

Separatabdruck aus den Annalen der schweizerischen meteorologischen Zentralanstalt. (Jahrgang 1911).

---

# Die Erdbeben der Schweiz

## im Jahre 1911

---

Nach den von der schweizerischen Erdbebenkommission gesammelten Berichten

bearbeitet und ergänzt von

**Dr. A. de Quervain** in Zürich.

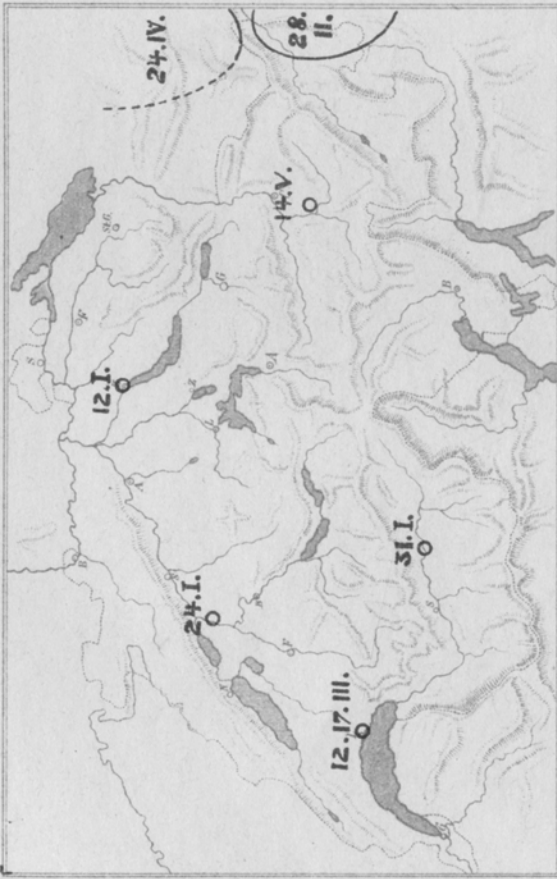
(Mit einer Tafel.)

---

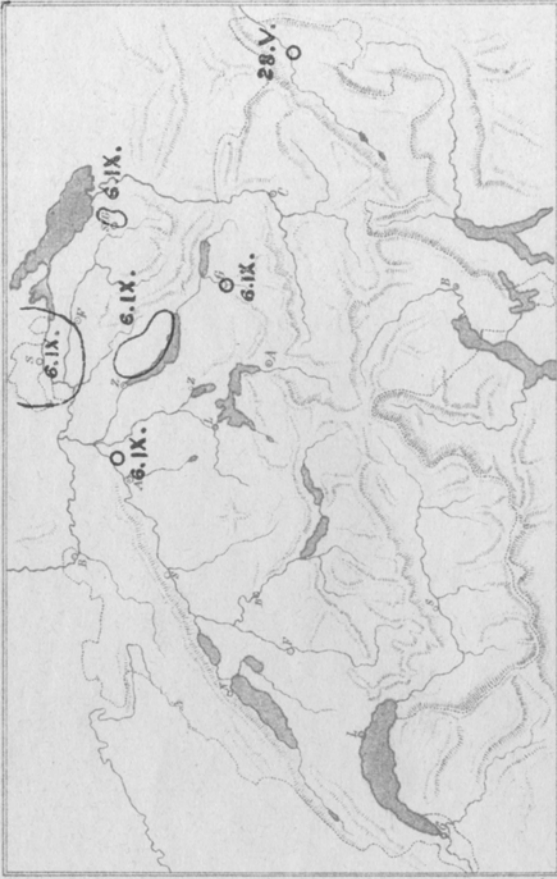
ZÜRICH  
Druck von Zürcher & Furrer  
1913.

# Erdbeben der Schweiz im Jahre 1911.

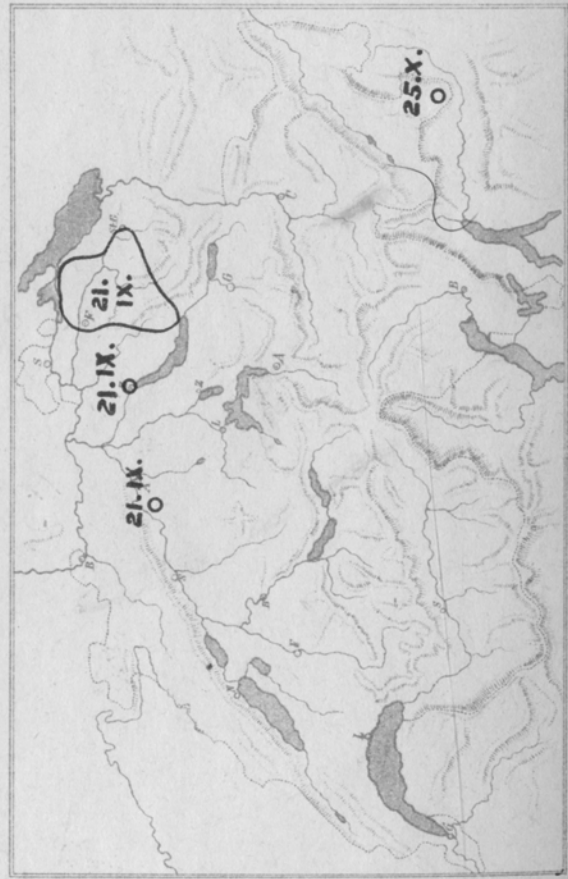
Januar - April.



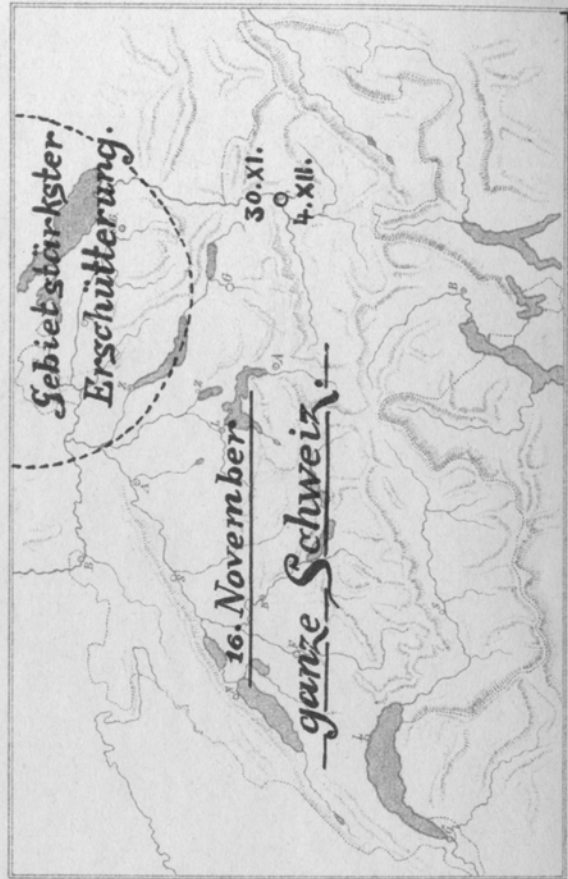
Mai - September.



September & Oktober.



November & Dezember.



# Die Erdbeben der Schweiz im Jahre 1911.

Nach den von der schweizerischen Erdbebenkommission gesammelten Berichten bearbeitet und ergänzt

von

**Dr. A. de Quervain in Zürich.**

(Mit einer Tafel.)

