

Jahresbericht

des

Schweizerischen Erdbebendienstes 1917.

Von Prof. A. de Quervain.

1. Allgemeines.

2. Die 1917 in der Schweiz gespürten und die an der Erdbebenwarte Zürich registrierten Nahebeben, nebst Uebersicht der Fernbeben, von Dr. A. de Quervain und Dr. A. de Weck. (Mit 2 Tafeln.)

Anhang:

1. Das Erdbeben vom 27. März bei Basel, von Dr. P. A. Loos. (Mit Tafel III.)
2. Le Bruit de la Canonnade du 21 janvier 1917, par le Prof. P. L. Mercanton. (Avec 1 carte dans le texte.)
3. Ausbreitung des Kanonendonners von der Südfront (Asiago) in der Ostschweiz, am 10. und 18. Juni 1917. Von Prof. A. de Quervain. (Mit einer Karte auf Tafel II.)

GEOPHYSICS LIBRARY

ZÜRICH

Buchdruckerei zur Alten Universität.

1918.

Jahresbericht 1917 des Erdbebendienstes der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt.

1. Allgemeines.

2. Die 1917 in der Schweiz gespürten und die an der Erdbebenwarte Zürich registrierten Nahebeben, nebst Uebersicht der Fernbeben, von Dr. A. de Quervain und Dr. A. de Weck. (Mit 2 Tafeln.)

Anhang:

1. Das Erdbeben vom 27. März, bei Basel, von Dr. P. A. Loos. (Mit einer Karte.)
2. Le bruit de la Canonnade du 21 janvier 1917, par le Prof. P. L. Mercanton. (Mit Karte im Text.)
3. Ausbreitung des Kanonendonners von der Südfront (Asiago) in der Ostschweiz, am 10. und 18. Juni 1917. Von Prof. A. de Quervain. (Mit einer Karte auf Tafel II.)

1. Allgemeines.

Herr Assistent Dr. A. de Weck bearbeitete die Beobachtungen gemeinschaftlich mit dem Berichterstatter, welcher ihn auch wiederum bei seiner Abwesenheit im Grenzdienst vertrat. Bei der Bureauarbeit half verschiedentlich Frl. E. Steiner.

Der makroseismische Dienst wurde in bisheriger Weise besorgt. Entsprechend einem dringend gewordenen Bedürfnis wurde im September für den Erdbebendienst ein eigenes Telephon (H. 1610) eingerichtet. Vom Berichterstatter wurde mit einem Artikel „Ueber Ergebnisse und Aufgaben der Erdbebenwarte“ zu der Festschrift für die Jahresversammlung der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft beigetragen und die Einrichtung verschiedene Male demonstriert, beides mit der Absicht, für gelegentliche Mitarbeit zu interessieren.

Die Fragekarten wurden in neuen Auflagen nach den Erfahrungen verbessert und nun auch italienisch abgefasst, mit freundlicher Mitwirkung von Frl. Heim.

Ein spezieller Dienst in psychologischem und volkswirtschaftlichem Sinn konnte anlässlich des Engadiner Erdbebens vom 9. Dezember geleistet werden, als während langer Nachtstunden wiederholt telephonische Anfragen aufgeregter Kurgäste eintrafen, die zu verreisen beabsichtigten, und die wir hinsichtlich drohender vulkanischer und Bergsturz etc. -Gefahren beruhigen konnten.

* * *

Eine ausführliche Bearbeitung des interessanten Basler Erdbebens vom 27. März ist von Herrn Dr. P. A. Loos, ehemals Leiter der Erdbebenstation in Mendoza (Argentinien) ausgeführt worden, und zwar auf Grund persönlicher Erkundigungen im Hauptschüttergebiet, das er von Basel aus in wochenlangen Bemühungen immer wieder aufsuchte. Es gereicht uns zur Genugtuung, das Ergebnis dieser sorgfältigen Feldarbeit im Anhang zu veröffentlichen.

Gleichfalls im Anhang werden, in Fortsetzung der vom Berichterstatter angefangenen Mitteilungen, zwei besondere Fälle der Ausbreitung von Kanonendonner mitgeteilt; der eine von Herrn Prof. L. Mercanton bearbeitet, der andere vom Berichterstatter.

Der mikroseismische Dienst funktionierte wie bisher ohne nennenswerte Störungen. (Nur 16.—23. Juli Unterbruch der Zeitvergleichen.) Es wurden 1917 registriert 43 Fernbeben und 50 Nahebeben, von letztern 24 in der Schweiz gefühlt. In verschiedenen Fällen konnten wir auf Grund unserer Registrierung die Gegend des Herdes mit grosser Wahrscheinlichkeit berechnen und sofort dem Publikum mitteilen, oft mehrere Tage, bevor dann Nachrichten aus dem Auslande eintrafen. Unsere Promptheit war freilich zum Teil verlorene Liebesmühe, insofern als bei der Inkohärenz des gegenwärtigen Zeitungsnachrichtendienstes jene nachträglichen Nachrichten von der Presse als neue Ereignisse mitgeteilt wurden ohne Hinweis, dass in denselben Spalten die zutreffende Mitteilung unsererseits schon längst erfolgt war.

Im Fall der fast alle Zeitungen durchlaufenden Reporterphantasie vom „Untergang im Meer eines grossen Teils von Kamtschaka durch ein Erdbeben“ unternahmen wir eine Richtigstellung; eine Zeitung replizierte darauf mit der Meldung, dass doch wenigstens — die Pest ausgebrochen sei.

In manchen Fällen waren uns wie bisher die Angaben der Erdbebenstation Chur (freiwillig von Prof. Kreis geführt) und Neuchâtel (Dir. Arndt) von Nutzen. — Für ausländische Stationen konnten ab und zu Angaben anderer Länder vermittelt werden.



Die tägliche Besorgung der Erdbebenwarte geschah in sorgfältiger Weise durch Stadtförster Peter; sie wurde von uns (meistens von Dr. de Weck) wöchentlich mindestens einmal kontrolliert mit gleichzeitiger Konstantenbestimmung. Herr de Weck führte sorgfältige neue Kontrollen der zeitlichen Interpolationsgenauigkeit aus, ebenso Prüfungen der Reibung auf verschiedenen Papiersorten mit Hinsicht auf das Unerhältlichwerden der bisher von uns verwendeten Sorte; wir sind jetzt zu glattem Kunstdruckpapier übergegangen, welches befriedigt, aber doch den kleinen Uebelstand aufweist, dass der Russ sich gelegentlich in etwas grössern Partikeln ablöst, an die Schreibspitze heftet und so eine etwas breite, Reibung verursachende Spur verursacht.

Die Konstanten der Apparate waren im Mittel folgende, in bisheriger Weise bestimmt:

	Bosch-Mainka 450 kg-Pendel		Spindler & Hoyer-Wiechert'scher
	Nord-Süd-Komp.	Ost-West-Komp.	Vertikalapparat 80 kg
Vergrösserung für schnelle Schwing.	207	198	109
Eigenperiode	5,2 ^s	5,1 ^s	3,4 ^s
Dämpfung	4,4	2,8	3,0
Reibung	1,6	1,7	1,2
Registriereschwindigkeit	ca. 30 ^m / _m	ca. 30 ^m / _m	ca. 30 ^m / _m
Mittlerer Zeit-Interpolationsfehler .	± 0,1 ^s	± 0,1 ^s	± 0,3 ^s

Die Reibung wurde nach der üblichen Formel (1) $r = \frac{l_1 - l_n}{4(n-1)}$ berechnet, wobei $n = 3$ gewählt wurde.

Herrn Mohorovicic verdanken wir den Hinweis, dass im Fall des Bestehens einer „Restdämpfung“ v_0 besser nach der allgemeinen Formel (2) $r = \frac{l_1 + l_2 \dots + l_{n-1} - v_0(l_2 + l_3 \dots + l_n)}{2(n-1)(v_0 + 1)}$ zu rechnen sei, 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. (Die übliche Formel (1) setzt $v_0 = 1$ voraus.) Die Anwendung der strengern Formel (2) auf unsere Instrumente gibt für r Werte, die ca. 40% kleiner sind; nach Einsetzen in die Dämpfungsformel $\epsilon = \frac{l_1 - 2r}{l_2 + 2r}$ ergeben sich für ϵ um 20% grössere Werte.

2. Die im Jahr 1917 in der Schweiz verspürten Erdbeben.

Uebersicht.

Nicht weniger als 131 Erdstösse wurden im Jahr 1917 in der Schweiz verspürt, die Zahl des Vorjahres um ein vielfaches übertreffend. (61 davon gehören dem Engadinererdbebenschwarm des Monats Dezember an.) Sie verteilen sich folgendermassen auf die Monate:

Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
3	15	3	3	2	16	7	3	7	5	1	66

Es fielen 89 in die Zeit der Ruhe [8 p — 8 a] (Graubünden: Dezember 44) und 42 in die Zeit der Tätigkeit (Graubünden: Dezember 17). 24 wurden auf der Erdbebenwarte in Zürich registriert (Graubünden: 10). 5 hatten ihren Herd ausserhalb der Schweiz. Zu einigen besonders erwähnenswerten Erdbeben seien noch einige Bemerkungen gemacht.

Bemerkungen zu einigen ausgeprägteren Erdbeben.

18. Januar. *Vintschgau*. Das Epizentrum wurde durch die Registrierung in Zürich und Chur bestimmt und durch unsere Erkundigung mit Fragekarten bestätigt. Ohne die Registrierung wäre es wohl irrtümlich im Unterengadin selbst angenommen worden.

9. Februar. *Sarnen*. Beginn einer interessanten Reihe lokal starker, doch wenig ausgebreiteter Erschütterungen. Die vorübergehende Aufstellung eines transportablen Instrumentes könnte vielleicht in einem solchen Fall zur Beurteilung der Tiefe führen.

11. Februar. *Graubünden (Domleschg)*. Anscheinend vorübergehendes Wiederaufleben des Herdes des Erdbebenschwarms 1914/15.

26. Februar. *Glarus*. Dieses Erdbeben ist in Beziehung zu setzen zu den Glarnerbeben früherer Jahre und dem nachfolgenden vom 6. September.

27. März. *Basler Grenze, Gegend des Blauen*. Wir verweisen auf die sehr ausführliche Bearbeitung des Herrn Dr. P. A. Loos im Anhang und seine Detailkarte, ebenso auch auf die von uns gegebene Uebersichtskarte 1:1 000 000 für das ganze Gebiet. Hier ist methodisch besonders lehrreich, dass durch die zahlreichen negativen Berichte die Möglichkeit geboten wird zu beurteilen, wie vieler und dichter „Randangaben“ es bedarf, um das positive Gebiet einzugrenzen, und mit welcher Schärfe diese Eingrenzung überhaupt objektiv möglich ist. In diesem Fall scheint sie ziemlich bestimmt zu sein.

21. Juni. Nordschweizerisches Erdbeben. Das Epizentrum lag wahrscheinlich ausserhalb der Schweiz in der Gegend des Untersees, soweit unsere Enquête jenseits der Grenze feststellen konnte. Es ist bemerkenswert, dass dieses relativ starke Erdbeben nicht mehr Nachbeben erzeugte im Vergleich z. B. zum Engadinerbeben. In Friedenszeiten wäre eine sorgfältige Begehung des Gebietes wegen eventuellen Beziehungen zur Tektonik interessant gewesen.

6. September. Glarus. Die verhältnismässig genaue Lokalisierung des Epizentrums durch die Registrierungen von Zürich, Chur, Neuchâtel und Hohenheim führte, nach Mitteilung an das Publikum, zur Meldung erheblicher, offenbar durch das Erdbeben verursachter Felsstürze in betreffender Gegend, die uns sonst unbekannt geblieben wären.

9. Dezember. Ober-Engadin. Dieses Erdbeben, dem sich ein Schwarm schwächerer Stösse anschloss, rief einer ziemlichen Panik, besonders unter den vielen Kurgästen, von denen eine Anzahl das Tal verliess. In Chur fiel ein Mann dem Erdbeben zum Opfer infolge Vergiftung wegen des Bruchs einer schon undicht gewesenen Gasleitung. — Die interessante Statistik der zahlreichen Nachbeben verdanken wir hauptsächlich den Aufzeichnungen von Hrn. Burckhard, Sekretär der Berninabahn, Poschiavo; Frau A. Huber, Fex; Hrn. Chr. Klucker, Fex; Hrn. Koller, Stationsvorstand, Berninahospiz; Hrn. Prof. Kreis, Chur; den meteorol. Stationen Bevers (Hr. G. Camenisch), Pontresina (Hr. Pf. L. Schmid) und St. Moritz (Kurverein); den Telegraphen-Bureau Samaden und St. Moritz.

Rein seismologisch interessant war bei diesem Erdbeben das Auftreten zweier in wenigen Sekunden aufeinanderfolgender primärer Stösse (d. h. nicht nur eines Doppelstosses, welcher der „Doppelbrechung“ der seismischen Strahlen in erst ankommende Longitudinal- und später ankommende Transversalwellen zuzuschreiben ist). Es ist dies der erste von mir konstatierte Fall. Die Registrierung von Zürich liess die Tatsache schon mit grosser Wahrscheinlichkeit vermuten, diejenige von Chur zeigt sie mit aller Deutlichkeit. Auch die Diagramme von München (weniger diejenigen von Neuchâtel, Hohenheim) enthalten Anhaltspunkte dafür; die Interpretation der Diagramme wird dadurch am plausibelsten, dass man eine sonst fehlende ausgeprägte Zwischenphase „n“, deren Oberflächengeschwindigkeit zwischen P und S fallen würde, auf einen zweiten primären Stoss bezieht. Es müssen dann zwei primäre P und zwei primäre S mit annähernd konstanten, von der Herdentfernung unabhängigen Zeitdifferenzen auftreten. Die Registrierungen ergaben folgendes:

Registrierung der vermuteten zwei primären Stösse.

Ort	d	(theoret.) \underline{P}_1		registriert		Differenz	S_1	S_2	Differenz
				\underline{P}_1	\underline{P}_2				
	km	h m s		m s	m s	s	m s	m s	s
Chur	42	22 40 32,4	E-W	40 27,8!	40 45,3?	17,5?	40 34,1!	40 50,6!!	16,5
Zürich	133	—	N-S	40 46,1!	—	—	41 04,6	41 21,7!	17,1
			E-W	40 46,5!	40 30,5!	17,0	41 05,6	41 23,2!	17,6
			Vertik.	40 46,2	—	—	41 05,8	41 22,6	16,8
München	214	41 1,9	N-S	41 2,4?	41 15,8	13,4?	41 26,5	41 44,4	17,9
			E-W	41 2,6	15,9!	13,3?	41 26,5	41 44,7	18,2
Neuchâtel	229	41 4,5	N-S	41 1,0	—	—	41 28,3	41 46,7	18,4
			E-W	41 0,5	41 17,5	17,0	41 30,3	41 46,9	16,6
Hohenheim	243	41 7,0	N-S	41 4,1	41 21,1	17,0	41 33,2	—	—

Obige Zusammenstellung versucht die Einordnung der Registrierungen einiger Stationen unter jener Annahme zweier primärer Stösse, für welche in den Diagrammen auch entsprechende Phasen \underline{P}_1 und \underline{P}_2 , sowie S_1 und S_2 (nach anderer Bezeichnungsweise iM_1 und iM_2 zu nennen) vorhanden sein müssten. Zunächst ist die angenommene Distanz vom Epizentrum angegeben, sowie die nach der Registrierung in Zürich zu erwartende Eintreffenszeit von \underline{P}_1 an der betreffenden Station, berechnet auf dem Weg über die nach Zürich sich ergebende Epizentralzeit ($22^h 40^m 28^s$). Als Epizentrum ist dabei mit Berücksichtigung der makroseismischen Feststellungen Bevers-Au angenommen¹⁾; zur Berechnung

¹⁾ 1 km nordöstlich von Bevers; dieser Ort steht im Mittelpunkt der Zone mit Intensität VI. Hier wurde auch lokal die grösste Intensität erreicht, VII („Riss an der Diele, Abfallen von Stücken des Verputzes“). Stimmt zu Distanz 42 km nach $S_1 - \underline{P}_1$ von Chur. Distanz Zürich — Bevers-Au 133 km. Nach dieser Distanz wurde die Epizentralzeit berechnet, sowie die übrigen theoretischen Ankunftszeiten! Die für das Seismogramm angenommene Phasendifferenz $S_1 - \underline{P}_1$ würde auf 152 km mit 2 Sekunden früherer Epizentralzeit führen, wozu wohl die aus S_1 und \underline{P}_1 von Chur abzuleitende Epizentralzeit stimmen würde, aber gar nicht die Distanz. Es liegt hier eine zu erwähnende Diskrepanz der Annahmen vor, indem nämlich gerade für die Epizentraldistanz Zürich entweder die Phasenbezeichnung für S_1 oder die Gültigkeit der Tabelle von Mohorovicic ausgeschaltet, im übrigen aber angewendet wird. Was die makroseismische Seite der Frage betrifft, erlaubt die Lage an der Landesgrenze auch gewisse Zweifel hinsichtlich des Tatbestandes.

der Laufzeiten dienten die Tabellen von Mohorovicic (für Herdtiefe 25 km). Man wird bemerken, dass die registrierten Zeiten für P_1 überall um ca. 3 Sekunden früher fallen als die berechneten, mit Ausnahme von München. (Hier aber fallen sie in die Minutenlücke und sind daher unsicher.) Wäre es die Geschwindigkeitsannahme der Mohorovicic'schen Tabelle, die nicht auf unsern Fall zuträfe, so müssten die Abweichungen auf Stationen näher und entfernter als Zürich sich entgegengesetzt verhalten. Es würde sich z. B. mit Annahme geringerer Geschwindigkeiten wohl eine frühere Epizentralzeit und frühere Eintreffenszeit in Chur ergeben, aber eine spätere an den Aussenstationen.

