. **26. Juni.** eP 4<sup>h</sup>43<sup>m</sup>32<sup>s</sup>; eS? 45<sup>m</sup>53<sup>s</sup>. d = 1330 km? — Nr. 11. **29. Juni.** e 12<sup>h</sup>43<sup>m</sup>27<sup>s</sup> Spuren. — Nr. 10. **10. August.** eP 15<sup>h</sup>13<sup>m</sup>09<sup>s</sup>; iP 13<sup>m</sup>13<sup>s</sup>; iS(?) 15<sup>m</sup>55<sup>s</sup>. d = 1600 km? Serbien. Nach seism. Bulletin von Belgrad: Herd zwischen Vitina (42° 21' N, 21° 20' E) und Kabas (42° 20' N, 21° 20' E). — Nr. 13. **23. August.** eP 21<sup>h</sup>22<sup>m</sup>48<sup>s</sup> (Minutenlücke); iS 27<sup>m</sup>14<sup>s</sup>. d = 2770 km, Island. — Nr. 14. **5. September.** eP 21<sup>h</sup>09<sup>m</sup>14<sup>s</sup>; eL 21<sup>h</sup>36<sup>m</sup> ca. d = 8900 km, Nordostasien. — Nr. 15. **11. September.** eP 05<sup>h</sup>16<sup>m</sup>30<sup>s</sup>?; eS 26<sup>m</sup>35<sup>s</sup>? d = 8900 km? Niederländisch Indien. Nach seism. Bulletin von Batavia: Gespürt auf den Inseln Java, Madoera, Bali und Lombok und in Kroe (Benkoelen Sumatra). — Nr. 16. **13. September.** eP 10<sup>h</sup>03<sup>m</sup> ca. (Kein Zeitkontakt!) S-P = 145<sup>s</sup> ca. d = 1380 km ca. Golfe d'Arta. (Nach Obs. von Athènes.) — Nr. 17. **26. September.** eP 10<sup>h</sup>30<sup>m</sup>30<sup>s</sup>; eS 34<sup>m</sup>12<sup>s</sup> (Minutenlücke). d = 2220 km, Kleinasien? — Nr. 18. **20. Oktober.** eP? 7<sup>h</sup>16<sup>m</sup>37<sup>s</sup>; iS 27<sup>m</sup>03,2<sup>s</sup>. d = 9310 km? Jiquie Chile? — Nr. 19. **21. Oktober.** e 3<sup>h</sup>09<sup>m</sup>04<sup>s</sup>; eS? 12<sup>m</sup>28<sup>s</sup>. d = 2000 km? — Nr. 20. **11. November.** eP 19<sup>h</sup>50<sup>m</sup>16<sup>s</sup>; eS(?) 20<sup>h</sup>01<sup>m</sup>05<sup>s</sup>. d = 9800 km? Herd vermutlich im Ostasien (stiller Ozean)? — Nr. 21. **15. November.** iP 21<sup>h</sup>44<sup>m</sup>44,9<sup>s</sup>; iS 51<sup>m</sup>16,2<sup>s</sup>; i 54<sup>m</sup>14,2<sup>s</sup>. d = 4800 km (stark). Turkestan. (Koord. ca. 70° E Gr., 40° N, Ferghana-Becken, nach den Mitteilungen der Erdbebenwarte Jena). — Nr. 22. **18. Dezember.** eP 16<sup>h</sup>41<sup>m</sup>09<sup>s</sup>; iP 41<sup>m</sup>12<sup>s</sup>; iS 50<sup>m</sup>47<sup>s</sup>; i 54<sup>m</sup>55<sup>s</sup>. d = 8370 km (stark). Herd vermutlich im Norden von Südamerika. — Besonders starke Amplitude der P auf vertikaler Komponente.

<sup>1)</sup> Zur Bearbeitung der Fernbeben bedienen wir uns in einigen Fällen der seismologischen Berichte von Barcelona (Obs. Fabra), Batavia (Java), Belgrad, Berkeley und Lick (California), Hamburg, Jena, Ottawa, Tokio, Uccle, Valle di Pompei.

**Tabelle I. In der Schweiz verspürte Erdbeben. 1921.**

| Nr. | Monat und Tag | M.-E. Zeit<br>0—24 h | Erschütterte Gegend und Epizentralgebiet                     | Grad Foral-Rossi  | Grösste Ausdehnung<br>km | Zahl d. pos. Meldungen | Zahl d. neg. Meldungen | Registriert in Zürich | Bemerkungen<br>(Charakter, Zahl der Stösse, Dauer,<br>bes. Wirkung) |  |
|-----|---------------|----------------------|--|---|--------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|---|--|
|     |               |                      |  |   |                          |                        |                        |                       |   |  |
|     | Jan.          | 6.                   | geg. 23 <sup>h</sup>   |   |                          |                        |                        |                       |   |  |
|     |               |                      | h m  |   |                          |                        |                        |                       |   |  |
| 1   | Jan.          | 6.                   | geg. 23 <sup>h</sup>   | St. Gallen (Kirchgasse)   | I                        | —                      | 1                      | —                     | —   | Erdstoss (sehr fraglich). Keine Bestätigung.   |
| 1   | "             | 7.                   | 23, 00   | Solothurn und Horriwil (7,5 km SE von Solothurn)  | IV                       | 8                      | 3                      | 3                     | —   | Erschütterung mit polterndem Geräusch. Negat. Meldungen von Weissenstein, Biberist und Aeschi.   |
| 2   | "             | 10.                  | 9, 50  | Scarl (Graubünden)  | II-III?                  | —                      | 1                      | —                     | —   | Erdstoss. Zittern der Fenster.   |
|     | "             | 14.                  | 6 <sup>1</sup> / <sub>4</sub> -6 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> | St. Gallen (Kirchgasse)   | I                        | —                      | 1                      | —                     | —   | Stoss aus der Richtung vom Bodensee (fraglich). Keine Bestätigung.   |
| 3   | "             | 27.                  | 23, 59   | Graubünden: Gegend von Davos-Platz, Filisur, Nisellas-Alvaschein. Auch gespürt in Chur, Vättis, Reichenau, Fideris, Klosters, im Schanfigg, Domleschg und Schams, in Splügen und Vals | V                        | 60                     | 23                     | 13                    | R   | 1—2 Stösse, begleitet von dumpfem, unterirdischem Rollen.  |
| 4   | Febr.         | 15.                  | 22 <sup>h</sup> 35 <sup>m</sup> 31 <sup>s</sup>              | Sierre  | III                      | —                      | 1                      | —                     | —   | Trépidation avec fort grondement souterrain, durée 1/2 sec.  |
|     | "             | 27.                  | 22 <sup>h</sup> 20-25 <sup>m</sup>                           | St. Gallen (Kirchgasse)   | I                        | —                      | 1                      | —                     | —   | Leichter Erdstoss (fraglich). Keine Bestätigung.   |
| 5   | "             | —                    | —, —   | Arosa (Graubünden)  | II-III                   | —                      | 1                      | —                     | —   | Häufige Erdstösse, besonders am Ende des Monats, meistens in der Nacht oder früh am Morgen in demselben Haus beobachtet. (Daten und Zeitangaben fehlen.)                                 |
| 6   | März          | 1.                   | 12, 55   | Tomils (Graubünden)   | V                        | —                      | 1                      | —                     | —   | Zittern, auch im Freien beobachtet.  |
| 7   | "             | 1.                   | 13, 00   | Tomils (Graubünden)   | V                        | —                      | 1                      | —                     | —   | Zittern auch im Freien beobachtet.   |
| 8   | "             | 5.                   | 1, 58  | St. Gallen  | I                        | —                      | 1                      | —                     | —   | Zweimal. Schaukeln (senkrecht). Intervall 4—5 Sek. Klappern. (Von einer Person beobachtet).  |
|     | "             | 5.                   | geg. 5 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> h                         | St. Gallen (Kirchgasse)   | I                        | —                      | 1                      | —                     | —   | Leichter Erdstoss (fraglich).  |
| 9   | April         | 27.                  | 18, 07   | Süs (Unterengadin)  | IV                       | —                      | 1                      | —                     | R   | Einmal. Zittern, senkrecht. Dauer 1 Sek.   |
| 10  | "             | 29.                  | 23, 49   | Sion  | IV                       | —                      | 1                      | 1                     | R   | Trépidations.  |
| 11  | "             | 30.                  | 0, 12  | Sion  | III?                     | —                      | 1                      | 1                     | —   | Secousse.  |
| 12  | "             | 30.                  | 16, 32   | Graubünden: Süs, Lavin, Guarda (Int. V); auch gespürt in Zernez, Brail und Scans. Negat. Meldung aus Zuoz   | V                        | 25                     | 6                      | 1                     | R   | 2 Stösse. In Zernez Zeitintervall ca. 20 Sek. (nach Hrn. E. Bisaz) entsprechend der Doppelregistrierung in Chur. (S. mikroseism. Tabelle Nr. 6.) — In Süs zweimaliges senkrecht Zittern. |
| 13  | "             | 30.                  | 18, 56   | Sion  | III                      | —                      | 1                      | —                     | R   | Secousse latérale E-W. Durée 1 sec.  |
| 14  | Mai           | 1.                   | 1, 05  | Süs und Lavin   | III                      | 4                      | 2                      | 1                     | —   | Schwacher Stoss. In Süs senkrecht. Negat. Meldung aus Zernez.  |
| 15  | "             | 1.                   | 2, 16  | Graubünden: Süs, Lavin, Guarda (Int. V); Zernez, Brail und Scans  | V                        | 25                     | 6                      | 1                     | R   | Ein Stoss. Dauer 2 Sek. In Süs senkrecht. Negat. Meldung aus Zuoz.   |
| 16  | "             | 1.                   | 4, 30  | Süs   | II-III                   | —                      | 1                      | —                     | —   | 1 Stoss, vereinzelt verspürt. Senkrecht Zittern.   |
| 17  | "             | 12.                  | 10, 58   | Sion  | IV                       | —                      | 1                      | —                     | —   | Trépidations, durée 1—2 sec, bruits. (Étages supérieurs.)  |
| 18  | "             | 13.                  | 10 <sup>h</sup> 46 <sup>m</sup> 30 <sup>s</sup>              | Sion  | III                      | —                      | 1                      | —                     | —   | Secousse, durée 1 sec. (Étages supérieurs).  |
| 19  | "             | 23.                  | 7, 17  | Herd vermutlich im Tirol, nahe an der Schweizergrenze, gespürt in Vent (Oetzthal). Graubünden: Münsterthal, Unter- und Ober-Engadin, Puschlav und Bergell                             | V                        | 80                     | 12                     | 7                     | R   | Int. V in Sta. Maria, Scarl, Buffalora, Remüs.   |
| 20  | "             | 23.                  | 7, 19  | Herd wie oben. Graubünden: Schuls, Sta. Maria, Bevers, St. Moritz   | V                        | 50                     | 4                      | 6                     | R   | In Schuls (Int. V), begleitet von starkem Geräusch.  |
| 21  | "             | 23.                  | 7, 24  | Herd wie oben. Graubünden: Schuls, Sta. Maria, Buffalora (Int. V), Bevers, Alp Grüm   | V                        | 53                     | 5                      | 6                     | R   | In Schuls, Stoss begleitet von starkem Geräusch. Dauer 2—3 Sek. In Vent (Oetzthal) dumpfes Rollen.   |
| 22  | "             | 23.                  | 15, 50   | Herd wie oben. Gespürt in Zernez (Graubünden)   | II                       | —                      | 1                      | 1                     | R   | Schaukeln. (Beobachtet im 2. Stock).   |
| 23  | "             | 24.                  | 02, 01   | Herd wie oben. Graubünden: Martinsbruck Süs, Buffalora (Int. V); Remüs, Schuls, Sta. Maria, St. Moritz  | V                        | 63                     | 7                      | 6                     | R   | Stoss, Dauer 2 Sek.  |
| 24  | "             | 24.                  | 3, 00  | Sta. Maria  | II                       | —                      | 1                      | —                     | —   | Sehr schwach.  |
| 25  | "             | 24.                  | 3, 52  | Herd wie oben. Graubünden: Münsterthal, Unter- u. Ober-Engadin, Puschlav und Bergell  | V                        | 88                     | 15                     | 6                     | R   | Zittern, Schaukeln. Dauer 2 Sek., begleitet von Geräusch. Gespürt in Vent (Oetzthal).  |