## Mitglieder der schweiz. Erdbebenkommission pro 1911.

(1-4 zugleich Ortsausschuss.)

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

Vorbemerkung. Zur Ergänzung des oben genannten Materials wurde benützt: 1. Die Erdbebenbeobachtungen der schweiz. meteorologischen Stationen, exzerpiert aus den Tabellen durch die Herren Mettler und Weber. 2. Der makroseismische und mikro-seismische Erdbebenbericht der Hauptstation für Erdbebenforschung zu Strassburg, soweit vorliegend. 3. Auskünfte des Herrn Prof. J. Schorn in Innsbruck, ebenso die Erdbebenangaben des italien. meteorolog. Bulletins. 4. Eine Anzahl nachträglich durch den Berichterstatte bei den Beobachtern eingezogener Auskünfte. 5. Einige im Text genannte Publikationen.

Die Zeitangaben beziehen sich überall auf mitteleuropäische Zeit.

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

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

NB. Die neuerdings auch verwendete zwölfstufige Skala von Mercalli-Cancani unterscheidet sich in den vier ersten Stufen nicht wesentlich von der obigen; die über V hinausgehenden Grade stimmen nicht mehr überein. V bei Mercalli-Cancani ist bei Forel-Rossi schon nahezu VI. Die gleiche Differenz bleibt bis Forel IX. Forel X ist gleich IX bis XII Mercalli.

## Erdbeben im Jahre 1911.

Im Jahre 1911 wurden im Gebiet der Schweiz 15 Erdstösse gespürt. Dieselben verteilen sich folgendermassen auf die Monate:

Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
3	1	2	1	2	—	—	—	2	1	2	1

Von diesen 15 Erschütterungen fielen 7 in die Zeit der Ruhe 8 p bis 8 a, 8 in die Zeit der Tätigkeit.

### Allgemeines.

Die Anzahl der Erschütterungen war also verhältnismässig klein; dagegen besitzen einige davon besondere Bedeutung: vor allem das *grosse Beben vom 16. November*, welches zwar seinen Herd in Süddeutschland hatte, aber doch auch im schweizerischen Gebiet überall und z. T. sehr heftig gespürt wurde; die stärkste Erdbebenerscheinung seit Jahren und Jahrzehnten. Interesse besitzen ferner die Erdbeben vom 6. und vom 21. September. Das erstere, weil es als ein Vorläuferbeben zu dem grossen Ereignis vom 16. November anzusehen ist. Das andere, weil hier zum ersten Male die durch die Bemühungen der Erdbebenkommission errichtete schweizerische Erdbebenwarte bei Zürich eine Aufzeichnung eines schweizerischen Nahebebens erhielt, zu deren Untersuchung sie errichtet worden ist.

Die Errichtung einer solchen Warte im Berichtsjahre konnte auch an dieser Stelle\*) eine nähere Beschreibung ihrer Einrichtung erwarten lassen, deren instrumentelle Seite von uns besorgt wurde. Da aber bisher diese Berichte nicht einer Darstellung der Tätigkeit der Erdbebenkommission im allgemeinen, sondern nur der Erdbebenstatistik gedient haben, und da im gegenwärtigen Augenblick ein Uebergangszustand immer noch fortbesteht, wonach diese Arbeit der Erdbebenkommission im wesentlichen freiwillig von einzelnen Beamten der meteorologischen Zentralanstalt besorgt wird, muss vorläufig davon abgesehen werden.

### Einzelne Berichte.

1. Am 12. Januar 9<sup>h</sup> 35<sup>m</sup> 50<sup>s</sup> a bemerkte ein geübter Beobachter in Zürich V eine 4–5 Sekunden dauernde leichte, aber deutliche Erschütterung.
2. Am 24. Januar 10<sup>h</sup> 53 und 10<sup>h</sup> 54<sup>1/2</sup> a wurde in Lyss (Kt. Bern) von einem einzigen Beobachter eine leichte Erschütterung bemerkt, welche die Türen erzittern machte. Weitere Nachfragen ergaben ein verneinendes Resultat.
3. Am 31. Januar um 8<sup>h</sup> 10 a wurde in Siders (Sierre, Kt. Wallis) ein ziemlich deutlicher Seitenstoss gespürt, scheinbar aus NW. Eine kranke Person wurde im Bett geschaukelt; ein schussartiges Geräusch begleitete den Stoss.
4. Am 28. Februar um 3<sup>h</sup> 44<sup>m</sup> 3<sup>s</sup> p (nach der Telegraphenuhr) wurde in Santa Maria (Münstertal, Graubünden) allgemein ein seitlicher Erdstoss gespürt von etwa 2 Sekunden Dauer; die Fenster klirrten, Bilder schwanken, auch Hängelampen in der Schule und Blumen in einem Gewächshaus; dort selbst die aufgehängten Heizungsrohre, und zwar in der Richtung ESE–WSW. Der Stoss wurde deutlich auch in Remüs und dem benachbarten Manas (Unterengadin) gespürt. Angeblich soll schon in der Nacht vorher (um Mitternacht? um 3 und 5 Uhr früh?) ein Stoss gespürt worden sein; ein anderer schwächerer wurde 5–10 Minuten nach dem Hauptstoss gespürt, vielleicht auch ein um 5 Minuten vorhergehender. — Ostrand eines Erdbebenareals, dessen Mittelpunkt ca. 15 km östlich von Santa Maria im Vintschgau lag; dort Stärke III–V.
5. Am 12. März um 5<sup>h</sup> 25 p wurde in Lausanne von einigen Personen ein leichter Erdstoss gespürt.
6. Am 17. März um 11<sup>h</sup> 20 p wurde wiederum in Lausanne eine Erschütterung gespürt, angeblich in W–E-richtung. („forte“ Zeitungsbericht; die in diesen beiden letzten Fällen von Herrn Bühler ausgesandten Fragebogen blieben unbeantwortet.)
- Am 3. April um 4<sup>h</sup> 46<sup>m</sup> 50<sup>s</sup> ± 3<sup>s</sup> p wurde in Basel die Horizontalkomponente des Seismoskops im Bernoullianum ausgelöst. Ob Erdbeben?
7. Am 24. April 6<sup>h</sup> 18 p wurde im Nordwesttirol und im benachbarten Vorarlberg ein Erdbeben gespürt, welches an seiner südlichen Peripherie auch die Nordostecke Graubündens erreichte; im Samnauntal wurde es in den Orten Compatsch und Loreth wahrgenommen; es verursachte ziemlich starkes Klirren der Fenster.
8. Am 14. Mai wurde um 0<sup>h</sup> 57<sup>m</sup> a von einem Beobachter in Pratval (Domleschg) ein wellenförmiges Erdbeben mit der Richtung W–E gemeldet. Trotz Aufforderung in der Presse gingen keine weiteren Meldungen ein.
9. Am 28. Mai wurde um 2<sup>h</sup> 25 p in Tarasp ein Erdstoss gespürt, der ungefähr 1/2 Minute (?) dauerte und NW–SE-richtung zu haben schien. (Zeitung.)