Annähernde Uebereinstimmung würde sich ergeben, wenn man nicht das sehr deutliche iP in Zürich den Anfängen P der entferntern Stationen entsprechend annimmt, sondern ein fraglos vorhandenes, wenn auch sehr schwaches, 4 Sekunden vorangehendes, etwas rätselhaftes, schon in frühern Fällen bei Bündnerbeben beobachtetes eP , wobei dann freilich verwunderlich wäre, dass dieser schwache Anfang an den viel entferntern Stationen zur Beobachtung käme; überdies würde das sich dann ergebende $S-P$ nicht mehr zu der empirischen Epizentraldistanz für Zürich stimmen. Man kann auch die andere Annahme machen, der an den entferntern Stationen beobachtete Anfang sei das „direkte“, nicht das berechnete P , sondern das viel schwächere vorangehende „indirekte“ P (nach Mohorovicic), wobei man sich freilich wiederum verwundern müsste, dass dieses noch zur Aufzeichnung gelangte. Die viel frühere Anfangszeit in Chur bliebe aber unerklärt. — Eine Variation der Annahmen über die Herdtiefe fördert auch nicht.

Wir bleiben also vorläufig bei der ersten Annahme und erläutern, mit Bezug auf die vorhergehende Tabelle, inwiefern die Registrierungen für einen Doppelstoss sprechen: Auf dem Diagramm von Chur frappt das S_1 , welches als solches in einem normalen Amplitudenverhältnis zu P_1 stünde (gewöhnlich 5—10mal grösser), auf welches aber nach 17 Sekunden ein wiederum ausserordentlich viel stärkerer und scharfer Impetus (S_2) folgt, den man ohne Annahme zweier primärer Stösse schlechterdings nicht versteht. Das zugehörige P_2 kann in den auf S_1 folgenden Wellen gefunden werden, tritt aber nicht sicher hervor.

Im Zürcher Diagramm tritt ebenfalls ein völlig ungewohntes zweites Maximum (S_2) auf, wie in Chur ca. 17 Sekunden nach S_1 und deshalb als schöne Bestätigung der Annahme eines zweiten unabhängigen Stosses gedeutet; da 17 Sekunden zufällig auch der Zeit $S-P$ für Zürich entspricht, muss das zugehörige P_2 ungefähr mit S_1 zusammenfallen; nur bei E—W ist es ziemlich deutlich zu finden; immerhin ist der Nachweis dieser im Fall der Richtigkeit unserer Hypothese zu fordernden Phase P_2 nicht so überzeugend, wie wünschenswert wäre.

Die Erwartung, auf Diagrammen anderer Stationen (deren freundliche Mitteilung der Diagramme wir bestens verdanken) die in Chur und Zürich so ausgeprägten Maxima S_1 und S_2 mit derselben kennzeichnenden für alle Entfernungen konstanten Zeitdifferenz von ca. 17 Sekunden zu finden, ist zum Teil erfüllt worden.

Bei München ist überdies auch das fragliche P_2 als ganz ausgesprochener Einsatz auf beiden Komponenten zu finden, ebenso wie S_1 . Die Entscheidung, welcher Einsatz für die Epizentralbestimmung zu wählen war, hätte einem Beobachter schwer fallen müssen. — Nach S_1 ist auf diesen Diagrammen auch ein deutliches zweites Maximum = S_2 mit 18 Sekunden Zeitdifferenz vorhanden (die geringe Differenz P_2-P_1 von ca. 13 Sekunden kann erklärt werden dadurch, dass der Anfang vielleicht in die Minutenlücke fällt, wie schon aus andern Gründen plausibel erschien). Man kann sagen, dass das Münchener Diagramm, das in sich schwer deutbar gewesen wäre, durch unsere Annahme ganz verständlich wird. Wollte man aber in unseren Phasen P_2 und S_2 einfach Wellenzüge sehen, die dem Nicht-Isotropismus der obern Erdschichten ihre Entstehung verdanken, so würden sie (nach der Bearbeitung des süddeutschen Bebens vom 16. November 1911 durch das seismographische Bureau in Strassburg) für München dem Phasen „c“ einigermaßen entsprechen.

Was Neuchâtel betrifft, stimmt die E—W-Registrierung ziemlich befriedigend zu unserer Einteilung (auch nach den absoluten Zeiten, wenn man alles um 3 Sekunden später setzt, siehe oben). — Die N—S-Komponente ist weniger klar.

In Hohenheim (nur N—S) scheint nach dem P_1 ein P_2 an zu erwartender Stelle einigermaßen angedeutet, nicht überzeugend. Einigermaßen unter sich stimmende S_1 und S_2 werden gefunden, wenn man die schon oben erwähnte Zeitverschiebung vornimmt.

Von Strassburg liegen nur relative Zeiten vor; ausgehend vom gegebenen Anfang finden sich an den Stellen für P_1 , S_1 , S_2 ziemlich deutliche Einsätze. Daneben freilich noch andere.

* * *

Es bleibt nun noch die Frage, ob die direkten Beobachtungen im Epizentralgebiet zwei besondere Stösse in ca. 17 Sekunden Abstand bestätigen (wobei sich die Erscheinung allerdings auch durch die gewöhnliche Doppelstossbildung für jeden primären Stoss von vorneherein komplizieren musste). Diese Bestätigung lässt sich kritisch nicht erbringen, ebensowenig leider wie eine direkt beobachtete, sichere Epizentralzeit. Hingegen liegen doch eine erfreuliche Reihe genauer und kontrollierter Zeitbeobachtungen von fünf Orten vor, deren sorgfältige Reduktion wir uns angelegen sein liessen, und die wir im folgenden zusammenstellen.

Genau und kontrollierte Zeitangaben von Beobachtern.

Ort	Beobachter	d	Zeitbeobachtung		Theoret. Ankunft d. Wellen				Gespürte Phase
				korrig. Zeit	\underline{P}_1	\underline{P}_2	\underline{S}_1	\underline{S}_2	
St. Moritz	Telegraphen-Bureau (Reiser u Stoffel)	8 km	Erster Stoss, geschätzt 12 Sek. (höchstens 15) vor 2. Stoss	h m s 22 40 26					\underline{P}_1
			Zweiter Stoss, Anfang (Sehr stark, Dauer?)	22 40 38	m s 40 29	m s 40 46	m s 40 32	m s 40 49	zwischen \underline{S}_1 u. \underline{P}_2
Davos	Prof. Dorno	26	Erster Stoss, Anfang Dauer 1—2 Sek.	22 40 28	40 30	40 47	40 35	40 52	\underline{P}_1 ! und
			Zweiter Stoss, Anfang dauert bis	40 43 40 53	—	—	—	—	$(\underline{P}_2?)$, zwischen \underline{S}_1 u. \underline{P}_2 \underline{S}_2
	Telegraphen-Bureau (E. Huber)	—	Erster Stoss (wie Windstoss) Dauer 2 Sek.	40 38?	—	—	—	—	ca. \underline{S}_1
			Zweiter Stoss, Anfang Dauer 2 Sek.	40 43					$(\underline{P}_2?)$, zwischen \underline{S}_1 u. \underline{P}_2
Chur	Dir. Grünenfelder	42	Anfang Dauer?	22 40 50	—	—	—	40 50 Registr.	\underline{S}_2
Glarus	Telegraphen-Bureau (F. Zwicky)	83	Erster Stoss (schwach), gesch.	ca. 22 40 57	40 39	40 56	40 50	41 07	\underline{P}_2
			Zweiter " " "	ca. 41 01					zwischen \underline{P}_2 u. \underline{S}_2
			Dritter Stoss (stärker), Ende	41 07					\underline{S}_2
Schönengrund (Appenzell)	Hr. B. Becker	99	Anfang? Dauer?	22 41 16	40 42	40 59	40 54	41 11	\underline{S}_2

Das wesentliche Interesse dieser Tabelle ist die Möglichkeit zu beurteilen, welche Phase je nach der Entfernung und nach den Umständen vom Beobachter wahrgenommen worden ist. Damit ist auch ein lehrreicher Beitrag zur Frage der Stossrichtungsbestimmungen und ihrer Verwendbarkeit für weitere Schlüsse geleistet. Nur in zwei von fünf Fällen wurde schon die Zeit der longitudinalen Anfangswellen \underline{P}_1 erfasst. Es muss hier wenigstens diese auch zeitlich anscheinend zuverlässigste Angabe von Prof. Dorno erwähnt werden: Stoss 1 und 2 in gleicher Richtung (W—E) durch Ruhe getrennt. Erst das Ende des zweiten Stosses scheint quer zur Anfangsrichtung zu schwingen! Mit solchen zeitlich auf 1—2 Sekunden festgelegten Angaben lassen sich vielleicht Schlüsse ziehen; aber auch nur aus solchen.

Zum Schluss ist zu erwähnen der von Obering. Streng in St. Moritz ausgeführte Versuch, mit einem Gewicht und einer berussten Glasplatte ein Seismometer zu improvisieren. Leider waren in der Nacht vom 10./11. Dezember, wo es funktionsfertig wurde, die Erschütterungen schon zu schwach geworden, als dass sich Sicheres ergäbe.

Tabelle I. In der Schweiz verspürte Erdbeben. 1917.

Nr.	Monat und Tag	M., E. Zeit 0—24 h	Erschütterte Gegend und Epizentralgebiet	Grad Forel-Rossi	Grösste Ausdehnung	Zahl d. pos. Meldungen	Zahl d. neg. Meldungen	Registriert in Zürich	Bemerkungen (Charakter, Zahl der Stösse, Dauer, bes. Wirkung)
	Jan. 2.	23, 08	Herd vermutlich in Nordtirol, Kufstein. Gespürt von 1 Pers. in Davos und Aarau. (Suggestion? Durch unsere Zeitungsmeldung d. registr. Bebens.)	I	—	2	2	(R)	1 Stoss. Dauer 1 Sek. Bestätigung nicht erhältlich.
1	Jan. 18.	23, 12	Epizentrum im Vintschgau (Tirol). Gespürt im Unterengadin und im Münstertal (Intens. V). In Schlanders (Vintschgau) erreichte die Intensität den Grad VII (Risse an den Mauern, allgemeiner Schrecken)	V	85	16	8	R	1—2 Stösse. Dauer 3—5 Sek. Unterirdisches Rollen.
2	" 18.	24, 00	Nachstoss des vorangehenden. Nur von einzelnen Pers. in Schuls (Graub.) beob.	II	—	1	—	—	
3	" 28.	16, 51	Lokalbeben am Zürchersee: Meilen, Herrliberg, Horgen	IV	8	4	—	R	1 Stoss. Gemeldet erst nach auf die Registrierung hin.
	" 29.	11, 30	Bex. — A la même heure les sismographes enregistrent un tremblement de terre de Carinthie (Munkendorf, Rann) succédant au violent tremblement de terre de 9 ^h 24 ^m . d = 565 km	I	—	1	—	(R)	2 légères secousses, observées par 1 pers. Suggestion par les journaux!
	" 30.	vers 4 h	Genève. (Suggestion?) A 3 ^h 55 tremblement de terre lointain d = 9000 km. Lyss (Intens. II). [Suggestion?]	I	—	2	—	(R)	Observé par 1 pers.

Tabelle I (Fortsetzung).

Nr.	Monat und Tag	M.-E. Zeit 0—24 h	Erschütterte Gegend und Epizentralgebiet	Grad Forel-Rossi	Grösste Ausdehnung km	Zahl d. pos. Meldungen	Zahl d. neg. Meldungen	Registriert in Zürich	Bemerkungen (Charakter, Zahl der Stösse, Dauer, bes. Wirkung)
	Febr. 2.	ca. 18 ^h	Horgen (bei Zürich)	I	—	1	—	—	Von 1 Person beobachtet. Fraglich?
4	Febr. 8.	12,00	Monthey (Valais)	III	—	1	—	—	Secousse assez forte, accompagnée d'un bruit pareil à une explosion (local).
5	" 9.	8,58	Sarnen (Int. VI-VII?), Kerns, Sachseln, St. Anton, Alpnach, Gyswil. Epizentrum 1,5 km WSW v. Sarnen, im Gehren u. den Haslihäusern zwischen Sarnen u. Stalden, an d. Schwendi (n. Dr. Etlin)	VI-VII	17	4 u. Z.	2	R	1 starker Stoss, begleitet v. einem heft. Knall. Dauer 1—4 Sek. Besonders stark in Häusern m. Felsengrund. Am stärksten am Schwendiabhang: Fallen von Gegenständen. (S. auch Jahresber. 1918.)
6	" 9.	23,00	Sarnen (max. Intensit.), Kerns, Sachseln, St. Anton, Alpnach, Gyswil	III	17	1	—	—	Leichte Erschütterung ohne Geräusch.
7	" 10.	19,55	Sarnen (wie vorhergehende Angaben)	V	17	2	—	—	Stärkere Erschütterung. Krach.
8	" 11.	2,12	Reichenau	II	—	1	—	—	Leicht. — Von 1 Person beobachtet.
9	" 11.	6,20	Graubünden: Domleschg (Tomils, Int. V), Rheintal, von Chur bis Trins, Malix, Lenzerheide	V	23	12	13	—	1—2 Stösse. Dauer 2—3 Sek.
10	" 12.	3,30	Sarnen, vielleicht auch: Kerns, Sachseln, St. Anton, Alpnach, Gyswil	III	17?	1	—	—	
11	" 13.	3,11	Paspels (Domleschg)	III	—	1	—	—	Rollen.
12	" 13.	4,09	" "	III	—	1	—	—	Zittern, begleitet v. unterird. Rollen.
13	" 19.	10,09	Sarnen	IV	—	2	1	—	Stoss. Dauer 1 Sek.
14	" 22.	5,38	" "	V	—	2	—	—	Stoss. Dauer 1—2 Sek.
15	" 26.	20,55	Epizentrum in der Gegend v. Glarus. *) Gespürt im ganzen Kt. Glarus, auch noch in Vättis (St. Gallen) u. Muotatal (Schwyz). Am stärksten in Engi (Int. VI. Pers. begeben sich auf die Strasse). *) Genauer: Glarus-Mürtschenstock-Sernfthal.	VI	55	25	19	R	1 Stoss. Dauer 1—2 Sek. Explosionsartig. Knall. Gleichzeitig mit d. Stoss (vorher, n. einigen Beob.) In der Intens.-Zone V Stoss meist als Vertikal empfunden. In Mitlödi: Herunterfallen einer Wanduhr. Umfallen von Lichtern.
16	" 26.	geg. 24 ^h	Glarus	III	—	Zeitg.	—	—	
17	" 27.	2,27	Glarus und Mitlödi	III	3,5	5	—	R	
18	" 27.	4,30	Glarus	II	—	1	—	—	
19	März 13.	2 ^h 9 ^m 37 ^s	Lokalbeben in Chur	I	—	1	—	—	Registr. in Chur (schwach), v. 1 Pers. beob.
	" 27.	ca. 2 ^{1/2} h	Basel	II?	—	1	—	—	St. Wälzen, Krachen d. Wände (v. 1 Pers. b. Windstille beob.)
20	" 27.	17,42	Haupterschütterungsgebiet ca. 13 km SW v. Basel, in der Gegend des Blauen. — Gespürt in den Kantonen Basel, Solothurn u. im östl. Teil des Berner Jura	V	42	45	55	R	1—2 Stösse. Dauer 2—3 Sek. Stoss Vertik. Starkes Rollen. Siehe Uebersichtskarte 1:1000000 und Bearbeitung im Anhang mit Detailkarte.
21	" 30.	3,55	Valais: Martigny, Dorénaz, Sembrancher, Bourg-St. Pierre, Grand St. Bernard	III	38	5	2	R	1 secousse. Durée 1—2 sec. Précédée d'un roulement.
22	April 2.	4,05	Bourg-St. Pierre (Valais)	III	—	1	—	—	1 secousse. Durée 2 sec.
23	" 3.	21,45	Graubünden: Santa Maria, Valcava, Münster, Cierfs (Münstertal)	V	10	4	—	—	1 Stoss. Dauer 2 Sek.
24	" 18.	ca. 12,05	Haupterschütterungsgebiet in der Gegend 5—10 km westlich von Unterhallau (Schaffh.) bis Mettingen (Baden), Int. V. Gespürt nach Osten bis Herblingen (Schaffh.), n. Süden bis Wil (Kt. Zürich)	V	25	10	15	—	Stoss. Gleichzeitig dumpfes Rollen.
25	Mai 14.	22,27	Sarnen, Sachseln, Kerns, Hitzkirch (von 1 Pers. beobachtet)	V	10	5, Zeitg.	2	R	Stoss. Dauer ca. 2 Sek.
26	" 14.	23,17	Sarnen, Sachseln, Kerns	IV	10	5	2	—	Schwächerer Stoss.
27	Juni 4.	11,28	Basel (Dr. Th. de Q.)	II?	—	1	—	—	2 Stösse, 25 Sek. Intervall. Bestätigung nicht erhältl.
28	Juni 13.	20,03	Sarnen-Schwändi	V	—	2	—	—	Vertik. Stoss. Dauer 2 Sek.
29	" 13.	22,14	Sarnen, stärker in Kerns u. St. Anton	V	8	2	—	—	2 Stösse, 2—3 Sek. Zwischenzeit.
30	" 14.	6,00	Sarnen	II	—	1	—	—	Sehr leichter Stoss.
31	" 14.	6,21	"	V	—	2	—	—	Stoss.
32	" 20.	geg. 24 ^h	Frauenfeld, Thundorf	III	6	2, Zeitg.	—	—	Leichtes Vorbeben des folgenden.
32	" 21.	0,09	Haupterschütterungsgebiet: Westl. Bodenseegegend. Inten. Zone VI umfasst grossen Teil v. Kt. Thurgau, zwischen der Thur u. Bodensee, sowie die bad. Gegend westl. u. nördl. v. Untersee u. Ueberlingersee. Gespürt in der ganzen Nordostschweiz, auch im Kt. Basel, im Rheintal (Graub.), in Zinal und Naters (Wallis) u. Locarno (Tessin). Auch in Ebingen u. Stuttgart beobachtet.	VI	200	220, Z.	8	R	2 Stösse. Dauer 2—4 Sek. Vorher oder gleichzeitig dumpfes Rollen; manchmal wurde ein explosionsartiger Knall wahrgenommen. An vielen Orten ein vertikaler Stoss empfunden.