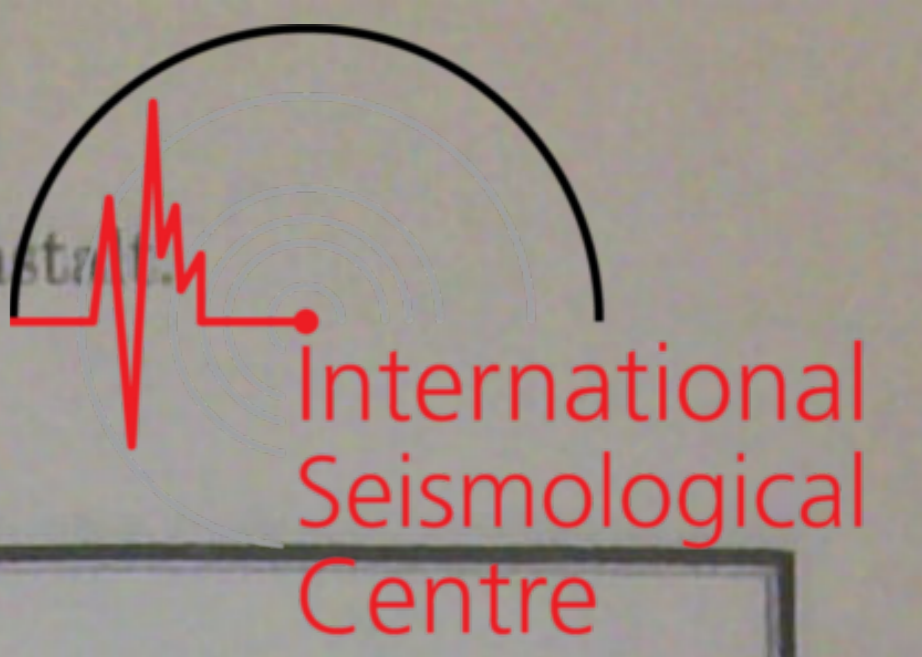


Tabelle I (Schluss).

| Nr. | Monat und Tag   | M.-E. Zeit<br>0—24 <sup>h</sup> | Erschütterte Gegend und Epizentralgebiet  | Grad Forel-Rossi | Grösste Ausdehnung<br>km | Zahl d. pos. Meldungen | Zahl d. neg. Meldungen | Registriert in Zürich | Bemerkungen<br>(Charakter, Zahl der Stösse, Dauer,<br>bes. Wirkung)   |
|-----|---|---------------------------------|---|------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|---|
| 26  | Mai 27.   | 23, 29                          | Sta. Maria (Münsterthal). — Negat. Meldung aus Scarl . . . . .  | V                | —                        | 1                      | 1                      | —                     | Zweimaliges Zittern, Dauer 1 Sek. Richtung E-W (bestätigt durch Bewegung von hängenden Gewichten).  |
|     | Juni 8.   | früh                            | Zürich (Krautgartengasse 2) . . . . .   | —                | —                        | 1                      | —                      | —                     | Schiefstehen von Bildern am 8. Juni früh lässt ganz lokale Erschütterung vermuten.  |
| 27  | , 11.   | 4, 04                           | Grenchen (Solothurn) . . . . .  | III              | —                        | 1                      | —                      | R                     | 1 Stoss (Schaukeln) N-S, Dauer 1 Sek. Bewegung der Hängelampe, rollendes Geräusch. — Von 1 Person beobachtet, keine Bestätigung.  |
| 28  | Aug. 15.  | 23, 10                          | Eglisau (Kt. Zürich). — Negat. Meldungen aus Buchberg, Glattfelden und Wil b. Rafz, in 3 km Entfernung . . . . .  | IV               | —                        | 1                      | 3                      | —                     | Erdstoss (von vielen Personen beobachtet): starker dumpfer Knall aus der Erde, schussähnlich, ohne nachfolgendes Rollen, Klirren der Fensterscheiben — (lokal).   |
|     | Sept. 21.<br>(Pseudo-Erdb.<br>Explosion von<br>Oppau)         | 7, 32                           | Wahrnehmung der Schallwirkung der Explosion der Stickstoffwerke Oppau b. Mannheim. — Distanz Oppau-Zürich 240 km. — Die anormale Hörbarkeitszone umfasst in der Schweiz, in der Entfernung v. 200—280 km von Oppau, einen Teil der Kantone Thurgau, Schaffhausen, St. Gallen, Zürich, Glarus, Zug, Luzern und vereinzelt Aargau (Rheinfelden, Beinwil) und Solothurn (Stüsslingen, Wiesenberg) . . . . .                | —                | —                        | 40                     | 40                     | R                     | 2 kurz aufeinanderfolgende Detonationen, teils als dumpfer Knall, teils als donnerartiges Rollen beobachtet. — In südöstlicher Richtung erstreckte sich die Hörbarkeit sogar bis Malans (320 km) und Piz Saluver (350 km) bei St. Moritz. — S. mikroseism. Tabelle nach Nr. 22 und Anhang zum Jahresbericht 1920 mit Tafel. |
| 29  | Okt. 3.   | 2, 50                           | Gersau (Kt. Schwyz). — Negat. Meldung aus Vitznau . . . . .   | IV               | —                        | 2                      | 1                      | —                     | Kurzer Stoss aus der Richtung d. Hochfluh mit nachfolgendem starken Rollen. Besonders auf der Ostseite des Tiefenbaches beobachtet.   |
|     | Okt. 25.<br>(Pseudo-Erdb.<br>Explosion bei<br>Savona (Ital.)) | 21, 54                          | Wahrnehmung der Schallwirkung der Explosion des Forts St. Helena bei Savona (Ital. Riviera). Distanz v. Zürich 345 km. Die Hörbarkeitszone umfasst den ganzen Süd-Tessin und den zentralen und östlichen Teil des Kts. Graubünden bis in eine Entfernung von 330 km von der Schallquelle. Die Explosion wurde auch vereinzelt gehört in Zürich und Athenaz (Genève). Aus dem Wallis lauter negative Meldungen . . . . . | —                | —                        | 30                     | 40                     | R                     | Meist zwei oder mehrere Detonationen. Schallwirkung an manchem Ort des Südtessins erschreckend. — Vielfach als Erdbeben gedeutet (namentlich in Vals und Tomils). — S. mikroseism. Tabelle nach Nr. 22 und Anhang zum Jahresbericht 1920.   |
| 30  | Okt. 30.  | 23, 30                          | Altdorf . . . . .   | III              | —                        | 1                      | —                      | —                     | Stoss, Zittern.   |
| 31  | Dez. 12.  | 6, 25                           | St. Urban (Kt. Luzern) . . . . .  | II-III           | —                        | 1                      | —                      | —                     | Zwei Stösse aus SE; Dauer 2—3 Sek.  |
| 32  | , 28.   | 21, 59                          | Herd an der Grenze Schweiz-Tirol. Gespürt im Graubünden: Sta. Maria (Münsterthal), Buffalora, Schuls . . . . .  | V                | 25                       | 3                      | 3                      | R                     | Stoss, Zittern. Dauer 1—2 Sek. (In Sta. Maria Richtung SN). Negat. Meldung aus Süs, Zernez, Berninahospiz.  |