\*) Ein allgemeiner Bericht darüber von Prof. J. Früh ist erschienen in den Verhandlungen der Schweiz. Nat. Gesellschaft in Solothurn 1911 unter dem Titel: „Ueber die 30jährige Tätigkeit der Schweiz. Erdbebenkommission (inkl. Erdbebenwarte)“, mit Erdbebenkarte.

Am 4. Juli um 4<sup>h</sup> 36<sup>m</sup> 1<sup>s</sup> p wurde in Basel vom selben Apparat ein Vertikalstoss angezeigt.

Am 6. Juli 7<sup>h</sup> 52 a soll in Burgdorf eine 3-4 Minuten (!) dauernde Erderschütterung gespürt worden sein; der hingesandte Fragebogen blieb unbeantwortet.

Am 26. Juli um 1 a soll in Lyss (Kt. Bern) eine Erderschütterung gespürt worden sein; die isoliert gebliebene Angabe rührt von demselben seismophilen Beobachter her wie früher.

10. Am 6. September um 5<sup>h</sup> 31<sup>m</sup> 32,6<sup>s</sup> a (nach der Erdbebenwarte in Zürich) wurde in der Nordostschweiz ein mässiges Erdbeben gespürt, das nach Angabe der Hohenheimer Erdbebenwarte auch in Württemberg, hauptsächlich im südlichen Teil des Landes, und in Hohenzollern gespürt wurde. Von Ebingen und Hechingen berichtet die Zeitung, dass dort die Erschütterung mindestens 6 Sekunden dauerte, dass sie in allen Häusern verspürt wurde, Gegenstände von ihren Plätzen fielen, Uhren stehen blieben und der Bevölkerung sich allgemeiner Schrecken bemächtigte.

In jener Gegend, ca. 100 km im NNE von Zürich, ist, wie auch die folgenden Angaben zeigen werden, das Epizentrum dieser Erschütterungen zu suchen, also nicht am Nordhang der Alpen, wie in den Nachrichten der Erdbebenwarte von Hohenheim angenommen wird. Um so mehr wird aber die dort ausgesprochene Ansicht bestätigt, dass das Erdbeben vom 6. September als Vorbeben für das grosse Erdbeben vom 16. November aufzufassen ist.

In der Schweiz liegen 24 Nachrichten vor, die sich eigentümlich auf drei getrennte Gebiete verteilen; zwischen hinein fehlen Nachrichten.

Diese Gebiete umfassen: Erstens die Gegend um Schaffhausen und östlich und südöstlich bis etwa Frauenfeld mit Nachrichten von Schleithelm, Unterhallau (N-S), Schaffhausen (3 Nachrichten, Richtung E-W), Stein a./Rh. (mit Zeitungsangaben betreffend die benachbarten Orte Eschenz, Oehningen, Wagenhausen), Steckborn, Frauenfeld (4 Nachrichten mit 4 Richtungsangaben S-N, N-S, SSE-NNW und NNE-SSW; die eine Angabe N-S ist objektiv, beobachtet an einer Hängelampe), Ossingen.

Zweitens die Gegend von St. Gallen, mit Nachrichten von St. Gallen selbst, von Teufen und Mörschwil.

Drittens am Zürichsee und im Gebiet des obern Glattals; es liegen direkte Nachrichten und Zeitungsberichte vor von Effretikon (SE-NW), Uster, Wetzikon, Grüningen, Rüti (SW-NE), Uznach (W-E); ferner von Zollikon, Männedorf (NW-SE), Lachen. Schliesslich sind auch vereinzelt Angaben gekommen von Lenzburg (S-N) und von Ennenda bei Glarus.

Die Stärke des Bebens betrug 3-4 Grade; nirgends ging es über das Klirren von Gefässen und Krachen der Wände hinaus; einige Personen erwachten an der Erschütterung. Deren Charakter wird z. T. als ein Stoss angegeben, von andern genauer als ein Rütteln, das aus 5-8 einzelnen kurzen Stössen mit Intervallen von höchstens einer Sekunde bestand; diese genaueren Angaben sind durch Schüler in Frauenfeld, auf Veranlassung von Hrn. Cl. Hess gemacht worden.

Bemerkungen, die ein Hervortreten der horizontalen Komponente anzeigen, finden sich mehr im südlichen Teil des erschütterten Gebiets; Uznach gibt an, das Schaukeln habe 10-15 Sekunden gedauert. Von Frauenfeld und verschiedenen Orten des südlichen Gebiets wird angegeben, dass nach 1-2 Minuten noch ein schwächerer Stoss erfolgt sei.

Was die Richtung der beobachteten Stösse betrifft, ist die Nordsüdrichtung vorwiegend. Dies gibt auch die einzige objektive Beobachtung in Frauenfeld an; es entspricht, beiläufig bemerkt, ungefähr der Richtung zum Epizentrum. Unterscheidungen wie die von Deeke beim Beben vom 16. November 1911 scheinen in unserem Gebiet schwer möglich. Dieses Erdbeben wurde, wie schon bemerkt, registriert von den beiden Komponenten des Mainkaschen Horizontalpendels der Erdbebenwarte in Zürich (W-E Vergr. 217, Dämpfung 2-3. N-S Vergr. 170, Dämpfung 3-8) nachträglich bestimmt. Von 5<sup>h</sup> 21<sup>m</sup> 32,6<sup>s</sup> an wurden auf beiden Komponenten zuerst genau 12 Sekunden lang scharf einsetzende, äusserst feine Vorläuferwellen registriert, mit einer Periode von 0,4 Sekunden und einem Ausschlag von 0,2  $\frac{m}{m}$ . Um 5<sup>h</sup> 21<sup>m</sup> 45<sup>s</sup> kamen die Hauptwellen an; sie erreichten ihr Maximum um 5<sup>h</sup> 22<sup>m</sup> 0,2<sup>s</sup> mit 7  $\frac{m}{m}$  Ausschlag (E-Wkomponente) resp. 22<sup>m</sup> 0,1<sup>s</sup>, mit 3,3  $\frac{m}{m}$  Ausschlag (N-Skomponente). Die Hauptwellen dauerten 11 Sekunden, mit einer Periode von 0,5<sup>s</sup> und klangen nach weitem 60 Sekunden unmerklich aus. Die Hauptwellen zeigen (durch Interferenz?) ein 4-5maliges stärkeres Anschwellen, mit Perioden von 1-2 Sekunden; dies mögen die einzelnen Stösse sein, die von verschiedenen Beobachtern empfunden wurden. Für die angeblich 1-2 Minuten nach dem „Hauptstoss“ bemerkte Erschütterung findet sich in der Registrierung keine Bestätigung. — Das Beben wurde ausser in Zürich auch registriert in Biberach, Hohenheim (an diesen beiden Orten Beginn 3 Sekunden früher) und in Strassburg; dort eine Sekunde früher; an letztem Orte, der von dem vermutlichen Epizentrum gleich weit entfernt ist wie Zürich, dauerte das Vorbeben ebenfalls 12 Sekunden, was eine Epizentraldistanz von ca. 103 km ergibt.

Am 10. September um 4<sup>h</sup> a soll in St. Gallen von dem gleichen Beobachter wie 4 Tage früher, nochmals ein Erdstoss gespürt worden sein.

11. Am 21. September um 2<sup>h</sup> 34<sup>m</sup> 53,4<sup>s</sup> p (Anfang der Registrierung auf der Erdbebenwarte in Zürich) wurde im Kanton Thurgau und einigen angrenzenden Gebieten von Zürich und St. Gallen ein Erdbeben gespürt.