Tabelle I (Fortsetzung).

Nr.	Monat und Tag	M.-E. Zeit 0—24 ^h	Erschütterte Gegend und Epizentralgebiet	Grad Forel-Rossi	Grösste Ausdehnung km	Zahl d. pos. Meldungen	Zahl d. neg. Meldungen	Registriert in Zürich	Bemerkungen (Charakter, Zahl der Stösse, Dauer, bes. Wirkung)
33	Juni 21.	1, 30	Kreuzlingen, Wigoltingen, Thundorf (2 ^h ca.), Messkirch (?)	III	52?	3	—	—	Leichtes Nachbeben.
34	" 21.	11, 30 ^{ca.}	Töss (Kt. Zürich)	II-III	—	1	—	—	1 Stoss.
35	" 21.	16, 35	Brütten (Kt. Zürich)	III	—	1	—	—	Kurzes, donnerart. Geräusch. Zittern des Erdbodens (im Freien).
36	" 22.	16, 11	Sion	III	—	1	3	R	Balancement, durée 20 sec.; 3 secousses, direct. O-E.
37	" 22.	19, 24	Sarnen	IV	—	2	—	—	Starker Stoss. 2—3 Sek.
38	" 22.	19, 34	"	III	—	2	—	—	2 Stösse, leichter. Intervall 10 Sek.
39	" 22.	19, 38	"	V	—	2	—	—	Heftiger Stoss.
40	" 22.	22, 15	"	IV	—	1	—	—	Stoss, leichter.
41	" 23.	8, 58	"	IV	—	1	—	—	" "
42	" 26.	3, 00	Wallis: Visptal und Zinaltal (Zermatt, St. Niklaus, Randa, Zinal, Grimentz)	IV	90	5	1	—	1 Stoss. Dauer 5 Sek.
43	Juli 2.	10, 57	Sarnen	V	—	2	—	—	Stoss begleitet v. heft. Knall. Dauer 2 Sek.
44	" 3.	0, 45	Deitingen (b. Solothurn)	III	—	1	—	—	Dauer 2-3 Sek. Geräusch wie v. vorbeifahrendem Eisenbahnzug. (1 Pers.)
45	" 3.	11 ca.	Unter-Stammheim (Zürich)	II	—	1	—	—	Schwacher Stoss. (Von 1 Pers. beob.)
46	" 13.	6, 50	Gossau (Kt. St. Gallen)	III?	—	Zeitg.	—	—	Kurzer, heftiger Stoss.
47	" 26.	12, 43	Jongny, Corsier (Vaud), Châtel-St. Denis (Fribourg)	III	8	"	1	—	Oscillation suivie de forts grondements souterrains.
48	" 27.	7, 30	Estavayer-le-Lac	IV-V	—	2	2	—	1 secousse verticale (locale).
49	" 29.	15, 44	Mollis (Glarus)	I	—	1	—	—	Vertikal (Heben u. Sinken), deutlich. Um dieselbe Zeit Fernbeben, d = 9200 km?
	" 29.	22, 50	Biembach (Emmental)	I?	—	1	—	—	Vertik. (23 ^h 11 ^m Fernbeben, d = 9000 km).
50	Aug. 9.	8, 37	Sarnen	V	—	1 u. Z.	—	—	Stoss, Dauer 2 Sek., begl. v. unterird. Roll.
51	" 23.	23, 57	"	III	—	Zeitg.	—	—	Ziemlich starker Stoss.
52	" 24.	0, 05	"	IV	—	1 u. Z.	3	—	" " " Dauer 2—3 Sek.
53	Sept. 6.	22, 28	Epizentrum in der Gebirgsgegend zwischen Glärnisch u. Klausenpass. Gespürt am stärksten in den Kantonen Glarus u. Schwyz (Intens. V) und in den Kantonen Uri, St. Gallen, Zürich, Graubünden u. Tessin; in der Nordschweiz bis Unterhallau, Aarau und Basel	V	200	90 u. Z.	13	R	2 Stösse; Dauer ca. 3 Sek. Dumpfes Rollen vorausgehend u. begleitet. Folge des Bebens: Am 7. Sept. 4 ^h Felssturz am Bösen Faulen (in der Epizentralgegend).
54	" 6.	22, 53	Kt. Glarus, Kt. Schwyz. Auch in St. Gallen u. Seewis gespürt	III	75	17 u. Z.	—	R	Schwacher Nachstoss d. Vorangehenden.
55	" 7.	2 ca.	Altstätten (St. Gallen)	II	—	1	—	—	Von einzelnen.
56	" 24.	5, 21	Epicentre entre Yverdon et Echallens. Ressenti dans la vallée du Talent dans celle de l'Orbe et de la Thièle; aussi dans le Val de Travers	V	55	33 journ.	14	R	1 secousse; bruit sourd semblable à une explosion ou à la chute d'un corps lourd.
57	" 29.	1, 45	St. Loup près La Sarraz et Orbe (Vaud)	III	8	1	—	—	Réveillé en sursaut comme par la chute d'un corps sur le plancher.
58	" 29.	3 ca.	Graubünden: Filisur, Surava u. Alvaneu	II-III	10	3	—	—	
59	" 29.	13, 12	Graubünden: Filisur, Schmitten, Surava, Alvaneu	IV	10	4	3	R	Zittern mit unterirdischem Donner.
60	Okt. 5.	3, 13	Fribourg (La Campagnette, maison au bord de la Sarine)	III	—	1	—	—	Deux secousses; durée totale 1 sec. (local?). Réveil des habitants.
61	" 5.	3, 33	Fribourg (La Campagnette, maison au bord de la Sarine)	II	—	1	—	—	1 secousse, plus faible, ressentie par 2 pers.
62	" 6.	19, 40	Romainmôtier (Vaud)	III	—	1	—	—	Trépidation, durée 5—6 sec.; accompagnée d'un bruit sourd.
63	" 8.	23, 45	"	III	—	1 Ztg.	—	—	1 secousse.
64	" 23.	9, 45	Eigergletscher (bei Lauterbrunnen)	III	—	1	—	—	Zittern. Dumpfes, unterird. Geräusch vorausgehend. In 2 Häusern gespürt.
65	Nov. 8.	23 ca.	Basel-Augst	II?	—	1	—	—	2 Stösse.
66	Dez. 5.	23, 30	Vevey	III?	—	Zeitg.	—	—	Secousse verticale.
67	" 6.	9, 40	"	III?	—	"	—	—	
68	" 7.	13, 15	Scarl (Graubünden)	V	—	—	—	—	1 Stoss. Dauer 3 Sek.
69	" 9.	13, 50	Biasca (Tessin)	II	—	1	—	—	Zittern. Dauer 2 Sek.
70	" 9.	22, 10	La Tour-de-Peilz (Vaud)	IV	—	1	—	—	Peut-être identique au No. 74?

Tabelle I (Schluss).

Nr.	Monat und Tag		M.-E. Zeit 0-24 ^h	Erschütterte Gegend und Epizentralgebiet	Grad Fort-Rossi	Grösste Ausdehnung km	Zahl d. pos. Meldungen	Zahl d. neg. Meldungen	Registriert in Zürich	Bemerkungen (Charakter, Zahl der Stösse, Dauer, bes. Wirkung)
112	Dez.	12.	14.10	Fex, Pontresina	II-III	15	1	—	—	
113	"	12.	14.14	Fex	II	—	1	—	—	
114	"	13.	0.05	Berninahospiz	II	—	1	—	—	
115	"	13.	4.35	"	II	—	1	—	—	
116	"	13.	21.30	Fex	II	—	1	—	—	
117	"	15.	23.45	"	II	—	1	—	—	
118	"	16.	0.00	Pontresina	II	—	1	—	—	
119	"	17.	16.17	Fex	II	—	1	—	—	
120	"	17.	16.37	Pontresina	I	—	1	—	—	
121	"	17.	16.40	"	I	—	1	—	—	Schwächer.
122	"	19.	20.10	Fex	II	—	1	—	—	
123	"	19.	22.30	Fex, Poschiavo	III	25	2	—	—	
124	"	20.	12.45	Cavaglia, Berninahospiz, Fex, Maloja, Pontresina	V-IV	28	5	—	—	
125	"	21.	9.21	Berninahospiz	II	—	1	—	—	
126	"	21.	21.31	"	II	—	1	—	—	
127	"	21.	22.21	"	II	—	1	—	—	
128	"	25.	2.00	Fex	II	—	1	—	—	
129	"	26.	10.21	Oberengadin, Puschlav, Bergell (Int. IV), — In Mühlen (Oberhalbstein) Int. V.	V-IV	42	8	—	R	Erschütterung, begleitet von dumpfem Rollen.
130	"	27.	1.00	Fex	II	—	1	—	—	
131	"	31.	3.00	"	II	—	1	—	—	

Tabelle II. In Zürich registrierte Nahebeben.

Zürich 1917. Mitteleurop. Zeit; Mitternacht = 0^h; H = 604.2 m; Länge: 8° 34' 49.5" E; Breite: 47° 22' 7.2" N; Untergrund: Molassesandstein.

Nr.	Datum	Phas	M.-E. Z.	N	E	V	Periode			Amplitude			Epizentral- entfernung nach S-P	Bemerkungen
							N	E	V	N	E	V		
1	Jan. 2.	e	23.07	—	36.1	—	—	0.5	—	—	0.25	—	—	Gefühlt in Kufstein (Nordtirol), nach Verzeichnis v. Graz. Gemeldet von Aarau und Davos, keine Bestätigung erhältlich.
		IS	08	4.9	1.2	—	1.1	0.7	—	1.0	0.9	—		
		F	12	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
2	" 7.	e	3.39	30.7	—	—	—	—	—	0.2	—	—	—	Herd in Italien (nach italien. Bulletin gespürt in Ligurien). Vertik. Komp. unsichtbar.
		e	39	—	48.6	—	—	—	—	—	0.2	—	—	
		IS	49	6.9	5.7	—	1.4	1.4	—	0.7	0.7	—		
3	" 7.	e	6.01	50.9	—	—	—	—	—	0.2	—	—	—	Herd in Italien (nach ital. Bulletin gespürt in Ligurien).
		IS	02	17.6	16.6	—	—	0.6	—	0.3	0.2	—		
		F	05	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
4	" "	eP	23.11	44.9	44.3	45.5	0.6	—	—	0.1	0.1	—	182	Herd in Vintschgau (Tirol). Intens. VII in Schlanders (d = 184 km). Gspürt im Unterengadin. S makro- seism. Bericht Nr. 1. Richtiges Epizentrum zunächst durch Registrierung in Z. u. Chur bestimmt. Chur: P 23 ^h 11 ^m 27.5 ^s ; S 11 ^m 39.0 ^s , d = 90 km.
		IS	12	7.1	7.9	8.4	0.6	0.6	0.4	1.0	1.0	0.6		
		M ₁	12	12.2	10.9	—	0.8	1.6	0.8	2.4	3.5	—		
		M ₂	12	17.9	15.5	15.7	0.8	0.6	0.6	2.4	3.0	1.8		
		F	16	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
5	" 28.	e	16.50	47.8	48.2	47.8	0.6	0.6	—	0.2	0.2	0.3	14	Lokalbeben am Zürichsee. Gspürt in Meilen (d = 14 km), Herrliberg, Horgen.
		IS	50	49.6	49.5	49.7	0.6	0.6	—	1.1	4.0	0.9		
		M	50	49.9	—	—	0.9	—	—	2.4	—	—		
		F	52 ^{ca.}	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
6	" 29.	eP	9.24	16.2	13.8	—	—	—	—	0.2	0.5	—	493	Zerstörendes Beben bei Raun (Südsteiermark). Distanz 565 km. Keine Registrierung am vertikalen Apparat (plötzliche Störung).
		IS	24	30.4	30.7	—	0.9	2.0	—	0.5	3.0	—		
		IS	25	31.5	31.9	—	3.4	3.8	—	5.8	20	—		
		I	25	50.5	45.7	—	3.3	2.6	—	40	42	—		
		IM	25	59.5	41.7	—	4.9	1.5	0.7	75	55	—		
		M ₁	26	23.3	31.4	—	4.5	4.9	—	76	126	—		
		M ₂	29	—	18.8	—	—	4.4	—	—	55	—		
F	40 ^{ca.}	—	—	—	—	—	—	—	—	—				



Zürich 1917. Mitteleurop. Zeit; Mitternacht = 0^h; H = 604.2 m; Länge: 8° 34' 49.5" E; Breite: 47° 22' 7.2" N; Untergrund: Molasse