Tabelle II. In Zürich registrierte Nahebeben.<sup>1)</sup>
 Zürich 1921. Mitteleurop. Zeit; Mitternacht = 0<sup>h</sup>; 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-<br>entfernung<br>nach S-P | Bemerkungen   |
|-----|-----------|--|---------------------------------------|--|---|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|---|
|     |           |  |                                       |  |   |                                  | N                                | E                                    | V                            | N                                  | E                                    | V                              |                                       |   |
|     |           |  | h m                                   | s  | s   | s                                | s                                | s                                    | s                            | μ                                  | μ                                    | μ                              | km                                    |   |
| 1   | Jan. 1.   | e<br>i<br>F  | 12 00<br>01<br>04                     | 53,5<br>—<br>—                           | 53,2<br>9,9<br>—                          | 47,7<br>—<br>—                   | —<br>—<br>—                      | —<br>0,5<br>—                        | —<br>—<br>—                  | 0,1<br>—<br>—                      | 0,1<br>0,6<br>—                      | 0,6<br>—<br>—                  | —                                     | Herd unbekannt, vielleicht Italien (Bargecezia, bei Massa: 12 <sup>h</sup> 05 <sup>m</sup> nach italien. meteorolog. Bulletin).   |
| 2   | " 27.     | eP<br>iS<br>F  | 23 59<br>59<br>0,01                   | 9,7<br>23,9<br>—                         | 10,4<br>23,9<br>—                         | —<br>—<br>—                      | 0,6<br>0,5<br>—                  | —<br>0,6<br>—                        | —<br>—<br>—                  | 0,4<br>0,7<br>—                    | 0,2<br>1,0<br>—                      | —<br>—<br>—                    | 113                                   | Herd im Kt. Graubünden: Gegend von Davos und Filisur. Siehe makroseism. Bericht Nr. 3. — Anfang in der Minutenlücke. — Damit Registrierung in Zürich und Chur nach Mohorovicic's Tabelle zueinander passen, muss man Herdtiefe 0 km annehmen. — Bei dieser Annahme aus Registrierung Zürich in Epizentralzeit: 23 <sup>h</sup> 58 <sup>m</sup> 49 <sup>s</sup> . Registr. in Chur: iP 23 <sup>h</sup> 58 <sup>m</sup> 50,9 <sup>s</sup> ; iS 58 <sup>m</sup> 53,7 <sup>s</sup> ; d = 22 km. Daraus Epizentralzeit Zürich: 58 <sup>m</sup> 47 <sup>s</sup> . Bei Herdtiefe 25 km käme nach Zürich Epizentralzeit 58 <sup>m</sup> 54 <sup>s</sup> , nach Chur 58 <sup>m</sup> 49 <sup>s</sup> . — Genaue Zeitbeobachtung in Davos (Prof. Dorno): 23 <sup>h</sup> 58 <sup>m</sup> 48 <sup>s</sup> (Anfang des Bebens). |
| 3   | Febr. 10. | eP<br>e<br>eS<br>F                                     | 5 14<br>15<br>15<br>18 <sup>1/2</sup> | 54,2<br>—<br>50,7<br>—                   | 54,0<br>35,0<br>52,8<br>—                 | —<br>—<br>—<br>—                 | —<br>—<br>1,1<br>—               | —<br>—<br>—<br>—                     | —<br>—<br>—<br>—             | 0,1<br>—<br>0,6<br>0,6             | 0,1<br>0,6<br>0,8<br>—               | —<br>—<br>—<br>—               | 385 ?                                 | Herd vermutlich in Italien. Nach italien. meteorolog. Bulletin: Faenza. Anfang eP unsicher. — Auf Vertikal nur Spuren.  |
| 4   | April 27. | e<br>F   | 18 07<br>08 <sup>1/2</sup>            | 33,6<br>—                                | 34,2<br>—                                 | —<br>—                           | —<br>—                           | —<br>—                               | —<br>—                       | 0,1<br>—                           | 0,1<br>—                             | —<br>—                         | —                                     | Keine Phase. — Gespürt in Süs (Unterengadin). Siehe makroseism. Bericht Nr. 9.  |
| 5   | " 29      | e<br>i<br>F  | 23 49<br>49<br>50                     | 6,2<br>6,6<br>—                          | 6,2<br>—<br>—                             | —<br>—<br>—                      | —<br>0,8<br>—                    | —<br>—<br>—                          | —<br>—<br>—                  | 0,3<br>0,4<br>—                    | 0,2<br>—<br>—                        | —<br>—<br>—                    | —                                     | Ressenti à Sion. (Tabl. macrosismique Nr. 10).  |
| 6   | " 30.     | eP<br>iS<br>F  | 16 31<br>32<br>34                     | 51,1<br>08,9<br>—                        | 52,3<br>08,9<br>—                         | —<br>—<br>—                      | —<br>1,0<br>—                    | 0,6<br>0,6<br>—                      | —<br>—<br>—                  | 0,1<br>0,8<br>—                    | 0,2<br>1,1<br>—                      | —<br>—<br>—                    | 136                                   | Herd in dem Unterengadin. Siehe makroseism. Bericht Nr. 12. Registrierung in Chur: P <sub>1</sub> 16 <sup>h</sup> 31 <sup>m</sup> 33,1 <sup>s</sup> ; S <sub>1</sub> 31 <sup>m</sup> 38,0 <sup>s</sup> ; P <sub>2</sub> 31 <sup>m</sup> 52,5 <sup>s</sup> ; S <sub>2</sub> 31 <sup>m</sup> 57,5 <sup>s</sup> ; d. h. zwei Stöße, Intervall 19,4 <sup>s</sup> . — Registrierung in Zürich entsprechend dem ersten Stoss.   |
| 7   | " 30.     | eP <sup>?</sup><br>iS<br>F                             | 18 56<br>56<br>57,5                   | 06,2<br>26,6<br>—                        | 06,1<br>26,8<br>—                         | —<br>—<br>—                      | —<br>0,8<br>—                    | —<br>—<br>—                          | —<br>—<br>—                  | 0,1<br>0,6<br>—                    | 0,1<br>0,2<br>—                      | —<br>—<br>—                    | 162                                   | Ressenti à Sion. (Tabl. macrosismique Nr. 13.)  |
| 8   | Mai 1.    | e<br>F   | 2 16<br>17,5                          | 46,5<br>—                                | —<br>—                                    | —<br>—                           | —<br>—                           | —<br>—                               | —<br>—                       | 0,2<br>—                           | —<br>—                               | —<br>—                         | —                                     | Herd in dem Unterengadin, wie am 30. April 16 <sup>h</sup> 31 <sup>m</sup> . Siehe makroseism. Bericht Nr. 15. Registrierung in Chur: P 2 <sup>h</sup> 16 <sup>m</sup> 15,0 <sup>s</sup> ; S 16 <sup>m</sup> 19,4 <sup>s</sup> .  |
| 9   | " 3.      | eP<br>iS<br>M<br>F                                     | 9 24<br>24<br>25<br>28                | 06,9<br>47,2<br>01,9<br>—                | 07,4<br>47,3<br>—<br>—                    | 07,2<br>47,8<br>—<br>—           | 0,7<br>0,6<br>1,0<br>—           | —<br>1,1<br>—<br>—                   | —<br>—<br>—<br>—             | 0,2<br>1,3<br>2,6<br>—             | 0,2<br>1,1<br>—<br>—                 | 0,3<br>1,4<br>—<br>—           | 320                                   | Herd in SE-Frankreich. Nach Bulletin von Strassburg: Gespürt in Grenoble und Briançon.  |
| 10  | " 23.     | e<br>F   | 7 16<br>17                            | 18,8<br>—                                | 17,5<br>—                                 | —<br>—                           | —<br>—                           | —<br>—                               | —<br>—                       | 0,2<br>—                           | 0,3<br>—                             | —<br>—                         | —                                     | Vermutliches Vorbeben zu den folgenden Nahebeben. Auf N-S-Komp. nur Spuren!   |
| 11  | " 23.     | eP<br>iS<br>M  | 7 17<br>17<br>17                      | 27,7<br>50,0<br>52,0                     | 27,8<br>49,3<br>51,4                      | 27,6<br>51,3<br>—                | —<br>0,6<br>0,8                  | —<br>0,6<br>1,0                      | —<br>1,2<br>—                | 0,2<br>2,6<br>13                   | 0,6<br>2,2<br>11                     | —<br>0,6<br>1,8                | 174                                   | Herd vermutlich im Tirol, nahe an der Schweizergrenze. Nach Prof. Jos. Schorn: Gespürt in Vent (Oetztal); Entfernung von Zürich 187 km. — Gespürt im Kt. Graubünden, siehe makroseism. Bericht Nr. 19. — Ende im folgenden Beben.   |
| 12  | " 23.     | eP<br>e<br>iS<br>M<br>F                                | 7 19<br>19<br>19<br>19<br>22          | 34,6 <sup>?</sup><br>—<br>56,4<br>—<br>— | —<br>—<br>56,5<br>57,0<br>—               | —<br>—<br>57,0<br>—<br>—         | —<br>—<br>—<br>—<br>—            | —<br>—<br>—<br>1,0<br>—              | —<br>—<br>—<br>—<br>—        | 0,3<br>—<br>0,7<br>—<br>—          | —<br>—<br>1,8<br>3,2<br>—            | —<br>0,2<br>0,6<br>—<br>—      | 174 ?                                 | Herd wie oben. Gespürt im Kt. Graubünden. Siehe makroseism. Bericht Nr. 20. Anfang eP unsicher; fällt in das Ende des vorangehenden Bebens.   |
| 13  | " 23.     | eP<br>i<br>iS<br>M <sub>1</sub><br>M <sub>2</sub><br>F | 7 24<br>25<br>25<br>25<br>25<br>29    | 47,5<br>08,8<br>09,8<br>11,8<br>—<br>—   | 47,7<br>07,8<br>09,3<br>11,3<br>14,2<br>— | 47,7<br>—<br>10,6<br>—<br>—<br>— | —<br>0,6<br>0,8<br>0,6<br>—<br>— | 0,6<br>1,1<br>0,6<br>0,7<br>0,7<br>— | —<br>—<br>1,2<br>—<br>—<br>— | 0,3<br>1,3<br>1,7<br>9,2<br>—<br>— | 0,3<br>1,4<br>1,6<br>5,9<br>7,3<br>— | 0,3<br>—<br>1,8<br>—<br>—<br>— | 174                                   | Herd wie oben. Gespürt im Kt. Graubünden. Siehe makroseism. Bericht Nr. 21.   |