Es liegen 25 schriftliche Mitteilungen und eine Anzahl Zeitungsmeldungen vor, denen zufolge die Erschütterung gespürt wurde in Frauenfeld (N-S objektiv, ferner NE-SW, NW-SE) (mehrere Mitteilungen) Müllheim (S-N), Steckborn, Ermatingen, Konstanz, Alterswilen, Weinfeld, Berg, Happerswil (W-E?), Bischofszell, Schönholzerswilen, mit den umliegenden Orten (Lachen, Gabris, Hosenruck, Mettlen, Buhwil), ferner Bussnang, Affeltrangen und Braunau. Ferner östlich

von St. Gallen (3 mal S-N, ferner WSW-ENE, auch SE-NW) (mehrere Nachrichten) und einigen Punkten seiner Umgebung, von Abtwil, Gossau (W-E), Herisau (E-W), Flawil, Oberuzwil (W-E und SW-NE), Wil; ferner in der Gegend des obern und untern Toggenburg in Degersheim, Mogelsberg (S-N), Lichtensteig, Wattwil, Mossnang (NE-SW), Lütisburg, Batzenhaid (SW-NE); ferner gegen das Zürcher Oberland zu in Fischingen (NNE), Bichelsee, Bauma (W-E), Hittnau. Schliesslich liegen 3 Meldungen von den Enden des Zürichsees vor, eine von Uznach und zwei von Zürich (Zürichberg und Stadtmitte, dort SW-NE); überdies noch eine ganz vereinzelt aber völlig bestimmte Nachricht von dem weit im SW entfernten Zofingen.

Durch die Bemühungen von Prof. Hess in Frauenfeld ist es diesmal gelungen, wenigstens nach Norden die Grenze des Schüttergebiets auch durch zuverlässige negative Befunde (Nachfrage in den Schulen) festzulegen. Solche liegen vor von Diessenhofen und mehreren Orten der Umgebung, von Ober-Neunforn, Haidenhaus, Romanshorn, Amriswil, Arbon. Es hat also die fühlbare Erschütterung kaum die Linie des Bodensees erreicht.

Die Intensität der Erschütterung betrug fast im ganzen Gebiet, wo überhaupt etwas wahrgenommen wurde,  $3\frac{1}{2}$  bis  $4\frac{1}{2}$  der Skala. Es ist bezeichnend, dass zu dieser Tageszeit die Wahrnehmbarkeit mit Grad 3 abbricht. Das am stärksten erschütterte Gebiet scheint ungefähr im Mittelpunkt des Dreiecks Wil, Weinfeld, Bischofszell zu liegen; auf dieses Epizentrum führen die direkten Angaben aus Schönholzerswil und Umgebung, und aus Braunau, wonach die Erschütterung dort ganz allgemein gespürt worden sein muss, und auch der Wirkung nach am stärksten war (den schreibenden Schulkindern wurden die Hände geschüttelt und Bilder an der Wand bewegten sich); der Stoss war stark genug, dass die Leute von ihrer Beschäftigung wegliefen, um nachzusehen, was im Haus passiert sein möchte. Das genannte Gebiet liegt übrigens auch ziemlich genau im Schwerpunkt der fühlbar erschütterten Fläche; nur 2-3 km nördlich davon. Es ist der Intensitätsgrad 5 für diese Gegend anzunehmen, obschon die objektiven Wirkungen nicht ganz der Aufzählung der Skala entsprechen. Dies jedenfalls, weil die Skala in diesen Stärkegraden mehr für Horizontalstösse berechnet ist, welche ja eher äussere Wirkungen, wie Schwanken oder Umfallen beweglicher Gegenstände zur Folge haben. Hier aber scheint vorwiegend eine vertikale Komponente gewirkt zu haben, so dass kaum etwas anderes als ein Krachen des Gebälks beobachtet wurde.

Interessant ist die Uebereinstimmung über die Art der Erschütterung, in einigen genaueren Berichten, die 15 bis 40 km vom angenommenen Epizentrum abliegen. Es ist da (Bauma, Kurzdorf bei Frauenfeld, Frauenfeld selbst, Zürich Stadt) jeweilen die Rede von einem ersten vertikalen Stoss, eine Sekunde dauernd, dem etwa 2 Sekunden lang seitliche Schwankungen gefolgt seien. Ich werde darauf bei der Besprechung der Registrierung der Erdbebenwarte Zürich zurückkommen.

Zunächst sei noch darauf hingewiesen, dass in allen 22 Angaben über die Stossrichtung sich nur zwei finden, die eine NW-SE-richtung nennen (und zwar die beiden im NW und SE des Gebiets). Alle andern verzeichnen W-E, SW-NE, bis N-S. Die N-S-richtung ist besonders durch Frauenfeld und St. Gallen vertreten, obschon in St. Gallen gerade der vermutlich sorgfältigste Beobachter WSW-ENE angibt. Die E-W und SW-NE-richtungen finden sich vorwiegend in dem Gebiet südwestlich vom Epizentrum. So grossen Anlass man auch hat, diesem Punkt der Berichte kritisch gegenüber zu treten, insofern sie die Bewegungsrichtung des Bodens selbst angeben sollen, wollte ich doch diese Beobachtungen nicht unerwähnt lassen. Das Vorwiegen einer Bewegung in der Richtung SW-NE scheint jedenfalls Tatsache zu sein. Aber aus dem angeführten Schlusse zu ziehen auf die Tektonik, etwa wie es Deeke für das süddeutsche Beben vom 16. November 1911 getan hat, scheint mir für dieses Gebiet zu gewagt; zumal man weder weiss, auf welche Phase des Bebens die beobachteten Richtungen zu beziehen sind, noch auch mit Sicherheit, welche Bewegungsart und Richtung die Phasen überhaupt haben. Wie will man, wie es auch geschieht — bei einer angenommenen Herdtiefe —, aus der Ausbreitung der Erschütterungen auf die Tiefenerstreckung von Verwerfungen schliessen, wenn gar nicht ausgemacht, ja sogar sehr fraglich ist, ob das, was das verehrliche Publikum oben auf dem Erdboden verspürt hat, wirklich die für eine solche Ueberlegung allein in Betracht kommenden direkten Vorläuferwellen waren? Die Hauptwellen, welche wohl oft bei einem solchen Nahbeben allein wahrgenommen werden, werden ja als Oberflächenwellen gedeutet, und die Ausbreitung solcher Wellen ist offenbar für die Erörterung der Tiefenerstreckung schlecht zu verwenden. Denn wie tief gehen die Oberflächenwellen selbst hinab? Und bevor ausgemacht ist, ob diese Oberflächen- und Hauptwellen wirklich transversal oder anders schwingen, ist es auch delikater, Beziehungen zwischen der Richtung von Verwerfungen und der Stossrichtung nachweisen und zumal erklären zu wollen.

In diesem Zusammenhang sei nun noch besprochen die Registrierung unseres Erdbebens auf der Erdbebenwarte in Zürich.