Nr.	Datum	Phase	M.-E.Z.	N	E	V	Periode			Amplitude			Epizentral- entfernung nach S-P	Bemerkungen
							N	E	V	N	E	V		
			h m	s	s	s	s	s	s	μ	μ	μ	km	
7	Jan. 29.	eP iP i S M F	11 30 30 31 32 32 41 ca.	39,3 55,8 0,5 7,8 23,0	39,3 56,5 — 7,8 10,5	— — — — —	0,7 0,7 0,9 2,7 0,7 2,5	— 2,0 — 3,3 0,7 2,2 0,7	— — — — —	0,1 0,2 1,0 2,9 11	0,5 1,5 — 4,5 12	— — — — —	564	Herd wie oben. Keine Registrierung am vertikal. Apparat (Störung).
8	Febr. 9.	e S F	8 57 57 59	48,6 50,7	48,3 50,1	49,1 51,4	— 0,9	— 0,9	— —	0,1 0,3	0,1 0,8	0,2 0,5	—	Herd bei Sarnen. Gespürt in Sarnen u. Umgebung. S. makroseism. Bericht Nr. 5. Entfernung von Zürich 58 km. Anfang der P fehlt!
9	" 22.	eP eS M F	6 00 02 03 06 ca.	49,2 19,0 —	48,3 19,8 3,9	41,8 20,7 —	— 1,5 —	— — 2,3	— — —	0,1 0,5 —	0,1 1,0 5,0	0,2 0,5 —	—	Herd in Steiermark. d = ca. 600 km. Anfang der P unsicher.
10	" 23.	e S? F	18 58 58 19 05 ca.	19,4 56,4	20,3 47,7	20,0 —	1,2 1,6	— 0,8	— —	0,4 0,7	0,4 0,5	0,5 —	—	Herd in Mittelitalien. Gespürt in Pesaro (Intens. V). Entfernung ca. 515 km.
11	" 26.	eP S F	2 11 12 17 ca.	6,1 13,6	11,4 11,8	6,3 13,6	— 0,8	0,8 1,2	— 1,3	0,1 1,0	0,2 1,3	0,3 0,9	545	Herd an der kroatischen Adriaküste.
12	" 26.	e iS F	20 55 55 57 ca.	52,5 58,8	53,6 58,6	52,2 57,9	— 1,2	0,8 0,6	— 1,1	0,2 1,2	0,5 1,3	0,3 0,5	61	Herd in der Gegend: Glarus-Mürtschenstock-Sernftal (Int. V). Int. VI in Engi. Gespürt im ganzen Kt. Glarus. S. makroseism. Ber. Nr. 15. 2 genaue u. ident. Zeitbeobachtgn. in Glarus: 20 ^h 55 ^m 40 ^s , daraus u. a. S in Zürich ergibt sich Dist. Zürich-Epiz. = 61 km. Auf Vertikal. beide Einsätze unsicher.
13	" 27.	e F	2 26 27 ca.	45,2	—	—	0,7	—	—	0,1	—	—	—	Herd wie oben. — Spur! — Gespürt in Glarus u. Mitlödi.
14	März 2.	e S F	1 24 25 28 ca.	30,5 22,2	51,4 23,2	— 22,6	— 1,6	— 0,9	— —	0,2 0,5	0,5 1,0	— 0,5	—	Gesp. im Semmeringgebiet (Grenze Nied.-Oesterr.-Steiermark), nach dem seism. Bericht v. Graz. Entfernung ca. 550 km. — Anfang der P fehlt!
15	" 13.	eP iS F	6 53 54 57 ca.	25,1 6,9	28,4 6,8	— —	— 1,5	— 0,6	— —	0,2 1,7	0,1 1,5	— —	290	Herd in Italien. Nach ital. Bulletin gespürt bei Parma (Int. V) u. am Gardasee. Vertikal. Komp. unsichtbar.
16	" 27. (Zürich)	eP iS M F	17 42 42 42 44 ca.	13,5 25,6 27,4	15,6 26,5 27,3	16,5 27,5 28,6	— — 0,6	— 0,6 0,6	— — 0,4	0,1 1,0 3,6	0,25 0,5 3,5	0,3 0,5 1,8	86	Hauptschüttergebiet ca. 13 km. S. W. v. Basel in der Gegend des Blauens. Gesp. in den Kant. Basel, Solothurn u. im Berner Jura. S. makroseism. Ber. Nr. 20. — Mikros. Epiz. ca. 8 km NW von Blauen. — 3 Zeitbeob.: Delémont (Teleph.-Bur.) 17 ^h 41 ^m 59 ^s ; Basel (Dr. Niethammer): 17 ^h 42 ^m 03 ^s ; (Hr. Mörikofer): 17 ^h 42 ^m 4,8 ^s . Das Beben wurde auch in Strassburg u. Neuchâtel registr.
	(Neuchâtel)	eP S	17 42 42	10,5 21,5	14,4 21,4	— —	— —	— —	— —	— 1,0	— 1,5	— —	68	
17	März 28.	eS F	22 40 41 1/2	36,8	36,6	—	—	—	—	0,1	1,0	—	—	Schwäb. Alb. Gespürt in Ebingen. — Auf Vertikal. nur Spuren.
18	" 30.	eS F	3 55 56 ^m 30 ^s ca.	26,9	26,2	25,6	0,8	0,8	—	0,4	0,4	0,3	—	Valais. Ressenti dans la région de Martigny et du Grand Saint-Bernard. S. makros. Bericht Nr. 21.
19	April 10.	eP e S? F	3 15 15 16 23 ca.	— 43,7 47,9	39,8 — 49,9	38,4 — —	— — 1,9	— — 1,2 0,6	— — —	— 0,2 1,0	— — 1,0	0,3 — —	558	Herd in der Umgebung von Rann (Untersteiermark). S. 29. Januar.
20	April 26.	e	10 33	56,9	54,9	55,6	—	—	—	0,1	0,1	0,2	—	Vorbeben. — Ende im folgenden Beben.
21	" 26.	eP iP i iS M F	10 37 37 38 38 38 59 ca.	15,8 39,8 9,4 31,9 48,6	17,3 39,2 7,7 22,9 51,0	16,7 — — — 57,3	1,5 2,8 0,6 1,2 5,0 0,6 2,9	— 2,1 0,6 2,9 0,5 2,5 0,6 4,2 0,5	— — — — 2,6	0,5 2,4 12 14 35	1,0 1,3 13 18 51	0,5 — — — 16	490	Zerstörendes Beben in Monterghi (Provinz Arezzo, Mittelitalien). d = ca. 485 km. Allmählicher Uebergang der P in S.
22	Mai 12.	eP i iS? F	16 35 36 37 45 ca.	45,9 — —	46,3 49,1 3,7	46,5 — —	— — —	— 0,8 0,7	— — —	— — —	0,1 1,5 1,5	0,2 — —	627	Herd in Terni (Mittelitalien). Intens. VIII. nach italienischem Bulletin.
23	" 14.	e	22 27	9,5	7,6	0,0	—	—	—	Spur!	—	Spur!	—	Gespürt in Sarnen u. Umgebung. S. makros. Ber. Nr. 25.

Zürich 1917. Mitteleurop. Zeit; Mitternacht = 0^h; H = 604.2 m; Länge: 8° 34' 49.5" E; Breite: 47° 22' 7.2" N; Untergrund: Molassesandstein.International
Seismological
Centre

Nr.	Datum	Phase	M.-E. Z.	N	E	V	Periode			Amplitude			Epizentral- entfernung nach S-P	Bemerkungen
							N	E	V	N	E	V		
			h m	s	s	s	s	s	μ	μ	μ	km		
24	Mai 19.	e eS? F	16 46 47 52 ca.	6,2 13,5	5,9 9,6	4,0 —	— 1,3	— —	0,1 0,3	0,1 0,4	0,2 —	—	Herd in Mittelitalien. Gespürt in der Provinz Perugia (nach italien. Bulletin).	
25	Juni 21.	iP iS M F	0 08 0 09 0 09 0 16 ca.	55,8 2,7 10,9	55,8 3,0 10,4	56,4 2,4 —	0,9 0,7 0,6	0,6 — —	4,1 20 32	2,5 30 40	4,6 11 —	50	Herd im Grenzgebiet am Nordwestende des Bodensees. Gespürt in der Nordostschweiz, auch in Ebingen und Stuttgart; s. makros. Ber. Nr. 32. Anfang der S in der Minutenlücke.	
26	" 22.	eP e iS F	16 11 11 11 13 ca.	28,5 — 47,4	— 42,9 47,5	27,7 — 47,5	— — 0,5	— — 0,6	0,2 — 1,0	— 0,1 2,3	0,3 — 0,5	154	Sion (local).	
27	Juli 2.	eP iS M F	22 19 19 19 22 ca.	14,6 26,9 —	14,1 26,6 28,5	15,0 26,2 —	0,4 0,5 —	— 0,6 0,8	0,1 0,7 —	0,1 0,5 3,8	0,2 0,2 —	98	Herd unbekannt.	
28	" 8.	e i M F	3 01 03 04 11 ca.	19,3 — —	19,1 50,2 4,0	19,8 — —	— — —	— 2,8 2,6	0,2 — —	0,1 2,5 3,5	0,3 — —	—	Mittelitalien (Umbrien, Abruzzen, Rom).	
29	Aug. 8.	e S? F	3 50 51 57 ca.	14,1 8,8	13,5 11,0	9,5 —	— 0,6	— 0,6 1,8	0,2 0,7	0,2 1,5	0,3 —	—	Gespürt im Semmeringgebiete (Grenze Nied.-Oesterreich-Steiermark).	
30	Sept. 6. (Zürich)	eP iS M F	22 27 27 27 34 ca.	45,5 52,7 58,1	45,5 52,5 28m 1,5	45,8 53,9 28m 3,4	0,8 1,0 —	0,6 1,2 2,7	1,1 1,3 2,7	3,3 15 35	1,8 22 82	1,8 17 22	54	Herd im Kt. Glarus. Nach den Registrierungen in Zürich, Chur, Neuchâtel u. Hohenheim Epizentrum in der Gebirgsgegend zwischen Glärnisch u. Klausenpass, Mittelpunkt etwa 5 km NW von Braunwald. — Aus Registr. Zürich: Epizentralzeit 22 ^h 27 ^m 39,4 ^s . Genaue Zeitbeobachtgn.: Glarus (Teleph.-Bur.) 1. Frl. A.: 22 ^h 27 ^m 44 ^s . 2. Hr. Oe. 22 ^h 27 ^m 40 ^s . Zürich (Dr. W.): 22 ^h 27 ^m 50 ^s . S. makroseism. Bericht Nr. 53.
	(Neuchâtel)	eP eS F	22 28 28 34 ca.	1,7? 21,5	2,6 21,6	— —	— 0,4 3,3	0,9 0,9	— —	— 8,1	0,8 3,9	— —	151	eS fällt in die Minutenlücke.
31	Sept. 6.	eP e iS F	22 53 53 53 55 ca.	3,0 — 10,4	1,1 — 10,4	— 9,8 —	0,6 — 0,4	— — 0,5	— — —	0,1 — 0,5	0,1 — 0,5	— 0,2 —	—	Nachstoss des Vorhergehenden. S. makros. Ber. Nr. 54.
32	" 24. (Zürich)	eP iS F	5 21 21 23 ca.	11,9 33,5	13,5 34,0	14,7 34,2	— 0,9	— 0,7	— —	0,1 0,5	0,1 0,5	0,5 0,5	167	Epizentrum zwischen Yverdon und Echallens (Waadt). Am stärksten im Tale des Talents (Int. V). S. makroseism. Bericht Nr. 56.
	(Neuchâtel);	eP eS F	5 20 20 22 ca.	52,5 58,4	— 57,6	— —	— —	— —	— —	1,1 1,1	— 2,3	— —	39	eS scharf bei E-W Komponente.
33	Sept. 29.	e F	13 12 13 ca.	1,2	0,4	—	0,6	0,6	—	0,2	0,2	—	—	Herd in der Gegend v. Filisur u. Alvaneu (Graubünden). d = 110 km ca. Einsatz e entspricht nicht d. Anfang des S. ist ein späterer Einsatz. S. makros. Ber. Nr. 59.
34	Nov. 5.	eP i S? iL M F	23 47 48 49 49 49 58 ca.	56,8 51,3 7,3	56,5 27,3 4,3	56,5 — — 37,2 47,3	— 1,1 1,1	— 1,7 2,0	— — —	— 1,0 2,2	— 1,3 3,3	— — —	560	Gespürt in Ancona (Intens. VI). Anfang fällt in die Minutenlücke.
35	" 13.	eP iS? F	3 17 18 24	3,4 37,6	4,4 32,1	— —	0,9 1,4	— 1,8	— —	0,1 2,4	— 1,5	— —	735	Gespürt in der Provinz Ancona (Int. V-VI).
36	" 13.	eP i F	5 42 43 48	29,2 41,1	26,5 —	— —	— 1,4	— —	— —	0,1 0,1	0,1 —	— —	—	Gespürt in der Provinz Ancona (Int. V-VI).

Registrierte Fernbeben im Jahre 1917. (Mitteleuropäische Zeit.)¹⁾

Nr. 1. 4. Januar. eL 18^h36^m52^s. — Nr. 2. 21. Januar. e 1^h01^m43^s, iS 1^h11^m27^s; Insel Bali bei Java. — Nr. 3. 30. Januar. eP 3^h57^m18^s, eS 4^h07^m20^s; Kamtschaka (sehr stark). d = 8450 km. — Nr. 4. 15. Februar. eL 3^h42^m33^s ca. (nur E-W Kompon.). — Nr. 5. 20. Februar. eP 20^h41^m23^s; eS 20^h50^m58^s. d = 8300 km. Mittelamerika. — Nr. 6. 14. März. eP 19^h16^m14^s; iS 19^h18^m32^s. d = 1300 km ca. — Nr. 7. 15. März. e 1^h27^m ca. — Nr. 8. 15. März. e 21^h44^m ca. — Nr. 9. 18. März. e 18^h43^m48^s. d = 2450 km? — Nr. 10. 18. März. e 19^h20^m56^s. — Nr. 11. 21. April. e 1^h57^m52^s; iS 2^h04^m23^s. d = 4700 km. — Nr. 12. 26. April. e 14^h17^m18^s ca. d = 1100 km? — Nr. 13. 29. April. e 13^h05^m38^s. — Nr. 14. 1. Mai. e 19^h46^m43^s; S 20^h01^m34^s ca. (sehr stark). — Nr. 15. 9. Mai. eP 17^h12^m55^s; eS 17^h23^m18^s. d = 9200 km. — Nr. 16. 14. Mai. e 23^h20^m40^s. — Nr. 17. 23. Mai. e 6^h49^m27^s. d = 2500 km ca. — Nr. 18. 31. Mai. eP 9^h59^m25^s; eS? 10^h09^m20^s. d = 8700 km (Mittelamerika). — Nr. 19. 8. Juni. e 2^h04^m20^s. — Nr. 20. 12. Juni. e 19^h44^m59^s. — Nr. 21. 13. Juni. e 8^h01^m50^s. — Nr. 22. 24. Juni. e 21^h08^m35^s. — Nr. 23. 26. Juni. e 7^h09^m20^s; S 7^h23^m ca.; über 14000 km.²⁾ Sehr stark. — Nr. 24. 4. Juli. eP 1^h51^m17^s; S 2^h02^m ca. d = 9500 km. — Nr. 25. 4. Juli. eP 6^h49^m26^s; S 7^h0^m ca. d = 9500 km. — Nr. 26. 15. Juli. eP 19^h05^m22^s; S 19^h10^m39^s ca. d = 3500 km. — Nr. 27. 15. Juli. eP 22^h28^m44^s; S 22^h34^m1^s ca. d = 3500 km. — Nr. 28. 27. Juli. e 2^h12^m16^s; S 2^h21^m9^s. Prov. Mendoza (Argentinien). — Nr. 29. 27. Juli. e 4^h09^m41^s; S 4^h17^m35^s ca. d = 6500 km? — Nr. 30. 29. Juli. e 15^h44^m48^s; S 15^h55^m08^s ca. d = 9200 km? — Nr. 31. 29. Juli. eP 23^h11^m19^s; S 23^h20^m43^s. d = 8100 km. — Nr. 32. 31. Juli. eP 1^h05^m38^s; S 1^h15^m56^s? d = 8150 km. — Nr. 33. 31. Juli. eP 4^h34^m14^s; S 4^h43^m28^s. d = 7900 km. — Nr. 34. 21. August. e 0^h5^m25^s; i 0^h9^m39^s. — Nr. 35. 30. August. eP 5^h25^m46^s; i 5^h32^m27^s; S? 5^h36^m37^s. — Nr. 36. 31. August. eP 12^h48^m46^s; S 12^h58^m55^s. d = 9000 km. Süd-Amerika (Colombia). — Nr. 37. 15. September. eP 10^h24^m48^s. d = 6000 km ca. — Nr. 38. 6. Oktober. e 5^h03^m15^s; eS 5^h06^m21^s. d = 1800 km? (Griechenland?) — Nr. 39. 6. Oktober. e 5^h49^m35^s; eS 5^h52^m14^s. d = 1500 km? — Nr. 40. 18. Oktober. e 5^h26^m38^s. d = 1000 km ca. — Nr. 41. 18. Oktober. e 20^h01^m24^s. (Gefühl an der bulg.-serb.-mazed. Grenze.) — Nr. 42. 16. November. eP 4^h39^m34^s. — Nr. 43. 28. November. eP 11^h24^m30^s. — Nr. 44. 24. Dezember. eS 10^h19^m42^s Griechenland: Lépante. d = 1500 km. — Nr. 45. 30. Dezember. e 0^h03^m28^s. Guatemala?