<sup>1)</sup> Zur Bearbeitung der Nahebeben standen uns zur Verfügung die italienischen meteorologischen Bulletins, die seismologischen Bulletins von Valle di Pompei, Hamburg, Ucele, Barcelona, die Angaben von Rocca di Papa und der österreichische Erdbebenbericht. — 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.

Zürich 1921. Mitteleurop. Zeit; Mitternacht = 0<sup>h</sup>; 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-<br>entfernung<br>nach S-P | Bemerkungen   |
|-----|-----------|--------------------------|--------------------------------|------------------------------|---|-------------------------------------|------------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------|-------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|---|
|     |           |                          |                                |                              |   |                                     | N                      | E                        | V                    | N                        | E                             | V                           |                                       |   |
|     |           |                          | h m                            | s                            | s   | s                                   | s                      | s                        | s                    | μ                        | μ                             | μ                           | km                                    |   |
| 14  | Mai 23.   | eP<br>e<br>iS<br>F       | 15 50<br>50<br>50<br>53        | —<br>—<br>56,3               | 33,5<br>53,6<br>56,5                        | —<br>—<br>57,0                      | —<br>—<br>0,7          | —<br>0,6<br>0,6          | —<br>—<br>—          | —<br>—<br>11             | 0,1<br>0,2<br>2,8             | —<br>—<br>0,6               | 183                                   | Herd wie oben. Gespürt in Zernez. Siehe makroseism. Bericht Nr. 22.   |
| 15  | " 24.     | eP<br>S<br>F             | 02 01<br>01<br>04              | 44,9<br>—<br>—               | 25,8<br>46,1                                | —<br>—                              | —<br>1,0               | —<br>0,6                 | —<br>—               | —<br>0,7                 | 0,3<br>1,6                    | —<br>—                      | 151                                   | Herd vermutlich wie oben. Gespürt im Kt. Graubünden. Siehe makroseism. Bericht Nr. 23. Nach italienischem Bulletin: Erdstoss in Pejo (Trento). — Einsatz S etwas unsicher wegen der Minutenlücke.   |
| 16  | " 24.     | iS<br>F                  | 02 03<br>03 00                 | 08,4                         | 09,2  | —                                   | —                      | 0,8                      | —                    | 0,2                      | 0,6                           | —                           | —                                     | Herd vermutlich wie oben.   |
| 17  | " 24.     | eP<br>e<br>iS<br>M<br>F  | 03 52<br>52<br>52<br>52<br>55  | 19,2<br>—<br>38,0<br>48,8    | 18,1<br>36,5<br>39,3<br>42,8                | 18,9<br>—<br>39,4<br>—              | —<br>—<br>0,8<br>0,6   | 0,6<br>0,8<br>0,6<br>0,7 | —<br>—<br>—<br>—     | 0,1<br>—<br>0,7<br>3,7   | 0,1<br>0,6<br>4,7<br>5,3      | 0,3<br>—<br>0,9<br>—        | 165                                   | Herd wie oben. Gespürt im Kt. Graubünden. Siehe makroseism. Bericht Nr. 25.   |
| 18  | Juli 5.   | eP<br>e<br>iS<br>M<br>F  | 18 09<br>09<br>10<br>10<br>15  | —<br>29,5<br>14,3<br>21,2    | 23,8<br>27,5<br>14,9<br>20,7                | —<br>29,8<br>—<br>—                 | —<br>—<br>1,8<br>2,4   | —<br>0,6<br>0,5<br>0,6   | —<br>—<br>1,4<br>2,2 | —<br>—<br>—<br>0,6       | —<br>0,1<br>0,2<br>3,9<br>7,4 | —<br>—<br>0,2<br>2,0<br>5,3 | 375                                   | Herd in Norditalien. Gespürt in Bagnone (Massa), Parma, Faenza und Ferrara.   |
| 19  | " 22.     | eP<br>iS<br>F            | 07 53<br>54<br>56              | 37,5<br>09,5                 | 37,8<br>10,2                                | 37,3<br>—                           | 0,8<br>1,2             | —<br>0,7                 | —<br>—               | 0,1<br>0,7               | 0,1<br>0,6                    | 0,2<br>—                    | 242                                   | Herd vermutlich derselbe wie bei folgendem Beben.   |
| 20  | " 22.     | eP<br>iS<br>F            | 08 09<br>10<br>12              | 58,5<br>30,2                 | 58,1<br>30,7                                | 57,9<br>32,8                        | 0,8<br>1,6             | —<br>0,6                 | 0,5<br>1,4           | 0,2<br>1,3               | 0,1<br>1,4                    | 0,3<br>0,6                  | 242                                   | Gespürt in Salò (Brescia) am Gardasee. (Nach italienischem Bulletin).   |
| 21  | Aug. 4.   | eP<br>iS<br>M<br>F       | 07 50<br>50<br>50<br>53        | 12,2<br>31,7<br>33,4         | 12,7<br>32,1<br>33,7                        | 12,3<br>32,8<br>—                   | —<br>0,6<br>0,6        | 0,6<br>0,6               | —<br>—               | 0,1<br>0,4<br>1,3        | 0,4<br>1,4<br>2,8             | 0,4<br>0,6<br>—             | 154                                   | Herd im Nordwesttirol (Lechtaleralpen). Gespürt in Stams, Imsterberg, Imst, Bsclabs und Martinau im Lechtal. (Nach Prof. J. Schorn.)  |
| 22  | Sept. 12. | eP<br>iP<br>iS<br>M<br>F | 1 25<br>25<br>26<br>26<br>31,5 | 42,6<br>43,7<br>20,8<br>26,1 | 42,4<br>43,8<br>19,9<br>22,8                | 41,9<br>42,9<br>21,9<br>—           | —<br>0,8<br>0,6<br>0,7 | —<br>0,6<br>0,6<br>1,0   | —<br>1,0<br>1,6<br>— | 0,2<br>1,1<br>1,1<br>7,4 | 0,2<br>0,9<br>2,8<br>8,1      | 0,6<br>0,9<br>1,8<br>—      | 274                                   | Herd in Norditalien. Nach italien. meteorol. Bulletin: Gespürt in der Provinz Vicenza. Registrierung in Chur: iP 1 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup> 28 <sup>s</sup> , S 25 <sup>m</sup> 42 <sup>s</sup> . d = 190 km.   |