Das interessante an dieser auf der Nord- und Ostkomponente des Mainkaschen Horizontalpendels sich findenden Registrierung ist die Tatsache, dass höchst feine Vorläuferwellen fünf Sekunden vor dem Beginn der Hauptwellen aufgezeichnet sind. Trotz der starken Vergrösserung und der verhältnismässig kleinen Eigenperiode des Pendels (E-W  $V = 210$ , N-S  $V = 170$ , Periode 5 Sekunden) weisen diese Wellen auf dem Diagramm nur Ausschläge von 0,05 bis höchstens  $0,1 \frac{mm}{m}$  bei der N-S-Komponente auf, dagegen 0,3 bis  $0,4 \frac{mm}{m}$  bei der E-W-Komponente. Diese Vorläufer wären also bei einem kleinern Instrument sehr leicht der Feststellung völlig entgangen. Es konnte daraus eine Lage des Epizentrums im ENE oder WSW vermutet werden in der Voraussetzung, dass es sich bei Vorläufern um longitudinale Wellen handelt. Nach der von Conrad aus österreichischen Nahbeben empirisch abgeleiteten Formel für die Herddistanz

$\Delta = 5.8 + 8.09 t - 0.009 t^2$  (Beitr. zur Geophysik X Kl. Mitt. S. 145) ergäbe sich für die Entfernung aus der Zeitdifferenz  $t$  zwischen dem Einsetzen der Vorläufer und dem der Hauptwellen ( $4,8^s$  bei N-S,  $5,3^s$  bei E-W; zu  $5,0^s$  im Mittel angenommen)  $\Delta = 46$  km. Nach den makroseismischen Beobachtungen lag das Epizentrum in 42 km E  $25^\circ$  N von der Erdbebenwarte in Zürich.

Die Tatsache einer zuverlässigen Unterscheidungsmöglichkeit von Vorläufern und Hauptwellen so nahe dem Erdbebenherd legt die Frage nahe, ob nicht Schlüsse daraus auf die Natur dieser Wellen gezogen werden können. Die den herrschenden Anschauungen entsprechende Annahme ist die, dass die Vorläufer vom Hypozentrum auf direktem Wege angelangt sind, die Hauptwellen jedoch als Oberflächenwellen zu betrachten sind, die im Epizentrum erregt worden sind durch die Longitudinalwellen, die vom Hypozentrum senkrecht nach oben gingen.

Die Differenz  $t$  der Ankunftszeiten beider Wellen könnte einen Anhaltspunkt für die Herdtiefe bieten. Nimmt man an, dass beide Wellen gleiche Geschwindigkeit  $c$  haben, so ergibt sich für die Herdtiefe  $H = \frac{1}{2} \left( \frac{d^2}{(d-tc)} - d + tc \right)$ , wobei  $d$  die Entfernung vom Epizentrum bedeutet. Wird  $c$  zu  $3,3$  km angenommen entsprechend der empirischen mittlern Geschwindigkeit der Oberflächenwellen, die man in den kompakten, kristallinen Schichten der Erdkruste laufend annimmt, so ergäbe sich hiernach eine Herdtiefe von 22 km. Wird  $c$  grösser angenommen, so wird auch die Herdtiefe grösser.

Die Annahme einer gleichen Geschwindigkeit beider Wellen widerspricht aber völlig der Erfahrung, dass auch bei Nahbeben die Differenz  $t$  nahezu der Herddistanz proportional ist, während sie bei obiger Annahme im wesentlichen nur von der Herdtiefe abhängig wäre.

Nimmt man dementsprechend für die Oberflächenwellen eine Geschwindigkeit  $c$  und für die Tiefenwellen eine grössere Geschwindigkeit  $c_1$  an, so kommt man zu dem Ausdruck, der entsprechend verhältnismässig kleinern Werten von  $c$  bei gleichbleibendem  $c_1$  zu immer kleineren Herdtiefen führt.

$$H = \frac{1}{2} \left[ \frac{d^2}{d \cdot \frac{c_1}{c} - tc_1} - \left( d \frac{c_1}{c} - tc_1 \right) \right].$$

Die Werte für  $c$  und  $c_1$  zu bestimmen, wäre empirisch mit Hilfe zweier Beobachtungsstationen möglich, wie etwa Zürich und Neuchâtel. Im vorliegenden Fall hat die Station in Neuchâtel noch nicht funktioniert. Wir wollen zur Orientierung doch vorläufig mit wahrscheinlichen Werten rechnen. Da der Herd nach dem oben Gesagten weniger tief als 22 km anzunehmen ist, wollen wir für die Tiefenwellen einen mittleren Wert von  $c_1 = 3,3$  km beibehalten, in der Annahme, dass der Herd irgendwo in den Schichten liege, in welcher die Hauptwellen grosser Beben sich fortpflanzen. Aus den bekannten empirischen Beziehungen zwischen der Herddistanz und der Zeitdifferenz  $t$  würde für die Geschwindigkeit der Oberflächenwellen in diesem Fall folgen  $c = 2,35$  km, wenn der Koeffizient der Formel von Conrad  $K = 8,09$  angenommen wird. Allgemein ergibt sich  $c = \frac{K}{\frac{K}{c_1} + 1}$ . Mit diesen plausibeln Werten folgt aber für die Herdtiefe in unserm Fall ungefähr der Wert Null (genauer sogar  $-2,7$  km). Dieser widerspricht aber der Tatsache des Auftretens zweier Wellenarten mit wesentlich verschiedener Geschwindigkeit, abgesehen davon, dass im Gebiete des Epizentrums nahe an der Oberfläche tektonische Dispositionen für die Auslösung eines Erdbebens soweit bekannt nicht gegeben sind (kaum disloziertes Tertiär ohne Verwerfungen). —

Man wird also zu dem Schluss geführt, dass der Erdbebenherd nicht ganz nahe an die Oberfläche, aber auch nicht tiefer verlegt werden darf, als bis an jene Grenze, welche das Auftreten zweier Wellenarten gerade eben möglich macht.

Nach den Vorstellungen der auf die Seismik angewandten Elastizitätstheorie (vergleiche z. B. E. Wiechert und K. Zöppritz „Ueber Erdbebenwellen, Göttingen 1907“) wäre die erste Vorläuferwelle als Longitudinalwelle („a“-Welle) aufzufassen, und ihrer Geschwindigkeit  $c_1$  in diesem Fall der Oberflächenwert 7.2 zu geben. (Der zweite Vorläufer, als Transversalwelle von etwa halber Geschwindigkeit des ersten Vorläufers gedeutet, tritt hier nicht auf.) Der erste Vorläufer, die Longitudinalwelle, hätte demnach von vorneherein eine mindestens doppelt so grosse Geschwindigkeit als die als komplizierte Oberflächenwelle gedeutete Hauptwelle  $c$ . Wenn wir nun letzterer als Maximalgeschwindigkeit  $3,6$  km geben (womit auch der aus oben angegebener Beziehung  $c = \frac{K}{\frac{K}{c_1} + 1}$  abgeleitete Wert annähernd stimmt, wobei freilich

die scheinbare und wahre Geschwindigkeit der „a“-Welle in roher Annäherung gleichgesetzt sind), so ergibt sich wiederum eine negative Herdtiefe. Das heisst also: Auch an einem dem Epizentrum verhältnismässig benachbarten Ort entfällt in der Verspätung der Hauptwelle gegen den Vorläufer scheinbar kein Anteil auf einen von ihr (infolge erheblicher Herdtiefe) zurückzulegenden längern Weg; die Zeitdifferenz erklärt sich vielmehr restlos aus denjenigen plausibeln Geschwindigkeiten, die auf Grund der Empirie für  $c$  und  $c_1$  angenommen werden können. Einer Herdtiefe von ca. 40 km müsste unter den übrigen Voraussetzungen eine Dauer des Vorbebens von ca. 10 Sekunden (statt 5) entsprechen. Bei einem Herd in 100 km Epizentralentfernung und 100 km Herdtiefe (welche Tiefe angegeben wird für das Beben vom 16. November, dessen Epizentrum ca. 100 km entfernt war) müsste das Vorbeben ca. 20 Sekunden dauern; für Vor- und Nachbeben, die vermutlich vom gleichen Herd ausgingen, dauerte es aber tatsächlich immer nur 12 Sekunden usw.