Anhang.

1. Das Erdbeben vom 27. März 1917, bei Basel.³⁾

Von Dr. P. A. Loos (z. Z. in Basel). (Mit einer Tafel.)

Das Beben vom 27. März verdient aus mehrfachen Gründen ein besonderes Interesse. Einmal, weil seine Hauptcharakterzüge eine gewisse Aehnlichkeit mit dem grössten katastrophalen Beben der Schweiz vom 18. Oktober 1356 nicht verkennen lassen; und zum andern, weil die erzielten Ergebnisse, wenn auch späterer Nachprüfung bedürftig, mit den geologisch-tektonischen Verhältnissen in enger Beziehung zu stehen scheinen.

Das in Frage stehende Schüttergebiet lässt sich nicht ohne weiteres nach dem allgemeinen Schema, welches wir von anderen Orten her kennen, behandeln. Wollten wir z. B. die Isoseisten konstruieren, so würden wir in diesem Falle ein ganz falsches Bild von der Naturerscheinung erhalten. Ein Blick auf die beigegebene Kartenskizze lässt unmittelbar erkennen, dass das Schüttergebiet von Basel und Umgebung aus einem System langer schmaler Schütterstreifen besteht, welche zwischen sich nicht erschütterte Flächen (Schollen) einschliessen. Die Schütterstreifen oder Schütterlinien lassen sich in zwei Hauptgruppen einteilen, wobei einesteils die geographische Orientierung, andernteils die vorherrschende Stossrichtung als unterscheidende Merkmale massgebend sind. Die erste Gruppe von Schütterlinien verläuft im allgemeinen zwischen S-N und SW-NE, und die auf ihnen vorherrschende Richtung der Bewegungen äussert sich in demselben Sinne. Die zweite Gruppe von Schütterlinien steht fast rechtwinkelig zu den Linien der ersten Gruppe, und auch die Stossrichtung ist meist nahezu W-E oder E-W. Die Schütterlinien der ersten Gruppe stehen mit der Einsenkung des Rheintalgrabens in gewissem ursächlichem Zusammenhange, wir nennen sie daher Rheintalische Schütterlinien; diejenigen der zweiten Gruppe dagegen scheinen ihren Ursprung der Auffaltung des Juras, speziell der Blauen- und Flügen-Kette zu verdanken, weshalb sie Jura-Schütterlinien genannt werden mögen. Ausser diesen beiden lässt sich noch eine dritte Gruppe von Schütterlinien erkennen, welche ihrer untergeordneten Bedeutung halber als Neben-Schütterlinien bezeichnet werden sollen.

I. Gruppe: Die Rheintalischen Schütterlinien

sind es, welche am meisten unser Interesse fesseln. Auf Schweizergebiet lassen sich fünf derselben mehr oder weniger bestimmt feststellen, welche sämtlich westlich von der Rheintalflexur liegen, da sich der Tafeljura an den Erschütterungen des 27. März 1917 wahrnehmbar nicht beteiligt hat. Die erste Rheintalische Schütterlinie, östlich beginnend, findet sich auf dem linken Birsufer, dicht am Fusse des Ostabhanges des Bruderholzrückens, und zwar

¹⁾ Angabe der Sekunden nur bei den ganz oder einigermaßen sichern Einsätzen. — ²⁾ N. Untersuchung v. Mack (Hohenheim) 16700 km (Tonga J.).

³⁾ Bemerkung des Erdbebendienstes: Zu dieser Abhandlung und der von Herrn Loos beigegebenen, von uns umgezeichneten und von 1:25000 auf 1:100000 reduzierten Tafel III ist auch zu vergleichen die Tabelle, sowie das Uebersichtskärtchen des Erdbebendienstes 1:1000000 auf Tafel II. Die vom Verfasser gefundene östliche Begrenzung an der tektonischen Birslinie findet dort, mit einigen Ausnahmen, ihre Bestätigung; ebenso die Bestimmung des Blauen als Gegend stärkster Erschütterung auf schweizerischem Gebiet; uns schien s. Z. beim Fehlen von Nachrichten jenseits der Grenze nach unserem Material eine gewisse Unsicherheit zu bleiben, ob das Epizentrum nicht auch etwas nordwestlicher liegen könnte. — Wenn bei irgend einem Fall und in irgend einer Gegend für schweizerische Erdbeben die delikaten seismotektonischen Gesichtspunkte angewendet werden konnten, so war es gewiss hier. Es ist um so erfreulicher, dass sich ein mit diesen Gedankengängen vertrauter Bearbeiter an Ort und Stelle und zu der umfassenden Begehung und Bearbeitung aus eigener Initiative bereit fand und die Erforschung unserer Erdbeben auch durch Anhaltspunkte für künftige Fälle in der vorliegenden Weise bereichert hat.

erstreckt sie sich nachweisbar von den westlichsten Häusern des Dorfes Rainach (zum Rebgarten) (R)¹⁾ über den Galgenrain nach dem Galgenrain, wo der Weg nach Klosterfichten von der Reinacher Strasse abzweigt (Gärtnerlei) (G). Ob diese Linie sich noch weiter nach N fortsetzt, ob die in Basel, Sonnenweg Nr. 16, annotierte, scheinbar ganz isolierte Beobachtung noch in die Birstal-Linie fällt, hat sich nicht nachweisen lassen. Zu beiden Seiten dieser Linie, aber besonders östlich derselben liegen ziemlich viele Bauernhöfe und ganze Arbeiterquartiere, welche von Erschütterungen nicht berührt wurden, was auf eine sehr enge Begrenzung des Schütterstreifens der Breite nach schliessen lässt — der Name Schütterlinie ist daher wohl berechtigt. Die Stossrichtung wurde übereinstimmend als nahezu SN erkannt, und die Intensität der Bewegung erreichte den Grad III.

Von der Birstallinie nach W überschreiten wir die neutrale Zone des Bruderholzrückens, um nahe dem Fusse am Westabhange desselben auf die zweite, ausgeprägteste und wichtigste der Rheintalischen Schütterlinien zu stossen. Da diese sich eng an das Birsigtal anschliesst, wollen wir sie als Birsigtal-Schütterlinie bezeichnen. Sie folgt von Therwil (Th) aus nach N der Birsigtalsole, erweitert sich bei Oberwil (O) bedeutend nach W und NW bis zum Neuhof und der Ziegelei, bricht dann im nördlichen Teile des Dorfes Oberwil plötzlich ab und ist nur noch auf dem rechten Birsigufere wahrnehmbar. Von da aus ist die Schütterlinie ohne Unterbrechung die Basler Strasse entlang bis kurz über Bottminger Mühle (B M) hinaus flussabwärts zu verfolgen. Nur an einer Stelle, nämlich am Bottminger Schloss erweitert sich die Schütterlinie spornartig wiederum nach W, wo ihre Wirkung in der Villa Sonnenberg mit Stärkegrad IV festgestellt werden konnte. Unterhalb Bottminger Mühle verlässt die Birsiglinie die Talsole ganz, um sich am Westabhange des Bruderholzrückens hinanzuziehen und am Gottesacker Binningen, etwa 200 m vor der St. Margarethenkirche, zu erlöschen. Sehr merkwürdig ist das Auftreten von zwei kleinen, scheinbar isolierten Schütterlinien auf dem linken Birsigufere innerhalb des Dorfes Binningen (B). Das eine, mehr südlich gelegene Schüttergebiet wurde in der Amerikanerstrasse, das andere im Winkel, welchen die Hauptstrasse, Hohle Gasse und Obere Holestrasse (H) bilden, festgestellt. An dem letzteren Orte ist eine sehr bemerkenswerte lokale Störung der Hochterrassenschotter mit darüber anstehendem Löss sichtbar.

Zwischen der Hauptschütterlinie auf dem rechten, erhöhten Birsigufere einerseits und den beiden vorerwähnten kleinen isolierten Schüttergebieten des linken Birsigufere andererseits liegt eine *Neutrale Zone*, welche sismologisch wie geologisch von hohem Interesse ist. Dasselbst findet sich auf ziemlich lange Strecke in der Birsigtalsole der hier unter 16—17° gegen NNE einfallende Septarienton aufgeschlossen.

Es sei mir gestattet, an dieser Stelle eine Bemerkung zur Erklärung der ganz auffälligen neutralen Zone einzuschalten. Durch langjährige Beobachtungen in Mendoza (Argentinien) habe ich feststellen können, dass die Wirkung der Hauptphase angehörenden Erdbebenwellen auf nicht horizontal gelagerte Schichtenkomplexe sehr verschieden sein kann je nach der Richtung, unter welcher die Wellen den Schichtenkomplex treffen. Nach meinen Erfahrungen tritt ein Maximum des Effektes da, wo der Stoss unter rechtem Winkel zur Streichrichtung erfolgt und die Schichten nach der Seite hin einfallen, von welcher die Bewegung ausgeht. Ist das Fallen des Schichtenkomplexes dagegen dem ersteren entgegengesetzt, wie dies z. B. bei normal aufgefalteten Gebirgszügen der Fall ist, so reduziert sich die Intensität der Erschütterung auf ein Minimum. Die sedimentären Schichtenkomplexe spielen dann die Rolle eines Prellbocks — es wird ein Erdbebenschatten erzeugt. Ein solcher Erdbebenschatten scheint tatsächlich im tief gelegenen Teile des Dorfes Binningen zu existieren; er erstreckt sich von der Haltestelle Binningen bis zur Heuwage in Basel. Dass diese vorerwähnte „Neutrale Zone“ bereits während des grossen Basler Erdbebens von 1356 eine Rolle gespielt hat, geht aus folgendem hervor. D. A. Fechter schreibt hierüber in seiner Topographie von Basel (1856) wörtlich: „Die Verheerungen in Basel waren so gross, dass man, wie Schodeler erzählt, mit dem Gedanken umging, die Stadt an einem andern Orte, auf dem Felde unterhalb St. Margarethen wieder aufzubauen. Aber bei uns gab das „hic manebimus optime!“ den Ausschlag. Auf der alten Stelle erhob sich aus den Trümmern bald ein neues Basel.“

Unsere sismologische Wanderung führt uns, nachdem wir die neutrale Zone von St. Margarethen überschritten haben, in das Schüttergebiet der Stadt Basel selbst. In der Steinenvorstadt, ganz in der Nähe des 1356 zerstörten Steinenklosters finden wir die ersten Spuren des Bebens vom 27. März 1917, und je weiter wir nach NE vorwärtsschreiten, desto zahlreicher werden die Bebennachrichten, und um so präziser werden die Beobachtungen. In der Handelsbank, auf der Post, dem Rathause, bis hinauf zum Münsterplatz wurden die Wirkungen des Bebens deutlich verspürt. Am Rhein angelangt, sehen wir das Schüttergebiet sich verbreitern, indem sich ein schmaler langer Streifen den Mühlberg und St. Alban-Rheinweg entlang zieht, welcher in der Nähe des St. Albanklosters (A) allmählich ausklingt. Auf der Kleinbasler Rheinseite konnten nur an vier Punkten positive Beobachtungen festgestellt werden, von denen drei in unmittelbarer Nähe des Rheins liegen und demnach zum Grossbasler Schüttergebiet gehören. Die vierte Beobachtung stammt aus der Nähe des alten Badischen Bahnhofs und ist bei der Nachprüfung durch keine andere Beobachtung gestützt worden. Die Birsigtal-Schütterlinie endigt somit am Rheinknie, nachdem sie sich auf beiden Rheinufern, gegenüber dem Grenzacher Horn, etwas in die Breite gezogen hat. Die übrigen Rheintalischen Schütterlinien überschreiten den Rhein nicht mehr, sondern erlöschen schon auf dem linksseitigen Ufer. Was die Intensitätsverhältnisse der sismischen Bewegung

¹⁾ Die Buchstaben beziehen sich auf die Karte.

innerhalb der Birsigtallinie anbelangt, so lässt sich feststellen, dass die Stärkegrade sehr variieren. In Therwil Stärkegrad III, steigert sich darauf in Oberwil auf IV und in der Nähe der Kirche sogar auf V, um dann am linken Birsigufer, d. h. im nördlichen Teile des Dorfes plötzlich abzurechnen. Auf dem rechten Ufer dagegen erhält sich die Intensität mit Grad III, wächst in Bottmingen wieder auf Grad IV und endigt, allmählich schwächer werdend, mit II auf der Höhe nahe der Kirche Binningen.

Die vorherrschende Richtung der Bewegung ist parallel dem Birsigtal, was daraus hervorgeht, dass der grösste Teil der Beobachter ein deutliches unterirdisches Rollen flussabwärts konstatierte. Zugleich wurde aber auch an gewissen Stellen eine deutliche W-E-Richtung erkannt und zwar hauptsächlich da, wo die Schütterlinie nach Westen hin sich erweitert.

Die dritte Rheintalische Schütterlinie verläuft westlich der Birsiglinie vom Paradieshof (P) nach NE, kreuzt beim Hause Nr. 29 die Obere Rebasse, steigt darauf von der Höhe herab zur Niederterrasse des Rheintales, nahe Neubad, und durchquert die Gärtnerei Bertsch, wo die Intensität der Bewegung den Grad IV erreichte. Nach NE weiterschreitend, erweitert sich der Schütterstreifen zwischen Bundesplatz, Wielandplatz, Schützenmattstrasse und Socinstrasse, wendet sich dann nach dem Rosshof und Petersplatz und erlöscht nahe dem Bürgerspital (B), wo die Bewegung noch von wenigen bettlägerigen Kranken schwach wahrgenommen wurde. Den Rhein hat sie nachweisbar nicht mehr überschritten. Die Stossrichtung auf der Paradieshof-Neubadlinie ist nach übereinstimmenden Beobachtungen als SW-NE erkannt worden. Die Intensität war im Paradieshof Grad III, erreichte ihr Maximum in der Gärtnerei Bertsch (IV), flaute dann wieder ab, um dann im Bürgerspital auf II herabzusinken.

Einer kleinen, aber dennoch recht wirksamen Schütterlinie sei hier noch Erwähnung getan. Sie wurde festgestellt in der Paradies-Ziegelei mit Grad III-IV (das Wasser eines 16 m tiefen Brunnens färbte sich infolge der Erschütterung rot), von wo aus sie sich in nordöstlicher Richtung nach dem Steinbühl (S) hinzieht, die Ortschaft Neu-Allschwil jedoch nicht mehr erreicht.

Die vierte grosse Rheintalische Schütterlinie erstreckt sich hauptsächlich zwischen Allschwil (A) und dem nordwestlichen Teil des Basler Stadtgebiets, wir bezeichnen sie kurz als Allschwilerlinie. Ueber den südwestlichen Teil dieser Linie sind die Beobachtungen leider ziemlich mangelhaft, einesteils, weil die Region wenig bewohnt ist, und andernteils, weil ein Teilstück jenseits der Schweizergrenze liegt und deshalb nicht begangen werden konnte. Mittelbar konnte in Erfahrung gebracht werden, dass das Beben vom 27. März 1917 in Neuweiler i. E. (Nw) deutlich verspürt worden war; ferner wurde mir von zwei Seiten durch Bauern, welche in der Nähe des Mühlebaches mit Feldarbeit beschäftigt waren, versichert, dass sie das Beben dort wahrgenommen hatten. Bestimmtere Nachrichten liegen erst vom Dorfe Allschwil selbst vor. Hier wurde das Beben im Zentrum des Dorfes mit Grad III von mehreren Personen beobachtet. Im Zollhaus wurde die Richtung der Bewegung SW-NE klar erkannt. Obwohl zwischen Allschwil und dem Gute Neuhoof (N) (Basel-NW) keine Beobachtungen vorliegen infolge mangels an menschlichen Niederlassungen, so kann doch angenommen werden, dass das ausgesprochene Schüttergebiet von Basel NW (Neuhoof, Markkircher-, Hegenheimer-, Kannenfeldstrasse) die Fortsetzung der Allschwillinie ist. Interessant bleibt jedenfalls, dass zwischen dem nördlichsten Ausläufer der Paradieshof-Neubadlinie und dem vorerwähnten Schüttergebiet, innerhalb des Basler Stadtgebiets, eine neutrale Zone von über 1 km Breite liegt. In Basel NW trat das Beben ebenso wie in Allschwil mit Grad III auf; auch die im Neuhoof beobachtete Richtung stimmt gut mit der im Zollhaus Allschwil festgestellten überein.