| —   | " 21.     | eP<br>e<br>eS<br>i<br>F  | 7 32<br>33<br>33<br>33<br>39   | 57,0<br>—<br>28,3<br>50,6    | 33 <sup>m</sup> 1,9<br>19,2<br>28,7<br>44,8 | 56,2<br>—<br>26,5 <sup>h</sup><br>— | 0,6<br>—<br>1,7<br>1,7 | —<br>0,6<br>—<br>1,4     | —<br>—<br>—<br>—     | 0,1<br>—<br>0,5<br>1,4   | 0,1<br>0,3<br>0,6<br>0,8      | 0,3<br>—<br>1,0<br>—        | 257                                   | Registrierung der Erdwellen, hervorgerufen durch die Explosionskatastrophe von Oppau bei Mannheim. — Aus der Differenz S-P ergibt sich d = 257 km und als Beginn der Explosion 7 <sup>h</sup> 32 <sup>m</sup> 10 <sup>s</sup> ; mit der wirklichen Entfernung von 240 km und der Laufzeitabelle für P nach Mohorovicic erhält man 7 <sup>h</sup> 32 <sup>m</sup> 13 <sup>s</sup> . Siehe Anhang zum Jahresbericht 1920 pag. 14. — Hecker (Die Explosionskatastrophe von Oppau. Jena 1922) findet aus allen Registrierungen als Explosionszeit 7 <sup>h</sup> 32 <sup>m</sup> 15 <sup>s</sup> und als Geschwindigkeit der P-Wellen: 5,73 km/s. |
| —   | Okt. 25.  | e<br>e(S?)<br>F          | 21 54<br>55<br>56,5            | 44,3<br>11,6                 | 44,3<br>—                                   | —<br>—                              | 0,6<br>—               | —<br>—                   | —<br>—               | 0,2<br>0,4               | 0,1<br>—                      | —<br>—                      | —                                     | Registrierung der Erdwellen der Explosion des Forts St. Helena bei Savona (Italien). Zürich-Fort St. Helena: 345 km. Als Beginn der P und S aufgefasst ergeben die Einsätze nach Laufzeitabelle von Mohorovicic für Herdtiefe 0 eine zu kleine Distanz 217 km. Anfang als „P“-Wellen aufgefasst — was zweifelhaft ist — liefert, mit Laufzeit entsprechend zu d = 345 km, als Explosionszeit: 21 <sup>h</sup> 53 <sup>m</sup> 42 <sup>s</sup> (wahrscheinlich um einige Sekunden zu spät). Siehe Anhang zum Jahresbericht 1920.   |
| 23  | Nov. 29.  | eP?<br>iS<br>F           | 13 05<br>05<br>10              | 10,5<br>47,4                 | 10,5 <sup>h</sup><br>48,1 <sup>h</sup>      | 9,2<br>—                            | —<br>1,1               | —<br>0,9                 | —<br>0,8             | 0,1<br>1,1               | 0,1<br>0,8                    | 0,4<br>—                    | —                                     | Herd in Norditalien. Nach italien. meteorol. Bulletin: Provinz von Genua und Parma. Entfernung von Zürich: ca. 320 km.  |
| 24  | Dez. 13.  | eP<br>iS<br>M<br>F       | 7 29<br>30<br>30<br>34         | 37,1<br>16,1<br>24,4         | 40,3<br>15,5<br>17,1                        | —<br>—<br>—                         | —<br>0,7<br>1,1        | —<br>0,6<br>0,6          | —<br>—<br>—          | 0,2<br>0,7<br>3,9        | 0,2<br>1,6<br>4,5             | —<br>—<br>—                 | 278                                   | Herd im Grenzgebiet von Tirol und Salzburg. Gespürt in Eben, Kelchsau, Gundhabing, Gerlos. (Nach Prof. J. Schorn.) — Vertik. Apparat zerstört. — Registrier. in Chur: eP 7 <sup>h</sup> 29 <sup>m</sup> 30 <sup>s</sup> ; iS 29 <sup>m</sup> 58 <sup>s</sup> . d = 210 km.  |
| 25  | " 28.     | eP<br>iS<br>F            | 21 59<br>22 00<br>02           | 57,3<br>18,6                 | 56,4<br>18,6                                | 56,6<br>—                           | 0,5<br>0,8             | —<br>1,0                 | —<br>—               | 0,2<br>0,8               | 0,4<br>1,6                    | 0,3<br>—                    | 173                                   | Herd an der Grenze Schweiz-Tirol. Gespürt im Kt. Graubünden. Siehe makroseism. Bericht Nr. 32.  |

## Anhang.

Beitrag zur experimentellen Bestimmung der Geschwindigkeit der Erdbebenwellen  
in den obersten Schichten.

Von Prof. A. de Quervain.

## a) Sprengung bei Alpnach am 25. März 1922.

Die Kenntnis der Geschwindigkeit der Erschütterungswellen in den obersten Schichten der Erde hat für die Seismologie ein dauerndes Interesse. Noch sind diese Bestimmungen ja wenig zahlreich und ihre neuern Werte ungenügend bekannt, so dass man gelegentlich noch die ältern, wesentlich zu hoch gehenden Grenzwerte von 7,7 km/sek. verwendet sieht.<sup>1)</sup> Die Gelegenheit neuer experimenteller Bestimmungen ist daher möglichst auszunützen. Eine solche bot sich, als uns am 24. März 1922 von der Direktion der Schweizerischen Strassenbaugesellschaft mitgeteilt wurde, dass in ihren Steinbrüchen auf dem Guber bei Alpnach-Dorf (Zentralschweiz) eine ungewöhnlich grosse Sprengung mit mehreren Tonnen brisanten Sprengstoffes zur Ablösung von Material stattfinden werde.

Es traf sich, dass wir mit der Montierung unseres grossen Seismographen Q-P gerade soweit waren, dass es mit einiger Nacharbeit möglich wurde, in der kurzen Frist von einem Tage ihn mit allen Komponenten provisorisch zu einer Registrierung herzurichten, und damit den Versuch einer Geschwindigkeitsbestimmung zu machen. Ob freilich selbst bei der Vergrösserung 2000 eine Aufzeichnung noch erfolgen werde, erschien recht fraglich, da die Entfernung immerhin ca. 56 km betrug und die Sprengstelle ziemlich exponiert 400 m über dem Talboden lag.

Der Wert einer eventuellen Registrierung hing ganz davon ab, dass der Augenblick der Explosion an Ort und Stelle mit der grösstmöglichen Genauigkeit festgestellt und auf die Zeit des Seismographen bezogen werde; dies erforderte besondere Vorkehrungen, da der Steinbruch ohne telephonische Verbindung abseits in den Bergen lag. Ich entschloss mich daher, zu diesem Zweck selbst hinzugehen, und fand für die Absicht unserer Messung alles Verständnis und Entgegenkommen bei der genannten Unternehmung; insbesondere danke ich auch Herrn Dir. Aebi.

Zur Zeitfixierung verwendete ich zwei Uhren: nämlich unsern Bordchronometer Ditisheim Nr. 36108 (Ankeruhr) und den Kontaktechronometer Ditisheim Nr. 28355, der halbe Sekunden schlägt und der je nach Einstellung elektrische Sekunden- oder Minutenkontakte gibt. Letztere Uhr gehört zu dem transportablen Chronographen Ditisheim Nr. 28359, der nach Art der Sternwart-Chronometer gebaut, 0,01 Sekunde zu registrieren gestattet, und der gleichfalls samt zugehöriger Trockenbatterie von fünf Elementen mitgenommen wurde. Diese beiden Uhren, deren Gang und Stand vorher immer täglich kontrolliert worden war, wurden am Morgen unmittelbar vor der Abreise nochmals telephonisch direkt mit dem Sekundenschlag des Pendels Rosat der Erdbebenwarte verglichen, ebenso später unter sich von Zeit zu Zeit. Der Transport bis zum Steinbruch erfolgte zuerst per Bahn, dann im Auto und schliesslich in einer Hängebahn. Der Rücktransport den Berg hinunter bis Alpnach-Dorf erfolgte in der Hand, übrigens durch tiefen Schnee. Verschiedenen Begleitern habe ich für Mittragen der ziemlich schweren Last zu danken.