Mehr als heuristischen Wert haben diese Ueberlegungen nicht, da sie vorläufig von sehr vereinfachten Annahmen ausgehen mussten, wie z. B. derjenigen von geraden Stosstrahlen mit mittleren Geschwindigkeiten, von einem punkt-

förmigen Hypozentrum, von einem punktförmigen Epizentrum als Ausgangsort der Oberflächenwellen. Von diesen vereinfachenden Annahmen sind die letztern für die Betrachtung der von sehr weitentfernten Erdbebenherden ausgehenden Wellen zulässig, werden aber bei Nahbeben bedenklicher, bei welchen dafür die erstern Annahmen in einer ersten Annäherung eher verwendet werden dürfen. Der vorliegende Versuch erinnert zunächst an die Seebachsche Methode der Herdtiefenbestimmung; diese, die ja verlassen worden ist, geht aber aus von den (oft nicht genau bestimmbar) verschiedenen Ankunftszeiten der Hauptwellen an verschiedenen Orten mit bekannter, aber nicht allzugrosser Entfernung vom Epizentrum. Hier hingegen handelt es sich um die gewöhnlich sehr genau messbare Zeitdifferenz in der Registrierung der Ankunft der Vorläufer und der Hauptwellen, an einer Station, die dem Herd sehr nahe ist. —

Besitzt man solche Registrierungen von einer dem Erdbebenherd nahen, noch im makroseismischen Erschütterungsgebiet liegenden Station, so ist es recht interessant, die vom Apparat aufgezeichneten Bewegungen (die ja leider auch im besten Fall den wahren Bodenbewegungen nur recht indirekt entsprechen), mit den gefühlten Erschütterungen zu vergleichen. Wo diese im vorliegenden Fall genauer beschrieben worden, bestanden sie, wie oben angegeben, in einem ersten plötzlichen, als vertikal beschriebenen Stoss, etwa eine Sekunde dauernd, welchem dann etwa 2 Sekunden lang seitliche Wellen folgten. Bei oberflächlicher Betrachtung wäre man geneigt, den ersten Teil der Erschütterung den aus der Tiefe kommenden Vorläufern, den zweiten den Oberflächenwellen zuzuschreiben, und in den Beobachtungen eine schöne Uebereinstimmung mit den geläufigen Anschauungen und mit der tatsächlichen Registrierung zu sehen. Nun sind aber die Vorläufer so schwach registriert, dass sie jedenfalls an der Peripherie (Zürich) nicht mehr gespürt werden konnten, zum allermindesten nicht als ein Stoss, der an Intensität den folgenden Bewegungen gleich gekommen wäre. Auch waren die Vorläufer beim Einsetzen am stärksten, und klangen während 5 Sekunden fast völlig ab; erst dann kamen die Hauptwellen; diese dauerten mit einer Amplitude, die jene der Vorläufer vielmal übertraf, 6–10 Sekunden; gefühlt wurden sie nur nach übereinstimmender Schätzung 2–3 Sekunden lang; dies ist ein weiterer Grund dafür, dass nur die Hauptwellen gespürt worden sind. —

12. Am 25. Oktober, ungefähr 3<sup>h</sup> 15 a, wurde in Poschiavo (Graubünden) eine Erschütterung gespürt. Nähere Angaben fehlen.

### 13. Das süddeutsche Erdbeben vom 16. November.

Am 16. November, abends 10<sup>h</sup> 26 p, wurde ein grosser Teil von Mitteleuropa, darunter auch die ganze Schweiz, von einem bedeutenden Erdbeben erschüttert, welches im Gebiet grösster Intensität, wo der Grad 8 erreicht wurde, beinahe schon einen gefährlichen Charakter annahm.

Der Herd dieses Erdbebens liegt ausserhalb der Schweiz, welche nur einen kleinern Teil des gesamten erschütterten Gebietes ausmacht. Einige spezielle Untersuchungen für das meist erschütterte Gebiet sind von den betreffenden Stellen schon publiziert\*). Eine umfassende und eingehende Bearbeitung der gesamten Beobachtungen hat die Hauptstation für Erdbebenforschung in Strassburg i. E. durchzuführen gewünscht, welcher dann auch zu diesem Zweck das gesamte schweizerische Material zur Verfügung gestellt worden ist. Diese Untersuchung wird demnächst erscheinen. Angesichts dieser Umstände schien es nicht rationell, dieselbe Untersuchung hier für das schweizerische Gebiet in aller Ausführlichkeit zu wiederholen, zumal Zeit und Hilfskräfte zu einer Ausdehnung der Arbeit fehlen.

Hingegen soll eine Uebersicht über die wesentlichen Tatsachen dieses Erdbebens, das auch auf schweizerischem Gebiet, wenn zwar kaum grösseres Unheil, so doch ziemlichen Schrecken verbreitet hat, hier Platz finden.

Lage des Herdes (Epizentrum). Auf Grund der registrierten Eintrittszeiten von Erdbebenstationen (unter diesen Zürich) berechnet A. v. Schmidt als Koordinaten des Epizentrums 48° 16' N und 9° 10' W. Also einen Punkt in der schwäbischen Alp, im Hohenzollerngebiet, zwischen den Orten Trachtelfingen und Ebingen, dessen Name in den Berichten über dieses Erdbeben am häufigsten wiederkehrt, und welches besonders auch von Nahbeben beunruhigt wurde. Ganz ähnliche Koordinaten, nämlich 48° 15' und 8° 57' E. Gr. leiten Lais und Sieberg aus den makroseismischen Intensitätsbeobachtungen ab und nehmen als Unsicherheit  $\pm$  15 bis 20 km an.

Schmidt nimmt an, dass durch die erste Erschütterung eine zweite im Bodenseegebiet ausgelöst worden sei, wo die Erscheinungen stellenweise ebenso stark waren, wie in der Ebinger Gegend; er spricht von einem Zwillingsbeben, wovon das primäre durch die säkulare Erosionsentlastung der Region der schwäbischen Alp erklärt werden könne, das sekundäre durch die säkulare Belastung des sowieso als Senkungsgebiet aufzufassenden Bodensees durch die Rheinschottermassen.

Deeke glaubt, dass die Haupterschütterung im „schweizerischen Molasseland“ ihren Ursprung nahm, und eine sekundäre Erschütterung in der Ebinger Gegend auslöste. Diese Ansicht ist aber direkt unvereinbar mit den Zeitangaben der Seismographen in Zürich, wonach der erste Stoss dort genau gleichzeitig wie in Strassburg, aber 7 Sekunden später als in Hohenheim bei Stuttgart ankam.