Wir gelangen nun zur letzten, fünften Rheintalischen Schütterlinie auf Schweizerboden, der Schönenbuch-Lorzbachlinie (L). Sie konnte zwar nur auf 1 km Länge begangen werden; es besteht aber kaum ein Zweifel, dass sie sich sowohl nach SW als auch nach NE auf Elsässerboden weiter ausdehnt. Eine Verbindung mit der Allschwilerlinie besteht auf Schweizergebiet nicht, denn der zwischen Allschwil und Schönenbuch gelegene Ort Ziegelhütte (Z) wurde vom Beben am 27. März 1917 nicht berührt, obwohl die Intensität in der nur 400 m davon entfernten Lorzbachmühle noch Grad III betrug. In Schönenbuch wurden zwei Richtungen der Bewegung beobachtet, und zwar SE-NW und SW-NE, während in der Lorzbachmühle nur ein schweres unterirdisches Rollen talabwärts, also SW-NE wahrgenommen wurde.

II. Gruppe: Jura-Schütterlinien.

Die nördlichste dieser Schütterlinien konnte nachgewiesen werden von den östlichsten Häusern des Dorfes Benken (B) über Biel bis Therwil, wo sie mit der Südspitze der Birsiglinie sich berührt und endet. In Biel, dicht am Birsiglauf, erreichte die Intensität den Grad IV, wogegen in Therwil nur noch der Grad III festgestellt werden konnte. In den Bruderholzrücken hinein setzt sich die Linie bestimmt nicht fort, denn in den an der Strasse Therwil-Reinach gelegenen Häusern wurde keine Spur von Erschütterungen wahrgenommen.

Weiter südlich der ersten läuft eine zweite Jura-Schütterlinie in gleicher Richtung WNW-ESE; sie erstreckt sich von Flühen (F) über Bättwil und Witterswil nach Ettingen, nimmt also den Nordfuss der Flühenkette ein. Auch auf ihr liegt das Maximum der Intensität, Grad IV, nahe dem Westende der Linie, in Flühen. In Bättwil vermindert sich die Intensität auf III und in Witterswil sogar auf II, um in Ettingen wieder bis III anzusteigen. In der östlichen Verlängerung dieser Linie liegen die Höfe Schürhof (Sch) und Schlatthof, welche von wahrnehmbaren Erschütterungen während des Bebens nicht betroffen wurden, trotz ihrer grossen Nähe zur Blauenkette. Erst weiter östlich, d. h. nach Ueber-

schreitung der Bruderholztal gelangen wir in ein neues isoliertes Schüttergebiet, welches sich von Neu-Aesch aus über die Birs nach den südlichsten Häusern von Oberdornach zieht. In Neu-Aesch war die Intensität III, in Oberdornach (D) sogar IV. Ob zwischen der Flühen-Ettingerlinie einerseits und der von Neu-Aesch-Oberdornach andererseits ein Zusammenhang, vielleicht mit Bezug auf die mesozoische Unterlage, besteht, konnte nicht nachgewiesen werden; dagegen darf angenommen werden, dass die darüber liegende tertiäre Sedimenttafel von einer eventuellen Störung nicht berührt wurde.

Eine dritte Jura-Schütterlinie geht vom Epizentralgebiet (Balmisried-Hofstetten) selbst aus; sie zieht sich über Gut Rotburg und Metzerlen nach Burg. Zu Hofstetten (H) war die Intensität V, in Rotburg IV, flaute dann auf II—III ab in Metzerlen und erreichte neuerdings Grad IV im Dorfe Burg (B). Was die Richtung der Bewegung anbelangt, so wurden zwar in Metzerlen und Rotburg W—E angenommen, jedoch konnte bei der Nachprüfung nicht bestimmt festgestellt werden, ob der erste Anstoss von Osten oder von Westen ausgegangen war; dagegen geben die in Burg gesammelten Beobachtungen übereinstimmend den Osten als Ausgangspunkt der Bewegung an. Das Beben vom 27. März 1917 hatte sich in Burg so geäußert, als wenn von Metzerlen her ein schweres Lastauto sich bewege, welches den Boden so heftig erzittern liess, dass die Bewohner bestürzt auf die Strasse eilten.

Epizentralgebiet.

Gehen wir nun zur Feststellung des Epizentralgebiets selbst über. Der zur Verfügung stehende Raum gestattet nicht alle einschlägigen Einzelbeobachtungen hier aufzuzählen, weshalb wir uns darauf beschränken müssen, nur die wichtigsten anzudeuten. Die Beobachtung von Burg wurde bereits erwähnt. In Mariastein beobachtete Pfarrer Tresch deutlich einen explosionsartigen Knall, als wenn eine schwere Masse zu Boden gestürzt wäre, und fast gleichzeitig ein starkes Geräusch, welches von ESE über das Tal zu kommen schien. Darauf setzte sich der Boden in schaukelnde Bewegung in der Richtung SSW—NNE. In der Rolladenfabrik, am Fusse der steilen Felswand, auf der das Kloster Mariastein erbaut ist, wurde ein junger Bursche, welcher auf der Kunst ausgestreckt lag, durch den ersten starken Stoss beinahe nach Osten hin abgeworfen. In Hofstetten war während des Bebens ein Teil der Gemeinde zur Abendandacht in der Kirche versammelt. Der Pfarrer berichtet, dass die Bänke in der Richtung der Längsachse des Kirchenschiffes, also W—E, schaukelten, wobei ein Getöse vernommen wurde, als wenn ein schwerer Eisenbahnzug sich unter der Kirche bewegte. Die Erschütterung war so heftig, dass das Kirchendach in allen Fugen krachte und zusammenzustürzen drohte. In den Ortschaften südlich des Blauen-Kammes wurde das Beben, als von Norden her kommend, beobachtet, so z. B. in Röschenz, Dittingen, Dorf Blauen und Zwingen. Die Intensität erreichte an den drei zuerst genannten Orten den Grad IV, in Zwingen Grad III, und weiter östlich, in Klein-Blauen nur Grad II. In Klein-Blauen war eine bestimmte Richtung nicht mehr festzustellen; dagegen herrschte weiter nach Osten, in Nenzlingen, die Richtung W—E vor.

Tragen wir die an den verschiedenen, um das Blauengebiet herum gelegenen Orten festgestellten Hauptrichtungen auf der Karte ein, so werden wir erkennen, dass die Richtungslinien in einer Zone zusammenlaufen, welche zwischen den beiden Kammlinien der Blauen- und der Flühenkette gelegen ist. Ein Blick auf die geologische Karte der Schweiz, Blatt Nr. 49, lehrt uns, dass wir dadurch auf eine geologisch sehr interessante Gegend geführt werden; denn nördlich der Blauenkette bei Balmisried befindet sich eine Verwerfung, und ihr schliesst sich ein von W nach E gestreckter Scheitelbruch des Blauengewölbes an, welche beide den Südrand der Hofstettener Mulde bilden. Am Nordrande derselben Mulde begegnen wir einer zweiten, der Hofstettener Verwerfung, so dass der Ausgangspunkt der Bewegung, welchen wir als Epizentralgebiet bezeichnen, zwischen zwei ausgesprochenen Schichtstörungen fällt.

Es wurde bereits angedeutet, dass zwischen dem Beben vom 27. März 1917 und dem grossen Basler Erdbeben von 1356 eine gewisse Analogie zu bestehen scheint. Christ. Wurstisen schreibt 1580: „Es vergingen durch dieses Erdbeben auf vier Meilen Wegs um die Stadt Basel, sonderlich am Blauwen und umb das Gebirg Juram 34 namhafter Bürgen und Schlösser“. Die heute noch sichtbaren Risse am Unterbau des Basler Münsters sind deutliche Beweise dafür, dass das grosse Beben von 1356, welches sie erzeugte, vom unteren Birsigtale her kam. Das Abstürzen des Standbildes des St. Georg infolge des Bebens vom 1. Juni 1372 und die mehrfachen Zerstörungen der Pfalz durch Beben, so z. B. 1346 und 1502, deuten auf die gleiche Richtung und wahrscheinlich den gleichen Ursprung hin. Ich bin daher geneigt anzunehmen, dass der Blauen und speziell die Hofstettener Mulde das habituelle Epizentralgebiet der Basler Erdbeben darstellt; dass die geodynamischen Kräfte, welche die Verwerfungen von Balmisried und Hofstetten erzeugt haben, für den grösseren Teil der Basel heimsuchenden sismischen Bewegungen verantwortlich zu machen sind.

III. Gruppe: Neben-Schütterlinien.

Die für Basel und seine Umgebung wichtigsten Linien aus dieser Gruppe sind die Gundeldingerlinie, die Holeelinie und das kleine Schüttergebiet im Winkel, welchen die Binniger Hauptstrasse mit der Hohlen Gasse bildet. Die erste dieser Linien (Gu) verläuft im Gundeldingerquartier in der Richtung SE—NW, fast parallel der Strasse gleichen Namens, und bildet somit den Abschluss des Bruderholzrückens nach N hin. Sie ist nur auf dem Niveau der Niederterrasse nachweisbar, steigt also nicht zur Mittel- und Hochterrasse hinan. Die Intensität, mit der das Beben vom 27. März 1917 hier auftrat, überschreitet kaum den Grad II; eine bestimmte Richtung konnte nicht festgestellt werden. Die Länge der Linie beträgt etwa $1\frac{1}{2}$ km.

Ganz ähnlich wie die Gundeldingerlinie verhält sich die kurze Schütterlinie der Oberen Holeestrasse, nur mit dem Unterschiede, dass dort die Intensität der Bewegung den Grad III erreichte und etwa 10 m über der Niederterrasse des Rheintales liegt. Bemerkenswert ist, dass die drei unter der Oberen Holeestrasse, also auf der Niederterrasse selbst liegenden und der ersteren parallel laufenden Strassen — Mittlere Holeestrasse, Dorrenbachstrasse und die Holeestrasse auf der Basler Seite des Dorrenbaches — vom Beben des 27. März 1917 wahrnehmbar nicht berührt wurden.

Die dritte Neben-Schütterlinie erstreckt sich von Flühen aus die Talmatten hinan über Flühenmühle und die Rolladenfabrik, zieht also dem Fusse der Felswand entlang, auf welcher Mariastein liegt. Obwohl die Intensität der Bewegung hier den Grad IV erreichte, scheint diese Schütterlinie nach SW hin nur geringe Ausdehnung zu haben, denn in dem Hause, welches am oberen, d. h. südlichsten Ende des Talweges steht, ist das Beben vom 27. März 1917 nicht mehr wahrgenommen worden. Ebensowenig ist dies der Fall im Rotlandhofe, der nahe dem Höhenwege von Flühen nach Mariastein gelegen ist. Ueber die Natur dieser Neben-Schütterlinie kann bis jetzt Bestimmtes nicht gesagt werden.

Wahrscheinliche Entstehungsursachen der Rheintalischen Schütterlinien.

Schon bei oberflächlicher Betrachtung der Kartenskizze fällt es auf, dass die Rheintalischen Schütterlinien meist an Wasserläufe gebunden sind, die dem Rheinknie in Basel zustreben; es liegt daher die Annahme nahe — und sie wurde mir sogar von kompetenter Seite entgegengehalten —, dass die Erosionstäler infolge Abtragung des Lösses und der Hochterrassenschotter bis hinab zur tertiären maritimen Sedimenttafel günstigere Bedingungen für die Fortpflanzung der Erdbebenwellen darbieten als der Höhenrücken des Basler Hügellandes — mit andern Worten: dass die Erosion die Entstehungsursache der Rheintalischen, sowie der übrigen Schütterlinien sei. Da diese Frage von grundsätzlicher Bedeutung ist, habe ich an den wichtigsten Beobachtungspunkten möglichst genaue Nachprüfungen vorgenommen, deren Resultat im folgenden dargelegt werden soll. Vergegenwärtigen wir uns zuerst die geologische Unterlage des von den Rheintalischen Schütterlinien durchzogenen Gebietes. Nach A. Gutzwiller ist die Grundlage des Hügellandes im Süden und Südwesten von Basel, vom Rhein bis an den Jura, das Oligocaen, und speziell der Septarienton mit dem darüber anstehenden Cyrenen-Mergel. Der für unsere Untersuchung wichtigste Teil dieses Hügellandes ist der Bruderholzrücken. Er stellt eine Scholle dar, deren tertiäre Unterlage, insbesondere die Schicht der *Ostrea cyathula*, unter einem Winkel von nahezu 4° vom Birsigtale nach dem Birstale, oder genauer, in ost-nord-östlicher Richtung sich senkt. Obwohl die *Ostrea*-Schicht in ihrer ganzen Ausdehnung im Bereiche des Bruderholzes, bezüglich ihrer Neigung, grosse Regelmässigkeit zeigt, so stellen sich dennoch an mehreren Stellen des Schollenrandes Störungen ein, welche in sismologischer Hinsicht eine grosse Rolle zu spielen scheinen. A. Gutzwiller sagt in seiner Arbeit: Beiträge zur Kenntnis der Tertiärbildung der Umgegend von Basel: „In der Nähe der Stadt Basel und in ihr selbst scheint die Lage (des Oligocaens) etwas gestört zu sein, indem am Birsig bei Binningen die Schichten (Septarientone) mit $16-17^\circ$ gegen NNE einfallen, während sie innerhalb der Stadt bei der Turnhalle (Steinenvorstadt), sowie am Rhein auf der Kleinbasler Seite mit 15° ESE einfallen“. Auch im Holee (Binningen) zeigen die Blauen Letten stark veränderte Lagerung, und in der Hohlen Gasse, wenige hundert Meter davon entfernt, sind sogar die Hochterrassenschotter mit dem darüber anstehenden Löss unter nahezu 30° nach NW geneigt — ein Umstand, welcher auf Störungen ganz jungen geologischen Alters schliessen lässt. Ferner zeigt sich eine Schichtenstörung in der Binninger Sandgrube (rechtes Birsigufer, Waldeckweg Nr. 27), wo die dort zutage tretenden tertiären Sande und Sandsteine der Molasse alsacienne unter etwa 12° nach E geneigt sind. Etwas weiter südlich, im Bottminger Gemeindeholz, zitiert Gutzwiller einen analogen Fall.

Der Ostrand des Bruderholzes ist weniger reich an nachweisbaren Schichtenstörungen, aber sie fehlen auch dort nicht. Bei Münchenstein fallen die Tüllinger Kalke unter 5° gegen Osten; dagegen ist der Neigungswinkel der Molasse alsacienne bei Dornachbrügg bereits 10° , und derjenige der Tüllinger Kalke am Fleischbach sogar $14-15^\circ$ nach E. Die Thatsache, dass (nach Gutzwiller) auf der rechten Birstalseite, in der Nähe der Reichensteiner Schlossruine die Ostreaschicht auf 380 m Höhe mit starkem Fallen nach W wieder zutage tritt und in Uebereinstimmung damit bei Dornachbrügg 100 m tiefer ansteht, beweist, dass die tertiäre Sedimenttafel, welche sich in ihrer ursprünglichen horizontalen Lage vom Elsass bis zum Flexurrande des Tafeljura erstreckte, parallel zur Rheintalflexur eine Knickung erlitt, in welche später die Birs ihr Bett eingrub. Die Birs konnte ihr Zerstörungswerk um so leichter durchführen, als an der Knickungsstelle wahrscheinlich die mürben, wenig widerstandsfähigen Sande und Sandsteine der Molasse alsacienne brachen und dadurch dem Wasser günstige Angriffspunkte darboten. Was die Entstehung des Westrandes der Bruderholzscholle anbetrifft, so liegen dort die Verhältnisse etwas komplizierter; aber dennoch lässt sich mit grosser Wahrscheinlichkeit annehmen, dass das Absinken der Sedimenttafel nach Osten seinen Einfluss auch nach Westen hin geltend machen musste. Die ursprünglich horizontale Tertiär-Tafel erlitt durch das Einsinken nach dem Flexurrande zu eine Oberflächenvergrösserung, welche zerrend auf den westlich gelegenen Teil der Tafel wirken und Spannungen erzeugen musste, welche eine Tendenz zum Bersten im Sinne der Birstalsenkung in sich schlossen. Hierzu gesellt sich ein neuer Faktor — die Aufwölbung der Blauen- und Flühenkette. Mit der Blauen- und Flühenkette wurde auch der nach N sich anschliessende Teil der Oberrheinischen Tiefebene gehoben; aber die geodynamischen Kräfte wirkten nicht nur in vertikalem, sondern auch in horizontalem Sinne. Die durch alpinen Druck aufgestauten Gebirgsmassen erzeugten ihrerseits wiederum einen