Für die Chronometrierung des Explosionsaugenblicks ging der technische Leiter entgegenkommend auf meine Bitte ein, die Markierung auf dem Chronographen durch dieselbe Person besorgen zu lassen, welche den elektrischen Kontakt zur Abfeuerung der Mine einschalten sollte; es geschah das Abdrücken der beiden Kontaktbirnen gleichzeitig mit der rechten und linken Hand. (Eine direkte elektrische Zusammenschaltung schien in dem Zeitpunkt, wo ich ankam, wegen des Risikos eines Versehens nicht mehr tunlich.) Der Zeitmoment wurde so gewählt, dass nach meiner Ueberschlagsrechnung die Minutenmarke auf dem Seismographen in Zürich keinenfalls die Registrierung stören konnte. Der Chronograph stand im Freien auf dem Batterietisch des Feuerwerkers, der etwa 150 m seitlich von dem Mineneingang entfernt war; ich überwachte daneben stehend das richtige Funktionieren, und stellte den Augenblick zum Ueberfluss noch auf meiner Stoppuhr fest. Zur Explosion gelangten 1000 kg Aldorfit, 2000 kg Dorfit und 600 kg Dorfit gekörnt. Es mag als psychologisch oder physiologisch interessant notiert werden, dass meine Aufmerksamkeit durch die Ueberwachung einer korrekten Messung des Momentes und der richtigen Aufzeichnung so völlig in Anspruch genommen war, dass ich von dem Explosionsgeräusch nicht das geringste gehört habe; ich sah nur, wie im Augenblick des Kommandos die Felsmassen sich anscheinend lautlos gegen uns bewegten, und war so verwundert über diese schweigende Manifestation, dass ich — wie ich glaubte sehr lange — zögerte, die Stoppuhr abzudrücken. In Wirklichkeit war ich aber nur 0,3<sup>s</sup> zu spät gekommen. Vor und nach der Explosion wurden die Chronometer unter sich nochmals verglichen, und

<sup>1)</sup> Zum Beispiel in der Bearbeitung der Explosion von Vergiate, wo E. Oddone die in unserer Arbeit über diesen Fall publizierten Daten verwendet (siehe Jahresbericht 1919, Anhang 2, pag. 14), aber sie anders deutet. Gegenüber seinen Annahmen (Fenomeni Geofisici nel disastro esplosivo di Vergiate Modena 1922, pag. 34—35), dass in Zürich die P-Wellen nicht registriert worden seien, möchten wir auf Grund unserer Praxis der Analyse schwacher Nahebebenendiagramme an unserer Deutung (dass die Phase aufgezeichnet ist) festhalten, welche zu einer Geschwindigkeit der P-Wellen von ca. 5,5 km stimmt.





dann sofort der Weg ins Tal angetreten. 1 $\frac{1}{2}$  Stunden nach der Sprengung konnte ich von Alpnach-Dorf aus die Uhren wieder telephonisch mit dem chronographierten Sekundenschlag der Erdbebenwarte (Kontaktpendel Rosat) in Zürich vergleichen, nach Abrede mit meinem Kollegen de Weck.

**Explosionszeit.** Bezogen auf die Kontaktuhr Rosat findet man durch Interpolation zwischen den Vergleichen von 8<sup>h</sup>50<sup>m</sup> und 17<sup>h</sup>02<sup>m</sup> folgende Korrekturen der beiden Chronometer für die Explosionszeit:

a) Kontaktchronometer Ditisheim Nr. 28355: Korrektur 8<sup>h</sup>50<sup>m</sup>a: +10,3<sup>s</sup>, und 17<sup>h</sup>02<sup>m</sup>: +11,16<sup>s</sup>, darnach zur Explosionszeit 11,0<sup>s</sup>. Direkte Registrierung der Explosion um 15<sup>h</sup>30<sup>m</sup>1,12<sup>s</sup>; bezogen auf Erdbebenwarte: 15<sup>h</sup>30<sup>m</sup>12,12<sup>s</sup>;

b) Bordchronometer Ditisheim Nr. 36108: Korrektur 8<sup>h</sup>50<sup>m</sup>a: +2,7<sup>s</sup> und 17<sup>h</sup>02<sup>m</sup>: +1,77<sup>s</sup>, darnach Korrektur zur Explosionszeit +1,94<sup>s</sup>; ausserdem Differenz gegen die Chronographenuhr Nr. 28355 zur Explosionszeit festgestellt: -9,1<sup>s</sup>. Demnach Explosionszeit abgeleitet aus Chronometer Nr. 36108, bezogen auf Erdbebenwarte 15<sup>h</sup>30<sup>m</sup>12,16<sup>s</sup>; es ergibt sich also auf die Zehntelsekunde dieselbe Zeit. Nun darf aus dieser Uebereinstimmung freilich nicht mehr geschlossen werden als erlaubt. Die vorausgesetzte lineare Standänderung beider Chronometer in der Zeit zwischen beiden Vergleichen ist nur eine — wenn auch die wahrscheinlichste — Annahme; die wechselnden äusseren Einflüsse können bei beiden Uhren eine zufällig übereinstimmende Abweichung von dieser Annahme bewirkt haben. (Verglichen mit dem Gang des Vortags hat sich für das Intervall von 9<sup>h</sup> bis 17<sup>h</sup> bei beiden Uhren eine übereinstimmende Tendenz zum Vorgehen um 0,9<sup>s</sup> gezeigt.) Da aber diese absolute Uebereinstimmung immerhin besteht, trotzdem beide Uhren unter verschiedenen Bedingungen getragen wurden — die eine im Kasten an der Hand, die andere in der Tasche —, und da die Explosionszeit sehr nahe an die zweite Vergleichszeit herangerückt ist, darf man den wahrscheinlichen Fehler als +0,1<sup>s</sup> nicht übersteigend annehmen. (Wie mündliche Einwände mir gezeigt haben, ist es auch Fachleuten gegenüber nicht überflüssig zu bemerken, dass die mögliche Exzentrizität des Sekunden-Zifferblattes bei einem Bordchronometer durch Ablesungen in allen Lagen [6 genügt] des Sekundenzeigers zu berücksichtigen ist. Nur in diesem Fall wird eine Vergleichung bis auf einzelne Zehntelsekunden gelten.)

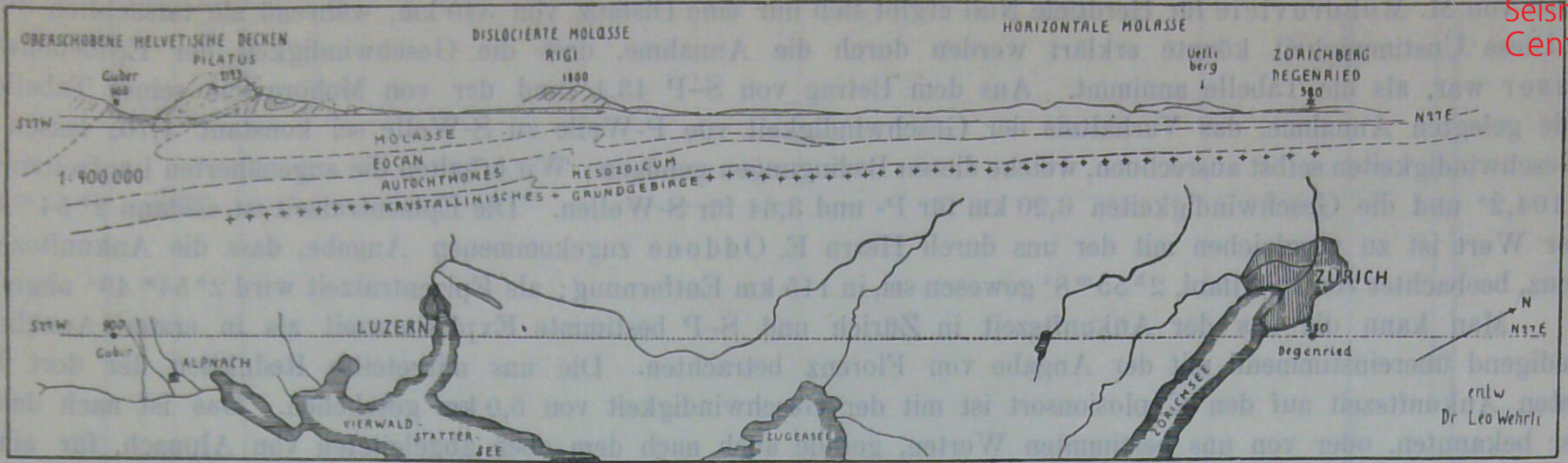
**Registrierung.** Auf allen drei Komponenten des Seismographen Q-P ist die Ankunft der Explosionswellen, wenn auch sehr schwach, so doch deutlich, aufgezeichnet worden. Mein Kollege de Weck fand die übereinstimmenden Zeiten 15<sup>h</sup>30<sup>m</sup>24,2<sup>s</sup> (Nord-Süd), 24,1<sup>s</sup> (W), 24,2<sup>s</sup> (Vertikal). Herr Assistent Golaz fand bei einer unabhängigen Kontrollablesung dieser Einsätze je 24,2, 24,2, 24,4 Sekunden. Dies bedeutet, dass die Anfänge objektiv genau genug und übereinstimmend festzustellen sind. Als Mittel aller Ablesungen nehmen wir 24,22<sup>s</sup>, woran noch eine Korrektur von -0,2<sup>s</sup> anzubringen ist. Hierdurch wird berücksichtigt die Parallaxe, die entsteht daraus, dass der Strom der elektrischen Zeigerabhebung 0,3<sup>s</sup> vor dem der Vergleichung dienendem Sekundenschlag des Kontaktpendels eingeschaltet wird, dass aber andererseits die Federnabhebung beim neuen Apparat damals gegenüber der Stromschaltung ein wenig verzögert war; den Betrag schätzten Herr Prof. Piccard und ich zu ca. 0,1<sup>s</sup>. (Bevor wir zu einer genauen Bestimmung kommen konnten, hatte der Mechaniker die Einstellung schon wieder verändert.)