\*) K. Mack: Nachrichten der Hohenheimer Erdbebenwarte 1912.

L. Neumann und W. Deeke: Das Erdbeben vom 16. November 1911 in Südbaden. S. A. Mitteilungen der Bad. Geol. Landesanstalt. VII. Band 1912.

R. Lais und A. Sieberg: Das mitteleuropäische Beben vom 16. November 1911 etc. Beitrag zur Geophysik Bd. XII. 1912.

A. v. Schmidt und K. Mack: Das süddeutsche Erdbeben vom 16. November 1911. Württemberg. Jahrb. für Statistik 1912.



Tatsache ist, dass die Intensitätsverteilung im Hauptschüttergebiet merkwürdig unregelmässig war, wie namentlich die Karte bei Lais und Sieberg zeigt. Intensitäten bis zu 8 kamen an manchen Orten vor, mit Einsturz zahlreicher Kamine, auch Fabrikschornsteine, ja mit ernstlichen Beschädigungen einzelner Gebäude (Würmlinger Kapelle, wo ein grosses Stück der festen Aussenmauer herausgesprengt wurde, einige kleine Kirchen im Oberamt Balingen, aber auch das Konstanzer Münster, wo u. a. die Kreuzblume herabstürzte, ebenso eine grosse steinerne Figur an der Post). Im meist betroffenen Oberamt Balingen entstand allein gegen  $\frac{1}{2}$  Million Mark an Schaden, abgesehen von 5 neu zu erstellenden Kirchen. In der Arbeit von Sieberg und Lais (vergl. die dortige Karte) wird gezeigt, dass das Auftreten der sekundären stärkeren Erschütterungszonen zwischen Schwarzwald und Bodensee geknüpft sei an das Vorhandensein von Verwerfungslinien, welche selbst zu sekundären Bebenherden würden. Auch die Verstärkung der Erschütterung bei Moor-Untergrund tritt hervor.

Herdtiefe. Die grosse Ausdehnung des stark erschütterten Gebiets macht eine erhebliche Herdtiefe wahrscheinlich. Auf Grund der scheinbaren Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Vorläuferwellen an der Erdoberfläche berechnet Professor Schmidt eine Herdtiefe von 136 km. Bei diesem Resultat ist wesentlich die Voraussetzung, dass mit zunehmender Tiefe die Fortpflanzungsgeschwindigkeit linear zunehme. Eine plausible Modifikation dieser Annahme ergäbe nach Professor Pilgrim eine um  $\frac{1}{5}$  kleinere Herdtiefe.

Was die Stossrichtung betrifft, glaubt Deeke für das gleiche Gebiet nachgewiesen zu haben, dass sie ebenfalls von den Verwerfungen abhängig, und zwar diesen gleichgerichtet sei.

Die Ausdehnung des makroseismischen Gebiets wird nach Schmidt und Deeke gegeben durch die Orte Braunschweig, Berlin, Dresden, Prag, Wien, Salzburg, Bozen, Mailand, Turin, Genf, Besançon, Metz, Aachen, Dortmund. In Tagesblättern ist selbst noch Florenz und „ganz Belgien“ erwähnt; doch kann eventuell die mikroseismische Registrierung gemeint sein. Das ganze Gebiet umfasst etwa 800 000 km<sup>2</sup>, mit grösster Ausdehnung in N-Srichtung.

Es liegen aus der Schweiz von allen Landesgegenden Berichte vor. Im grössten Teil des Landes, vor allem in der Nord- und Ostschweiz, aber auch noch in der Mittelschweiz wurde das Erdbeben als sehr heftig empfunden; in der Bodenseegegend zwischen Grad 7 und 8 der Skala. Ueberall in diesem Gebiet ist noch von herabgestürzten Kaminen die Rede. In den Theatern von Basel, Winterthur und Zürich entstand eine Panik, und überall eilte ein Teil der Leute erschreckt auf die Strasse. Der Zürichsee (wie auch der Bodensee) zeigte ohne den geringsten Wind „sehr starke“ (Zeitung!) Wellen; an den Uferhalden des Bodensees kamen starke Rutschungen vor. Die Zeitungen jener Tage sind angefüllt von Berichten, welche, auch mit dem nötigen Abstrich, zeigen, dass das Ereignis einen sehr starken Eindruck auf die Bevölkerung gemacht hat. Auch noch im Wallis, ebenso wie im Neuenburger Jura war die Intensität jedenfalls 5. Dagegen teilte Prof. F. A. Forel selbst für die Ufer des Genfersees mit, dass die Stärke dort 3–4 betragen habe. Es ist nicht wahrscheinlich, dass Genf wirklich die Grenze der fühlbaren Erschütterungen angibt. — Nach Osten zu wird z. B. von Davos noch ausdrücklich die Intensität 4 gemeldet. — Es seien im Folgenden noch einige Angaben besonderer Art hervorgehoben.

Angaben der Erdbebenwarte in Zürich: Der Anfang des Erdbebens wurde von allen drei Komponenten übereinstimmend angezeigt wie folgt:

An der Vertikalkomponente (Vergr. 116), Apparat Wiechert-Spindler & Hoyer, Eintritt 10<sup>h</sup> 26<sup>m</sup> 10<sup>s</sup> M. E. Z., mit einem Ausschlag von 20  $\frac{m}{m}$  im Hebungssinn, darauf Nullpunktverschiebung. Die Registrierung dauert 110 Sekunden, während derer etwa 55 einzelne Schwingungen verzeichnet werden.

Am Horizontalpendel, Mainka-Bosch, registrierte die Ost-Westkomponente einen Anfangsstoss von E nach W, um 10<sup>h</sup> 26<sup>m</sup> 11<sup>s</sup>, mit einem Ausschlag von 25  $\frac{m}{m}$ . Darauf erfolgten während 30 Sekunden ganz lückenhafte Aufzeichnungen mit einer Amplitude von mindestens 110  $\frac{m}{m}$ ; dann fiel die Schreibfeder ab. Die Nord-Südkomponente gab den Eintritt um 10<sup>h</sup> 26<sup>m</sup> 09<sup>s</sup> an, mit einem Stoss von N nach S, der offenbar stärker war als bei E–W. Die Feder fliegt ohne weiteres fort; sogar bei der Dämpfung selbst wird die Stosstange der Masse ausgehoben.

Den wesentlichen Dienst haben die Instrumente also durch Registrierung der genauen Eintrittszeit getan; diese hat der mikroseismischen Herdbestimmung wesentliche Dienste geleistet. Dass die Instrumente, welche ausdrücklich für die Aufzeichnung der feinen Erschütterungen unserer alpinen Nahbeben bestimmt, und von uns entsprechend empfindlich eingestellt waren, diese gewaltigen Stösse nicht völlig registrieren konnten (wie auch in Strassburg nicht), ist selbstverständlich. Es liegt auch für die Zukunft kein Anlass vor, um einer solchen völligen Ausnahmeerscheinung willen durch eine Aenderung der Einstellung die übrigen Aufzeichnungen unbrauchbar zu machen!