Tangentialschub innerhalb der Oberrheinischen Tiefebene, dessen Hauptrichtung rechtwinkelig auf der Streichrichtung der am meisten nach N vorgeschobenen Gebirgskette, der Flühenkette steht. Infolge dieses in der Richtung SSW-NNE wirkenden Tangentialschubes wurde die oligocaene Sedimenttafel der Oberrheinischen Tiefebene seit dem Ende des Miocaens, d. h. seit dem Beginn der Auffaltung des Blauens, mehr und mehr nach NNE gedrängt, wo sie auf einen unüberwindlichen Widerstand stossen musste — auf den Muschelkalk-Klotz des Dinkelberges. Somit war das Basler Hügelland zwischen einen Schraubstock geraten, dessen bewegliche Backe die Flühen- resp. Blauenkette und dessen unbewegliche das Grenzacher Horn darstellt. Ein Ausweichen nach Osten war ausgeschlossen, da der Tafeljura mit der ihn nach Westen zu abschliessenden Rheintalflexur dem sich widersetzte; es blieb daher nur eine Möglichkeit, und zwar die, dass die Sedimenttafel in Schollen zerbarst, welche sich je nach ihrer Lage den Druckverhältnissen anpassten. Diesem Anpassungsprozess kam ein Vorgang zu Hülfe, welcher zwar schon am Anfang des Oligocaens begann, aber noch durch das ganze Diluvium hindurch wirksam war, wie am Schlusse dieser Arbeit gezeigt werden soll — ich meine das stetige Einsinken des Rheintalgrabens. Hierdurch war die Möglichkeit eines Ausweichens des S-N-Tangentialschubes nach Westen gegeben, und es traten ähnliche Vorbedingungen ein, wie sie Buxtorf in seiner „Keilgrabentheorie“ (Prognosen und Befunde etc. beim Hauensteinbasis- und Grenchenbergtunnel und die Bedeutung der letzteren für die Geologie des Juragebirges — Verh. der Naturf. Gesellsch. in Basel, Bd. XXVII, Seite 240) so vortrefflich behandelt. Wollten wir die Buxtorfsche Keilgrabentheorie direkt auf unsern Fall anwenden, so müssten die Haupt- resp. Längsbrüche der tertiären Sedimenttafel in der Richtung zwischen SSW und SW nach NNE und NE streichen, und zwar in der Weise, dass im östlichen Teil des Gebiets die SSW-NNE-Richtung, im westlichen Teil die SW-NE-Richtung die vorherrschenden sind. Die Bruchlinien müssten dann mehr oder weniger am Grenzacher Horn, Südwestspitze des Dinkelberges, konvergieren. Ein Blick auf unsere Kartenskizze genügt, um uns zu überzeugen, dass die Rheintalischen Schütterlinien ganz den theoretischen Voraussetzungen entsprechen.

Kehren wir nach dieser theoretischen Abschweifung zu unserer ursprünglichen Frage zurück: Ist das Auftreten der Rheintalischen Schütterlinien nur das Resultat der durch Erosion verursachten Abtragung der über der tertiären Sedimenttafel anstehenden Diluvialschichten oder haben die genannten Schütterlinien einer anderen Ursache ihre Entstehung zu verdanken?

Untersuchen wir, in welchem Verhältnis die erschütterten Punkte zu den nicht wahrnehmbar erschütterten stehen, und wählen wir als Ausgangspunkt die wichtigste aller Schütterlinien, die Birsigtal-Schütterlinie. Von Therwil bis kurz vor Oberwil ist nichts Besonderes zu bemerken; dagegen stossen wir in Oberwil selbst auf Beobachtungen, welche für die Lösung der oben gestellten Frage wichtiges Material liefern. Auf dem rechten Birsigufer (Cote 290), gegenüber Oberwil, mündet in den Birsig ein Bächlein, welches, vom Bruderholzrücken herunterkommend, in denselben ein ziemlich tiefes Erosionstälchen eingeschnitten hat. Auf beiden Seiten des Tälchens führt je eine Strasse nach Osten von der Therwilerstrasse ins Bruderholz hinauf; links die Bruderholzstrasse und rechts die Gartenstrasse. Beide Strassen sind mit Wohnungen besetzt, und oberhalb des letzten Hauses der Gartenstrasse befindet sich ein guter Aufschluss des jüngeren Deckenschotter. Am Kreuzungspunkte der Therwiler- und Bruderholzstrasse (auf 304 m) liegt die Bäckerei des Konsumvereins, wo das Beben vom 27. März 1917 mit Grad IV wahrgenommen wurde; in einem Häuschen, welches etwa 10 m höher liegt, war die Intensität nur noch II, und nur wenige Meter weiter aufwärts war nichts mehr von dem Beben verspürt worden. Genau dasselbe wiederholte sich in der Gartenstrasse. Die Höhendifferenz zwischen der Bäckerei (Grad IV) und den ersten Häusern, in denen das Beben nicht mehr gemerkt wurde, beträgt etwa 20 m. Der Aufschluss der jüngeren Deckenschotter oberhalb des Hauses Gartenstrasse 73 zeigt, dass sämtliche Häuser dieser und der benachbarten Bruderholzstrasse auf tertiärer Unterlage ohne diluviale Aufschüttung stehen. Eine noch deutlichere Sprache sprechen die Befunde auf dem linken Birsigufer im Bereiche von Oberwil. Der nördliche Teil des Dorfes von 306 m aufwärts wurde wahrnehmbar nicht erschüttert, wogegen im Zentrum des Dorfes, ungefähr auf derselben Höhe, das Beben den Grad V erreichte. Beide Teile des Dorfes stehen auf derselben tertiären Unterlage und sind kaum 500 m voneinander entfernt. Steigen wir nun aber die westliche Anhöhe hinan auf 355 m zur Ziegelhütte und 365 m zum Gute „Neuhof“, so treten wir gegen alle Erwartung wiederum in ein Schüttergebiet ein, wo das Beben mit Stärke III von vielen Personen beobachtet wurde. Ueber die geologische Beschaffenheit des Untergrundes sind wir durch Gutzwiller genau unterrichtet, denn bei einer dort vorgenommenen Bohrung wurde der Löss, auf welchem die Ziegelei und der Neuhof stehen, auf 340 m durchteuft; unter ihm folgt dann eine 12 m mächtige Schicht jüngeren Deckenschotter, und erst dann wurde die tertiäre Unterlage, welche den Baugrund von fast ganz Oberwil bildet, erreicht. Dieses Beispiel überzeugt uns von der Hinfälligkeit des Arguments bezüglich der Dämpfung der Erdbebenwellen durch Aufschüttung von diluvialen Schotter und Löss auf der oligocaenen Sedimenttafel.

Ähnliche Verhältnisse wie die bei Oberwil festgestellten wiederholen sich weiter flussabwärts bei und in Bottmingen. Auch da führen eine Strasse und mehrere Fusswege von der Birsigtalsole durch ein Seitenerosionstälchen (Weidenmatten) nach der Bruderholzhöhe. Der Baugrund des Dorfes besteht östlich der Bahnlinie aus jüngsten Anschwemmungen und liegt 297 m hoch, während Schloss und Bahnstation Bottmingen sich auf dem Lehm bedeckten Talgrunde des Birsig befinden. Das Schloss und seine nächste Umgebung wurde vom Beben des 27. März 1917 mit Stärke-

grad IV betroffen, auch an der Baslerstrasse, also schon im Gebiete der jüngsten Anschwemmungen aus dem Weidenmatten-Erosionstal wurde das Beben noch deutlich wahrgenommen; allein in dem weiter östlich gelegenen Teile des Dorfes konnte keine Spur von Erschütterungen mehr festgestellt werden, obwohl weder Höhendifferenzen noch Bodenunterschiede für diese Tatsache verantwortlich gemacht werden können. In allernächster Nähe des Dorfes sind auf 310 m und 319 m die Oligocaenschichten angeschnitten, und bis auf 350 m stehen jüngere Deckenschotter an, was beweist, dass der nicht erschütterte Boden von Bottmingen, auf einer Höhe von rund 300 m, den Horizont der oligocaenen Sedimenttafel nicht übersteigt. Auf der gegenüberliegenden linken Birsigtalseite bietet sich uns, ähnlich wie in Oberwil, der interessante Fall, dass die auf etwa 330 m Höhe gelegene Villa Sonnenberg nahe dem Kreuzacker ziemlich stark erschüttert wurde (Grad IV), so dass hierdurch die elektrischen Hängelampen in deutlich schwankende Bewegung gerieten. Der Untergrund der Villa Sonnenberg ist infolge Bearbeitung des Landes nicht gut erkennbar, aber wahrscheinlich besteht er aus jüngeren Deckenschottern. Von neuem bestätigt sich, dass die Erdbebenwellen durch Aufschüttung keine Dämpfung erlitten, dass vielmehr die Sohle des Erosionstälchens, welche auf einer Höhe von 300 m den grössten Teil des Dorfes Bottmingen aufnimmt, nicht fühlbar erschüttert wurde, während das gegenseitige Talufer auf einer Höhe von 330 m dem Beben stark ausgesetzt war.

Ein weiterer instruktiver Fall bietet sich zwischen Bottmingen und Binningen, wo ebenfalls ein tief in den Bruderholzrücken eingeschnittenes Erosionstälchen mündet, in welchem die Batteriestrasse emporführt. In den noch zum Bereiche des Birsigtals gehörenden Häusern der Batteriestrasse wurde das Beben deutlich verspürt; es blieb aber vollkommen unbemerkt im Hause Nr. 94, welches nur wenige Meter höher liegt als die vorhergehenden. Ein prächtiger Aufschluss oberhalb Nr. 94 lässt erkennen, dass der betreffende Baugrund aus Molasse alsacienne besteht und dass hier von diluvialer Aufschüttung keine Rede sein kann.

Die angeführten Beispiele liessen sich noch um viele andere vermehren, aber ich verzichte darauf unter der Annahme, die Hinfälligkeit der Erosion als Entstehungsursache der Schütterlinien bereits erwiesen zu haben. Es drängt sich uns nun die Frage auf:

Welches sind die wahren Ursachen der Entstehung der Schütterlinien?

Nach dem, was wir bereits beiläufig über die Buxtorf'sche Keilgrabentheorie mitgeteilt haben, dürfte die Antwort nicht schwer fallen. Die Schütterlinien, besonders die Rheintalischen, verdanken ihre Entstehung an erster Stelle dem Tangentialschub, welchen die Blauen- resp. Flühenkette auf die oligocaene Sedimenttafel der Oberrheinischen Tiefebene ausgeübt haben und wahrscheinlich heute in vermindertem Masse noch ausüben. An zweiter Stelle hat das allmähliche Einsinken des Rheintalgrabens, welches während der ganzen Diluvialzeit angedauert hat, seinen wesentlichen Anteil an der Bildung der Rheintalischen und einem Teile der Neben-Schütterlinien. Die oligocaene Sedimenttafel wurde, wenigstens an ihrer spröderen Oberfläche, in Schollen zerlegt, welche auf einer plastischen Unterlage, dem Septarientone (Blaue Letten) sozusagen schwimmen. Der Widerstand einerseits des Flexurandes des Tafeljuras nach E und andererseits des Dinkelberges resp. Grenzacher Horns nach N hin zwang die Schollen (Cyrenenmergel) nach W hin auszuweichen und sich so anzuordnen, dass die Längsbrüche mehr oder weniger nach dem Grenzacher Horn hin als Drehpunkt sich orientieren. Das Einsinken des Rheintalgrabens hat den geschilderten Vorgang begünstigt. Die alten Brüche wurden vielfach durch fluvio-glaciale Aufschüttungen verwischt, rissen aber von neuem auf und dienten als Entwässerungsrinnen des tertiären Hügellandes zwischen dem Blauen und Basel. Auf diese Weise erklärt sich die Tatsache, dass die Schütterlinien, und gerade die Rheintalischen, meist den Flusstälern folgen; aber letztere sind nicht Ursache der ersteren, sondern umgekehrt, die Folge. Das allgemeine Gefälle nach dem Rheintalknie ergibt sich aus dem Einsinken des Rheintalgrabens; es hatte auch zur Folge, dass der Rhein selbst seinen ursprünglichen Lauf nach Westen verliess und dem Rheintalgraben selbst folgte.

Es wurde bereits festgestellt, dass die Rheintalischen Schütterlinien sich nach dem Grenzacher Horn orientieren, ferner, dass nur die bedeutendste derselben, die Birsigtallinie, den Rhein überschreitet, während die übrigen bereits auf dem linken Rheinufer ausklingen. Die Birsigtallinie stellt sozusagen die Achse des ganzen Liniensystems dar; sie ist die kürzeste Verbindungslinie zwischen dem Ausgangspunkte des Tangentialschubes einerseits und dem Widerstand leistenden Grenzacher Horn andererseits. Aus diesem Grunde darf es nicht befremden, dass im Bereiche der Birsigtallinie die geodynamischen Vorgänge ihren ausgesprochensten Ausdruck finden. Hier beobachten wir nicht nur die grösste Anzahl lokaler Schichtenstörungen, sondern die Birsigtallinie ist auch heute noch die für Basel wirksamste Schütterlinie. Nicht nur ihr allein verdankt Basel seine hohe Seismicität, es kreuzen auch die Neubadlinie und die Allschwillinie das Stadtgebiet von Grossbasel. Hiernach erscheint es durchaus begreiflich, dass Basel seit den ältesten Zeiten der Schauplatz sismischer, z. T. katastrophaler Bewegungen war.

Schon Christoph Schorer in Mümpelgardt schrieb in seinem „Diskurs von den Erdbewegungen“: „In Europa ist kein Ort dem Erbeben mehr unterworfen als Konstantinopel und die Stadt Basel samt umliegenden Orten“. Das trifft nun wohl heute nicht mehr zu, ist aber für das 17. Jahrhundert bezeichnend, denn allein im Jahre 1650 ist Basel von 18 grösseren Erdbeben heimgesucht worden.

Wenn wir die Rheintalischen Schütterlinien als Längsbrüche in der oligocaenen Sedimenttafel in Anspruch nehmen, so dürfen wir gewisse Nebenschütterlinien, z. B. die Gundeldingerlinie und die Holeelinie, als Querbrüche oder

ihnen analoge Störungen bezeichnen. Die Kartenskizze zeigt, dass die beiden zuletzt genannten Störungslinien bezüglich Richtung und Lage grosse Uebereinstimmung besitzen. Beide grenzen das Hügelland gegen das Rheintal ab und streichen genau in derselben Richtung, so dass es den Anschein hat, als wenn sie früher ein einheitliches Ganzes gewesen und erst nachträglich tangential um etwa 250 m gegeneinander verschoben worden wären. Diese Vermutung gewinnt an Wahrscheinlichkeit, wenn wir den Verlauf der Hochterrassenschotter am Nordrande des Hügellandes beiderseits der Birsig miteinander vergleichen. Von der Kirche St. Margarethen aus lässt sich unmittelbar erkennen, dass die Hügel des linken Birsigufers gegen die Anhöhen des rechten (Bruderholz) zurücktreten. Es tritt uns nun die Frage entgegen: Handelt es sich hier um einen Zufall, oder haben die beiden Birsigufer nahe der Mündung tatsächlich eine gegenseitige horizontale Verschiebung gegeneinander erlitten?