Die Genauigkeit der Zeitinterpolation zwischen zwei Minutenlücken (Geschwindigkeit des Papiers 1<sup>m</sup>/m pro Sekunde) hat sich in darauffolgenden Versuchen ergeben zu  $\pm 0,04^s$  im Mittel; Fehler, die 0,1<sup>s</sup> überstiegen, waren sehr selten; der Fehler in der Bestimmung der Ankunftszeit dürfte also letztern Betrag kaum überschreiten.

**Laufzeit, Entfernung und Geschwindigkeit.** Aus der mittlern Explosionszeit 15<sup>h</sup>30<sup>m</sup>12,15<sup>s</sup> und der mittlern Ankunftszeit in Zürich 15<sup>h</sup>30<sup>m</sup>24,02<sup>s</sup> ergibt sich eine Laufzeit von 11,87<sup>s</sup>, die auf ein bis zwei Zehntelsekunden genau sein dürfte. Die Entfernung der beiden Punkte gerechnet aus den rechtwinkligen Koordinaten der topographischen Karte 1:50000 und 1:25000 ergibt sich zu 55,7 km; darauf folgt eine „Oberflächengeschwindigkeit“ von 4,70 km  $\pm 0,1$ . Die Laufzeit der Longitudinalwellen 11,9<sup>s</sup> multipliziert mit 1,70 gibt die vermutliche Laufzeit eventuell vorhandenen Transversalwellen zu 20,3<sup>s</sup>, darnach S-P = 8,4<sup>s</sup> und die Ankunftszeit der S auf 32,4<sup>s</sup>. Es findet sich bei den beiden Horizontalkomponenten ein Einsatz *i* abgelesen bei 32,2<sup>s</sup> (de Weck 32,3<sup>s</sup>, Golaz 32,1<sup>s</sup>). Dies darf als vollständige Uebereinstimmung angesehen werden, resp. als Bestätigung, dass der Anfang der P-Wellen richtig registriert worden ist.

Die Frage stellt sich nun, welchen Weg dieser erst ankommende Stoss genommen hat. Die Ansicht darüber hängt wiederum davon ab, welche Geschwindigkeitszunahme mit der Tiefe man annimmt. Aus einer Arbeit von S. Mohorovicic (Beiträge zur Geophysik XIII, 237) lässt sich für die obersten Tiefenkilometer ein Wert von 0,005 pro Kilometer entnehmen, was mit unserer Oberflächengeschwindigkeit von 4,7 km einen Krümmungsradius von 1000 km und ein Eintauchen des Strahls nur von 0,4 km ergibt. Nehmen wir dagegen eine grössere Tiefenzunahme von 0,021 an, wie sie kürzlich von A. Kreis (Verhandlungen Schweiz. Nat. Ges. 1922, pag. 185) angegeben worden ist, so kommen wir auf einen Krümmungsradius von ca. 250 km und eine Scheiteltiefe von ca. 1,6 km.

Wir wollen diese Werte in Beziehung setzen zu dem wahrscheinlichen geologischen Profil Guber-Zürich. Herr Prof. Dr. Leo Wehrli hatte die Güte, ein solches Profil auf Grund aller vorliegenden neuern Arbeiten zu entwerfen und zur Verfügung zu stellen; wir reproduzieren dasselbe hier auf ein  $\frac{1}{4}$  der Originalgrösse reduziert und zu diesem Zweck notgedrungen vereinfacht.



Versuch eines geologischen Profils 1:400000 in der Richtung Guber (Alpnach) — Erdbebenwarte Degenried (Zürich).

Spitzwinklig (30–45°) zum Alpen-Streichen; Karte nach Dufour, Geologie nach Arbenz, Baumberger, Buxtorf, Heim, Kaufmann, Tobler u. a. Kombiniert von Leo Wehrli.

Darnach befinden wir uns am Explosionsort noch ganz im Bereich der Ueberschiebungen, und zwar in den helvetischen Decken. Der Steinbruch ist im Kalksandstein des Eocäns angelegt, also des „Flyschs“, der sonst überwiegend aus wenig festen Schiefen besteht. In diesen Flysch eingebettet sind die wurzellosen Kreidefalten des Pilatus. Nördlich davon ist Flysch diskordant über die gefaltete Molasse geschoben. Eine letzte Störung der Molasse ist in den Rigidalten ersichtlich und wohl auch in den unterliegenden Schichten anzunehmen. Das Eocän keilt etwa auf halbem Wege aus. Dies autochthone Mesozoicum, hauptsächlich Jurakalke (Kreide auskeilend; an der Lägern nicht mehr zutage tretend), das unter der Explosionsstelle in etwa 4 km Tiefe liegen, und 1–1,5 km Mächtigkeit besitzen dürfte, steigt nach NNE in der Richtung des Profils langsam an, und mag unter der Erdbebenwarte in kaum 1 km Tiefe liegen.

Kommen wir nun auf den Weg der ersten Erschütterungswellen zurück, so würde nach der ersten Annahme über die Tiefenzunahme der Geschwindigkeit der Scheitel noch ganz in der Molasse liegen; am Anfang waren die Dislokationen des Flyschs und der Pilatuskreide noch in einem der Fortpflanzung besonders ungünstigen Sinn zu durchlaufen und später die Rigidislokationen. Mit der zweiten Annahme eines wesentlich stärkern Krümmungsradius reichen wir vermutlich schon in die Kalke des Mesozoicums, welche für die zweite Hälfte des Wegs die schnellste Fortleitung übernommen haben könnten. An der letztern das krystalline Grundgebirge sich beteiligen zu lassen, könnte man sich veranlasst sehen durch die Tatsache, dass aus den elastischen Konstanten von Graniten gerade solche Geschwindigkeiten abgeleitet werden (4,3 bis 4,9, Mittel ca. 4,6 km), während Sedimente wesentlich kleinere ergeben. Analoge Bestimmungen für alpine Gesteine, namentlich auch Sedimente, wären höchst erwünscht.

Freilich erlaubt die mechanische Diskontinuität, die zwischen Molasse und Jura doch wohl anzunehmen ist, nicht ohne weiteres, mit einer kontinuierlichen Geschwindigkeitszunahme mit der Tiefe zu rechnen. Beim Eintreten in die Juraschichten und beim Austreten kommen ferner Reflexionen in Betracht, und namentlich bei den vorliegenden Verhältnissen eine Hinderung des Uebertritts von den Juraschichten in die Molasseschichten. Dies hat auch auf die ankommenden Energieen Einfluss. Die Ankunftsamplituden der Erschütterung wurde in Zürich bloss mit 0,05  $\frac{m}{m}$  registriert bei einer Vergrösserung von ca. 2000; spätere Wellen erreichten die Amplituden 0,2  $\frac{m}{m}$ . Nur eine absolute Ruhe des Aufstellungsortes, wie sie vorhanden ist, erlaubt bei dieser Empfindlichkeit solche Feststellungen mit Sicherheit.

b) Die Registrierung der Explosion des Forts Falconara bei Spezia am 28. September 1922.