Vergleich zwischen direkt beobachteter und registrierter Eintrittszeit. Es ist von allgemeinem Interesse, mit der registrierten Eintrittszeit die genaueren Zeitangaben aus dem Publikum zu vergleichen. Wir haben uns daher alle Mühe gegeben, solche Angaben nach Möglichkeit zu kontrollieren, durch möglichst baldige Vergleichung der Beobachtungshoren mit genauer M. E. Z. Der Direktor der Sternwarte, Professor Wolfer, gibt nach völlig einwandfreier Bestimmung an: Beginn der wahrgenommenen ersten Erschütterung um 10<sup>h</sup> 26<sup>m</sup> 15<sup>s</sup>, Dauer etwa 4 Sekunden, dann Pause von 5 Sekunden, dann bedeutend stärkere Erschütterung von 5–6 Sekunden Dauer.

Die weiteren Beobachtungen rühren fast sämtlich her von Personen, die mit der meteorol. Zentralanstalt in Beziehung stehen.

Direktor Maurer: Eintritt des Hauptstosses  $10^h 26^m 27^s \pm 10^s$ . Die Phase, auf welche sich die Beobachtung bezog, und die Uhrkorrektion waren beide nachträglich nicht mehr mit Gewissheit festzustellen.

Dr. Billwiller: Beginn des ersten Stosses  $10^h 26^m 18^s$  geschätzt ( $26^m 20^s$  beob.); Dauer etwa 7 Sekunden. Beginn der zweiten Erschütterung  $10^h 26^m 29^s$ ; ihre Dauer 5 Sekunden.

Dr. A. de Quervain: Beginn des ersten Stosses  $10^h 26^m 09^s$  geschätzt ( $26^m 14^s$  beob.); Dauer ca. 5 Sekunden. Beginn des zweiten Stosses  $10^h 26^m 19^s$  (beob.); Dauer ca. 10 Sekunden.

Herr Schellenberg, durch Vermittlung der auf der meteorol. Zentralanstalt tätigen Frl. E. Schellenberg: Eintritt des ersten Stosses ca.  $10^h 26^m 16^s$  (geschätzt), Dauer 5–6 Sekunden; dann Pause von 2–3 Sekunden. Eintritt des zweiten (Haupt-) Stosses  $10^h 26^m 27^s$  (beobachtet).

Herr Armin Scholl, gewissermassen unser Spezialkorrespondent für genaue Erdbebenzeiten, gibt als Zeit des Hauptstosses:  $10^h 26^m 30^s$ .

Herr Ing. Steinbrüchel kommt nach eigener Vergleichung mit der Sternwarte auf  $10^h 26^m 15^s$  für den Beginn des ersten Stosses.

Als Mittelzahl für den Beginn des ersten Stosses ergibt sich somit  $10^h 26^m 15^s$ , für den zweiten Stoss  $10^h 26^m 23^s$ .

Die Unsicherheit der Zeitreduktionen selbst beträgt wohl bei den einzelnen Fällen  $\pm 2$ –3 Sekunden, mit Ausnahme der Bestimmung von Prof. Wolfer, deren Unsicherheit kleiner als eine Sekunde sein wird. Hingegen kann die Verschiedenheit der Erdbebenempfindlichkeit, und vor allem der Umstand, dass die Beobachter, weil an verschiedenen Orten, in verschiedenen Stockwerken befindlich, von vorneherein nicht genau dieselben Phasen des Phänomens wahrnehmen konnten, eine Differenz von mehreren Sekunden leicht erklären. Darauf dürfte auch die Differenz von 5 Sekunden zwischen dem wahrgenommenen und dem registrierten Beginn hauptsächlich zurückzuführen sein. Die Kleinheit dieser Differenz zeigt übrigens, dass es nicht illusorisch ist, sich um genaue Zeitbestimmungen aus dem Publikum zu bemühen!

Ich bin geneigt, den ersten gefühlten Stoss als einen Vorläufer, den zweiten ca. 8 Sekunden später einsetzenden stärkeren, als den Hauptstoss zu betrachten. Soweit das Diagramm des Vertikalapparates deutbar ist, ergäbe sich dort eine erste Reihe schwächerer Wellen von ca. 12 Sekunden Dauer. Nimmt man, wie oben, an, dass die Vorläufer einige Sekunden gebraucht haben, um die Gebäude so in Schwingung zu versetzen, dass die Menschen es merkten, so stimmen diese 12 Sekunden sehr wohl zu dem Wahrgenommenen und auch zu der Tatsache, dass die Vorläufer bei Beben des gleichen Epizentrums (6. September) ebenfalls um 12 Sekunden vorangingen. —

Von andern Orten der Schweiz liegt vor eine genaue Zeitangabe: Von Telegrapheninspektor Brodbeck in Chur,  $10^h 27^m 25$ – $30^s$ . Eine Nachfrage lässt den Beobachter, der uns schon früher sehr genaue Angaben lieferte, an der Minutenzahl festhalten.

Aus Frauenfeld gibt Herr Prof. Hess nach 4 möglichst kontrollierten Angaben  $10^h 26^m 17^s$  als wahrscheinlichsten Wert an.

Aus Genf meldet Herr F. Lecoultre  $10^h 27^m 30^s \pm 5^s$  auf Grund sofortiger Kontrolle an der Sternwarte.

Die Sternwarte Neuchâtel hat eine vollständige Registrierung erhalten. Anfangszeit nicht angegeben.

Die Eintrittszeit von Erdbeben angezeigt durch das Stillstehen der Pendeluhr. Zur Frage der Zuverlässigkeit für Verwendbarkeit solcher Beobachtungen für die genaue Eintrittszeit ist von Zürich interessantes Material vorhanden, indem drei Pendeluhr stehen blieben, deren Stand auf die Sekunde genau bekannt war.

Folgendes sind die korrigierten Zeiten des Stillstehens:

Pendel Hipp	(Sternwarte)	E–W schwingend:	$10^h 26^m 23^s$
„ Assoc. ouvrière	„	N–S	$10^h 26^m 27^s$
„ der Meteorol. Zentralanstalt	SE–NW	„	$10^h 27^m 00^s$

Die grösste Zeitdifferenz beträgt also volle 37 Sekunden.

Man sieht also, dass solche Angaben, auch wenn die Uhren kontrolliert waren, nur insofern als genau verwendet werden können, als daraus geschlossen werden kann, dass das Erdbeben jedenfalls nicht nach der frühesten Stillstandzeit eingetreten sein kann. Bei den Uhren der Sternwarte scheint der Hauptstoss durch Interferenz den Stillstand bewirkt zu haben, wobei die zufälligen Phasendifferenzen bei den verschiedenen Stillstandzeiten ebensowohl eine Rolle spielen, wie die verschiedene Lage zur Hauptstossrichtung, welche in der Sternwarte als ost–westlich empfunden wurde.

14. Am 30. November, ca.  $11^h 30^p$ , wurde in Chur von einigen Personen ein leichter Erdstoss gespürt, scheinbar in N–Srichtung, begleitet von einem dumpfen Rollen. Die Wirkung beschränkte sich auf die Verschiebung kleiner Gegenstände.

15. Am 4. Dezember, ungefähr  $5^h 45^a$ , wurde wiederum in Chur ein leichter Erdstoss gespürt; die Richtung sei SE–NW gewesen. Die Zeitangaben schwanken zwischen  $5^{\frac{1}{2}}$  a und  $6^{\frac{1}{2}}$  a.