Am 28. September 1922 wurde das Fort Falconara bei Spezia durch die Explosion von etwa 1500 Tonnen Explosivstoff zerstört. Der grosse Seismograph Quervain-Piccard der Erdbebenwarte Zürich registrierte die Erschütterung auf allen drei Komponenten mit grosser Schärfe, deutlicher besonders in der Anfangsphase, als sonst manchmal italienische leichtere Erdbeben aus dieser Entfernung (380 km) aufgezeichnet werden. Die Ablesungen der drei Komponenten ergeben für

|         | N-S  | E-W                               | Vertikal   |
|---------|--|-----------------------------------|--|
| iP      | 2 <sup>h</sup> 55 <sup>m</sup> 44,9 <sup>s</sup> | 55 <sup>m</sup> 44,9 <sup>s</sup> | 53 <sup>m</sup> 44,6 <sup>s</sup> e 44,9 <sup>s</sup> (i). |
| i (iS?) | 2 <sup>h</sup> 56 <sup>m</sup> 27,8 <sup>s</sup> | 56 <sup>m</sup> 28,0 <sup>s</sup> | —  |

Der Einsatz iP ist ganz sicher; der mit iS bezeichnete ist deutlich, wenn auch verhältnismässig klein, und der einzige, der als iS in Betracht kommt; wir lassen im folgenden seine Auffassung als iS gelten und verfolgen die Konsequenzen dieser Annahme. Vom Schlussresultat, das auch ohne die Annahme gewonnen wird, wird sie bestätigt.

Die Registrierung wurde zunächst zutreffend lokalisiert als „Erdbeben im nördlichen Apennin“ und mitgeteilt; es war meine Frau, die — in meiner Abwesenheit — den Erdbebendienst auf die spezielle Deutung brachte. Aus den Laufzeit-



tabellen von M. Mohorovicic für Herdtiefe Null ergibt sich nur eine Distanz von 340 km, während sie tatsächlich 380 km ist. Diese Unstimmigkeit könnte erklärt werden durch die Annahme, dass die Geschwindigkeit der Erdbenwellen grösser war, als die Tabelle annimmt. Aus dem Betrag von S-P 43,1<sup>s</sup> und der von Mohorovicic seiner Tabelle zugrunde gelegten Annahme, das Verhältnis der Geschwindigkeit von P-Welle zu S-Welle sei konstant 1,70, lassen sich die Geschwindigkeiten selbst ausrechnen, welche diesen Bedingungen genügen: Wir erhalten die angenäherten Laufzeiten 61,4<sup>s</sup> und 104,2<sup>s</sup> und die Geschwindigkeiten 6,20 km für P- und 3,64 für S-Wellen. Die Epizentralzeit ist alsdann 2<sup>h</sup> 54<sup>m</sup> 43,5<sup>s</sup>. Dieser Wert ist zu vergleichen mit der uns durch Herrn E. Oddone zugekommenen Angabe, dass die Ankunftszeit in Florenz, beobachtet von P. Alfani, 2<sup>h</sup> 55<sup>m</sup> 8<sup>s</sup> gewesen sei, in 115 km Entfernung; als Epizentralzeit wird 2<sup>h</sup> 54<sup>m</sup> 49<sup>s</sup> abgeleitet.

Man kann die aus der Ankunftszeit in Zürich und S-P bestimmte Explosionszeit als in erster Annäherung befriedigend übereinstimmend mit der Angabe von Florenz betrachten. Die uns mitgeteilte Reduktion der dort beobachteten Ankunftszeit auf den Explosionsort ist mit der Geschwindigkeit von 6,0 km geschehen. Das ist nach den uns bisher bekannten, oder von uns bestimmten Werten, gerade auch nach dem oben abgeleiteten von Alpnach, für eine so kurze Distanz ein zu hoher Wert. Verwenden wir gerade die Zahl von Alpnach für diese Reduktion, so ergibt sich als Laufzeit 24,5<sup>s</sup>, mithin als Explosionszeit 2<sup>h</sup> 54<sup>m</sup> 43,5<sup>s</sup>, also absolut genau der oben allein aus der Zürcher Registrierung abgeleitete Moment. Auf diese absolute Uebereinstimmung soll kein Nachdruck gelegt, sondern bloss gezeigt werden, dass die aus unsrer Registrierung abgeleitete Angabe sich sehr gut mit der Registrierung in Florenz verträgt: hätten wir z. B. mit der Oberflächengeschwindigkeit aus dem Grenchener Tunnelbeben 5,25 gerechnet, mit welcher auch der von A. Kreis aus der Explosion von Oppau (abweichend von Hecker) abgeleitete stimmt, so käme die Explosionszeit nach Florenz 2,5<sup>s</sup> nach der von Zürich aus bestimmten zu liegen. Andererseits würde eine Berechnung aus S-P in Zürich mit Zugrundelegung des theoretischen Wertes  $\sqrt{3} = 1,73$ , statt des von Mohorovicic angenommenen 1,70 bewirken, dass die Epizentralzeit um 2,5<sup>s</sup> später zu liegen käme, sich alsdann wiederum mit der zuletzt nach Florenz berechneten deckend. Das würde die scheinbare Geschwindigkeit auf 6,4 km hinauf bringen.

Dieser letztere Wert ergibt sich also auch dann, wenn man von der Verwendung des als iS gedeuteten Einsatzes in Zürich ganz absieht und nur verwendet die Zürcher Zeit für iP, die auf einige Zehntelsekunden sicher ist, und die auf Grund guter Unterlagen reduzierte Zeit von Florenz.

Als Ergebnis dieser beiden Messungen lässt sich zusammenfassen, dass durch Messungen auf kurze Strecken, d. h. ca. 50 km Oberflächengeschwindigkeiten seismologisch feststellbar sind, die unter 5 km/sek. liegen, dass ihr Betrag aber wohl noch von dem an verschiedenen Erdstellen wechselnden geologischen Untergrund abhängt, so dass man nicht von der Oberflächengeschwindigkeit wird sprechen können. Hinwiederum konnte festgestellt werden, dass bei einer Epizentralentfernung von ca. 400 km schon scheinbare Geschwindigkeiten von 6,2 bis 6,4 km auftreten (Hecker fand für die Entfernung von ca. 200 km bei der Explosion von Oppau 5,73 km<sup>1)</sup>). Das deutet darauf, dass man doch wohl mit einer nicht unwesentlich grösseren Geschwindigkeitszunahme mit der Tiefe zu rechnen hat, als z. B. Mohorovicic in seinen Tabellen, die bisher für Nahebeben am besten brauchbar sind, zugrunde gelegt hat.

Die mir bisher bekannten Bestimmungen aus oberflächlichen Herden haben ergeben:

| Entfernung. | Geschwindigkeit.              | Autor.   | Ausgangspunkt.      |
|-------------|-------------------------------|----------|---------------------|
| 56 km       | 4,7                           | Q        | Alpnach             |
| 90 km       | 5,1-5,25                      | Q        | Grenchen            |
| 150—200 km  | { 5,0 quer }<br>{ 6,0 längs } | Hausmann | Aachen              |
| ca. 200 km  | 5,7                           | Hecker   | Oppau <sup>1)</sup> |
|             | 5,3                           | Kreis    | " <sup>1)</sup>     |
| 380 km      | 6,2-6,4                       | Q        | Falconara           |
| 400 km      | { 5,5 quer }<br>{ 6,7 längs } | Hausmann | Aachen              |

Diese (wahrscheinlich unvollständige) Zusammenstellung zeigt ein genügend systematisches Fortschreiten, um den Versuch zu rechtfertigen, dieselbe — allerdings nicht ohne die Herkunft von verschiedenen Erdstellen zu bedenken — zu einer neuen Berechnung über die Geschwindigkeitszunahme in den obersten Schichten zu verwenden. Dabei tritt allerdings für Entfernungen über 200 km die Schwierigkeit auf, die P- und P-Wellen zu unterscheiden.

<sup>1)</sup> NB. Bei Abschluss der Korrektur erhalten wir die Berechnung von D. Wrinch und H. Jeffreys (Monthl. Not. R. Astr. Soc. Geophys. Suppl. Jan. 1923), welche aus unvollständigem Material 5,4 km/h für Oppau ableiten. Die Differenzen gegen Hecker veranlassen mich zu einer Revision der Unterlagen. (Königstuhl nach reproduziertem Seismogramm neu reduziert, Distanzen berichtigt; als alleinige Korrektur Feldberg -1 Sek. angebracht. Explosionszeit 7<sup>h</sup> 32<sup>m</sup> 12,5<sup>s</sup>.)

Als Resultat finde ich, von Hecker erheblich abweichend, folgende als Funktion der Entfernung — und damit der Tiefe — beachtenswert ansteigende Reihe der Geschwindigkeiten für Oppau:

|                       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Distanz km:           | 27  | 78  | 106 | 113 | 168 | 212 | 238 | 250 | 365 |
| Geschwindigkeit km/s: | 4,8 | 4,8 | 4,9 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,3 | 5,3 | 5,5 |

Die Notwendigkeit, diesen Band im Druck abzuschliessen, schneidet eine weitere Diskussion an dieser Stelle vorläufig ab.