Ueber die geologische Natur des Basler Untergrundes sagt A. Gutzwiller in seinen „Beiträge zur Kenntnis der Tertiärbildungen . . . etc.“ folgendes: „Das Vorkommen von *Helix rugulosa* im St. Albantal scheint dafür zu sprechen, dass im östlichen Teil der Stadt Basel die obere Tertiärschicht dem unteren Miocaen angehört, während die Fundamente der Wettsteinbrücke noch auf dem ‚Blauen Letten‘, dem Mittel-Oligocaen, stehen. Die Fundamente der Eisenbahnverbindungsbrücke an der Birmündung scheinen auf Süsswassermergeln zu ruhen. Auf ein tieferes Einsinken gegen die Birs hin deuten ja auch die früher erwähnten Sandsteinbänke im Rhein unterhalb der Wettsteinbrücke, die mit 15° gegen ESE einfallen, und ebenso die bei der Birsigkorrektur in der Steinenvorstadt zutage getretenen Schichten, die mit 15° gegen ESE sich senken. Interessant sind die Aufschlüsse an den beiden Ufern des Rheins in der Gegend vom Hörnli (Grenzacher Horn). Man sieht dort Muschelkalk, Keuper, Lias vertikal stehend. Nach einer kleinen Unterbrechung folgt das Tertiär, ebenfalls vertikal gestellt . . . etc.“

Berücksichtigen wir ferner, dass im Birsigtal, gegenüber St. Margarethen, also genau da, wo die Birsig die Gundeldinger- von der Holeelinie trennt, die Septarientone mit $16-17^\circ$ nach NNE einfallen, so gelangen wir zur Ueberzeugung, dass die tertiäre Sedimenttafel zwischen dem Nordrande des Bruderholzrückens und dem Grenzacher Horn (Hörnli) sich muldenförmig eingebuchtet hat. Das muldenförmige Abbiegen der Tertiärtafel hat aber nur das rechte Birsigufer betroffen, denn von der Steinenvorstadt (Birsigkorrektur) bis zu den Sandsteinbänken am Rhein unterhalb der Wettsteinbrücke ist das Fallen der Schichten 15° ESE. Die Gundeldinger- und Holeelinie haben als einheitliches Ganzes wahrscheinlich schon vor der flexurartigen Abbiegung der Bruderholzscholle bestanden; aber der tangentialer Schub hat sich infolge der östlichen Lage des Grenzacher Horns auf dem östlichen Birsigufer in anderer Weise geltend gemacht als auf dem linken. Durch das Einsinken der Mulde wurde die Horizontaldistanz zwischen dem nördlichen Bruderholzrande und dem Grenzacher Horn verkürzt, so dass der SSW-NNE wirkende Schub Raum gewann, dem sich das ganze rechte Birsigufer anpassen musste. Die bereits angedeutete Höhendifferenz zwischen der Holee- und Gundeldingerlinie mit Bezug auf die Niederterrasse des Rheintals scheint ebenfalls auf ein flexurartiges Abbiegen des Bruderholzrandes hinzuweisen. Was das Alter dieser Bewegung betrifft, so dürfte sie jünger als die Ablagerung der Hochterrassenschotter, aber älter als die der Niederterrasse sein.

Wenn wir uns mit unseren bisherigen Schlussfolgerungen auf richtiger Fährte befinden, so kann und muss vorausgesetzt werden, dass die Verschiebung des rechten Birsigufers gegen das linke in tangentialer Richtung nicht ohne nachweisbare Reibungserscheinungen vor sich gegangen ist. Folgerichtig müssen Reibungsstörungen am deutlichsten zutage treten in der Nähe der Abbiegungsstelle der Sedimentschichten, weil da die tangentialer Vorwärtsbewegung nicht nur ihr höchstes Ausmass erreichte, sondern auch, weil der Widerstand des linksseitigen Hügellandes am äussersten nördlichen Rande, mangels Gegendruckes, sehr gering war — der Nordrand des Hügellandes auf dem linken Birsigufer war der Absplittierung ausgesetzt. Die Befunde bestätigen denn auch unsere Voraussetzung, und brauche ich in dieser Beziehung nur auf die oben erwähnten Schichtenstörungen zwischen Hauptstrasse, Hohle Gasse und Holeestrasse in Binningen zu verweisen.

Unter dem Gesichtspunkte des Vorwärtstretens der Bruderholzscholle gegen das linke Birsigufer gewinnen auch die nach Westen ausstrahlenden Seitensporne der Birsigtalschütterlinie erneutes Interesse. Zwischen Therwil und Oberwil zeigt die Bruderholzscholle, neben ausgesprochener Entwicklung in vertikalem Sinne, eine starke Ausbuchtung nach Westen, während weiter nördlich, in Bottmingen, eine Einbuchtung erkennbar ist. Soll die Scholle als Ganzes vorwärtstreten, so findet sie gegenüber der Ausbuchtung auf dem linken Birsigufer einen erheblichen Widerstand, welcher nur unter Störungserscheinungen überwunden werden kann. Da ein Ausweichen des Tangentialschubes nach Osten infolge des Flexurrandes des Tafeljura ausgeschlossen ist, kann die Ueberwindung des Widerstandes nur nach Westen hin sich geltend machen, d. h. auf dem linken Birsigufer in Oberwil, wo die West-Ausbuchtung der Bruderholzscholle am meisten hervortritt. So erklärt sich denn die Erweiterung des Schütterfeldes von Oberwil nicht nur mit Bezug auf Oberflächenentwicklung, sondern auch auf Intensität und Richtung der Bewegung. Ganz ähnlich liegen die Verhältnisse zwischen Bottmingen-Schloss und Villa Sonnenberg. Ein dritter westlicher Sporn scheint bei Bottmingermühle zu existieren, jedoch konnte eine Verbindung zwischen dem rechten und linken Birsigufer mangels menschlicher Wohnungen nicht festgestellt werden.

Nicht unerwähnt soll hier das merkwürdige Auftreten interglacial verschwemmter Schotter bleiben, auf welche Gutzwiller in seinen „Erläuterungen zur geologischen Karte von Basel“ aufmerksam macht; er sagt: „Eigentümlich ist an einzelnen Stellen die Einlagerung von Geröllen im Löss, beziehungsweise Lösslehm. Solche Stellen

finden sich nördlich und westlich oberhalb Oberwil bei der Ziegelei 355 m; ferner bei Neuhof 365 m, bei Hansli-
 reben 361 m. Die Basis dieser mit Lehm und Sand durchsetzten Schicht liegt ca. 30 m unter der Basis des älteren
 Deckenschotter und 10 m über dem oberen Niveau der jüngeren Decken.“ Sollte es ein Zufall sein, dass diese inter-
 glacial verschwemmten Schotter gerade im Oberwiler Hauptschüttergebiet liegen und sonst nirgends anderswo beobachtet
 worden sind? Ist es nicht wahrscheinlich, dass diese eigentümlichen Einlagerungen von massenhaften alten Geröllen
 im Bereiche der Oberwiler Schütterzone in der Intervention tektonischer Vorgänge ihre Erklärung finden; dass schon
 vor der Ablagerung der jüngeren Deckenschotter infolge Hebung der Tertiartafel die Schotter des Ur-Rheins aufgerissen
 wurden und sich an den Bruchstellen um 30 m senkten? Die Altersdifferenzen, welche bestehen würde zwischen den
 Störungen der alten Deckenschotter einerseits und denjenigen des Lösshügels von Binningen andererseits, würde nur darauf
 hindeuten, dass der ganze geodynamische Prozess allmählich von Süden nach Norden sich fortgepflanzt hat.

Noch zwei Worte über die Beziehungen des Systems der Schütterlinien zu den Brüchen des Tafeljura seien mir
 gestattet. Zu Beginn der vorliegenden kleinen Arbeit war ich vom Gedanken geleitet, dass das Beben vom 27. März 1917
 besonders stark in der Nähe der Tafeljura-Verwerfungen aufgetreten sein müsse. Ich war daher enttäuscht, als ich mich
 durch nähere Untersuchungen vom Gegenteil meiner Voraussetzung überzeugen musste. Bei weiterer Verfolgung der
 Angelegenheit ergab sich ein System von Schütterlinien, welches dem System der Brüche des Tafeljuras ausserordentlich
 ähnlich ist. Ein direkter Zusammenhang zwischen beiden konnte nirgends nachgewiesen werden, im Gegenteil, die grosse
 Randflexur erweist sich als scharfe Grenze zwischen ihnen. Wenn also, wie A. Gutzwiller und E. Greppin vermuten,
 die Bruchlinien des Tafeljuras nach der mesozoischen Unterlage der Oberrheinischen Tiefebene sich fortsetzen und letztere
 in Schollen zerlegen sollten, so würden diese auf das Schollen- resp. Schütterliniensystem der darüberliegenden
 tertiären Sedimenttafel keinen Einfluss mehr ausgeübt haben. Ich neige der Ansicht zu, dass die Rheintal-
 tischen und die zugehörigen Neben-Schütterlinien bereits im plastischen Septarienton, welcher auf „unbe-
 kannte Tiefe“ den Untergrund des Basler Hügellandes bildet, erlöschen. — Nach Buxtorf ist die Entstehungsursache
 der Grabenbrüche des Tafeljuras eine Interferenzerscheinung zwischen dem Einbruch des Rheintalgrabens und einem zur
 Oligocaenzeit auf das ganze Gebiet von Waldshut bis Monbeliard wirksamen Druck alpinen Ursprungs, welcher am
 Urgebirge des Schwarzwaldes und besonders am Säckinger Sporn einen festen Widerstand fand.

In viel späterer geologischer Zeit wiederholt sich dasselbe Spiel der Kräfte, nur in viel geringerem Masstabe an
 der tertiären Sedimenttafel zwischen dem Blauen, resp. der Flühenkette und dem festen Widerstande des Dinkelberges,
 resp. des Grenzacher Hornes. Dafür, dass das weitere Einsinken des Rheintalgrabens auch nach der Auffaltung der
 Blauenkette, und speziell während der Diluvialzeit, noch fort dauerte, haben wir einen klaren Beweis in der Aenderung
 des Kurses des Ur-Rheins. Siehe Eintragung in Tafel III.

Noch zu Anfang des Diluviums hatte der Rhein ostwestlichen Lauf und vereinigte sich mit dem Saône-System;
 durch allmähliche Vertiefung der Rheintalsenke wurde der Fluss von seiner ursprünglichen W-Richtung immer mehr
 abgedrängt, bis er schliesslich dem Graben selbst sich anschloss, das Rheinknie in Basel bildend. —

Bemerkungen über die Methode der Nachforschungen. Im Interesse späterer Nachprüfungen seien — auf
 Wunsch des Erdbebendienstes — bezüglich der von mir angewendeten Methode noch einige allgemeine Richtlinien bei-
 gefügt. Sie hat vor der schriftlichen Information durch Fragekarten folgende Vorteile voraus: 1. Der Fragesteller kann
 durch Kreuz- und Querfragen leicht die grössere oder geringere Zuverlässigkeit des Beobachters und der Beobachtung
 feststellen. 2. Er ist imstande Hauptsächliches von Nebensächlichem zu trennen und ersteres gründlicher zu behandeln
 als dies beim allgemeinen schriftlichen Formular möglich ist. Fast jedes Beben hat seine besonderen charakteristischen
 Eigenschaften, welche in der Fragekarte nicht berücksichtigt werden können. 3. Während bei schriftlicher Information
 schon nach kurzer Zeit ungenaue Berichterstattung unvermeidlich ist, können bei mündlicher Nachforschung noch nach
 Monaten, ja sogar Jahren, wichtige Beobachtungen dem Befragten wieder ins Gedächtnis zurückgerufen werden. 4. Die
 Auswahl der Beobachtungsorte (hohe alte Häuser in ruhiger Lage) ist, soweit das Schüttergebiet von Menschen bewohnt
 ist, ganz dem Forscher in die Hand gegeben, was besonders bezüglich Benutzung der geologischen Unterlagen von
 grosser Wichtigkeit ist. 5. Beim Begehen des Schüttergebietes wird man häufig durch Mittelspersonen, welche das Beben
 selbst nicht beobachtet haben, auf Beobachter gelenkt; als solche haben Briefboten, Lehrer und Geistliche wichtige Dienste
 geleistet. 6. Sind einmal die allgemeinen Orientierungslinien gefunden, was in unserem speziellen Falle etwa zwei Monate
 nach dem Beben eintrat, so setzen die Nachprüfungen ein, welche in einer bestimmt vorgezeichneten Richtung stattfinden
 müssen. Schriftliche Information durch Fragekarten ist hier kaum möglich.

Einen unschätzbaren Dienst leisteten bei den Nachforschungen über das Beben vom 27. März 1917 die kurzen Notizen,
 welche die Züricher Erdbebenwarte den Basler Tageszeitungen gegeben hatte. Diese Veröffentlichungen hatten nicht nur zur
 Folge, dass viele Beobachter sich dadurch erst bewusst wurden, dass es sich um ein Erdbeben — nicht etwa um eine künstliche Ex-
 plosion — handelte, sondern sie bewirkten auch, dass das Publikum sich ernst mit der Naturerscheinung beschäftigte und die-
 selbe um so fester im Gedächtnis einprägte. Es sind daher solche Veröffentlichungen in der Tagespresse dringend zu empfehlen. —

Zum Schlusse drängt es mich noch, Herrn Prof. A. Buxtorf und Prof. C. Schmid für Ueberlassung geologischer
 Literatur und Herrn Prof. de Quervain für Zusendung des von der Züricher Erdbebenwarte gesammelten Beobachtungs-
 materials meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

2. Le bruit de la canonnade du 21 janvier 1917.

Avec une carte dans le texte.

par M^r P.-L. Mercanton (Lausanne).

Ce cas remarquable de perception lointaine du son a fait l'objet d'une enquête de la part du Service météorologique vaudois. MM. Mercanton, Horwitz et Jean Lugeon ont pu recueillir, classer et analyser quelque 230 observations dont quelques unes, avérées, de silence, sont très précieuses. Ces observations proviennent de régions s'étendant: de Bâle à St-Cergues le long du Jura; d'Anière au bord du Léman à Bérisal dans le Haut-Valais; enfin du Pays-d'en-Haut vaudois à Gossau dans le canton de St-Gall le long de la barrière alpine.

La majeure partie des documents ont été recueillis dans le Jura vaudois, sur la rive septentrionale du Léman et dans la région bordant au nord-est la Plaine du Rhône. Cette abondance témoigne certes de l'empressement mis par la population vaudoise à renseigner le Service météorologique du Canton, mais aussi de l'impressionnante netteté avec laquelle le bruit de la canonnade a été perçu par de nombreux promeneurs et skieurs ce beau dimanche 21 janvier.

La canonnade a été entendue de midi environ à 18 heures, généralement. A de rares exceptions près, le bruit a été noté comme net et distinct par les observateurs; la plupart d'entre eux ont pu reconnaître le rythme du tir; quelques uns, au courant des choses de l'artillerie, ont même pu discerner les divers genres de bouches à feu en action.

Enfin la grande majorité des auditeurs a indiqué sans ambiguïté la direction de provenance des sons. La carte ci-jointe figure l'ensemble de ces observations. On voit du premier coup d'œil que les directions convergent

vers l'Alsace: l'enquête auprès des autorités compétentes ne laisse d'autre part aucun doute sur le lieu d'origine du bruit; c'était bien la région des Vosges immédiatement au nord-ouest d'Altkirch, où un furieux duel d'artillerie se poursuivait ce jour-là, comme la veille déjà et les jours suivants d'ailleurs, entre Français et Allemands.

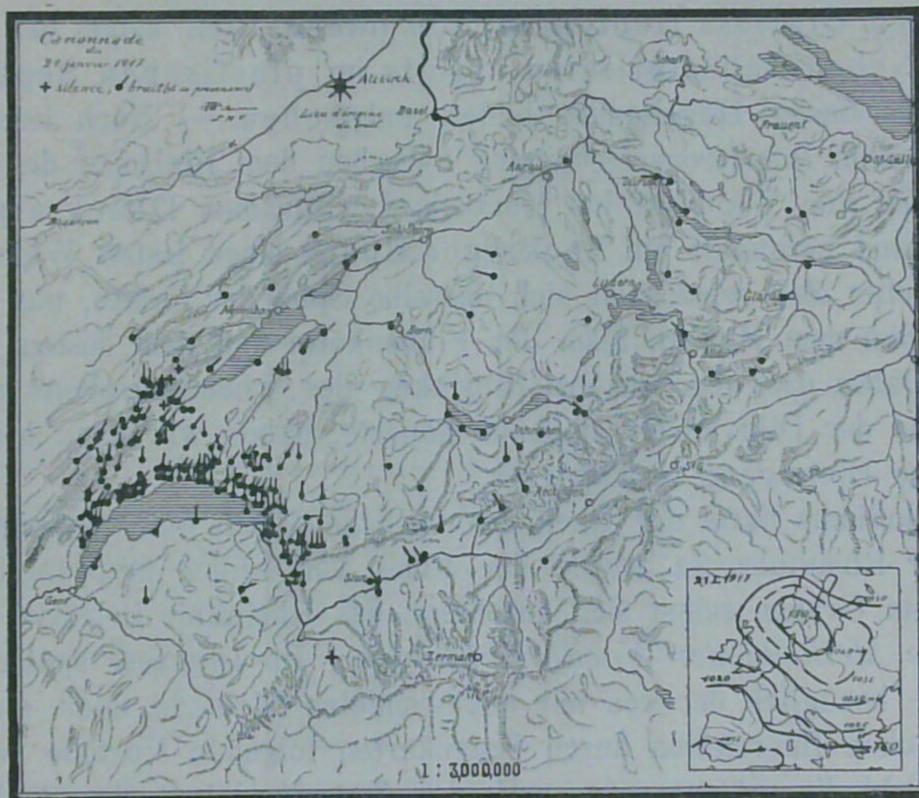
Le cas du 21 janvier 1917 apparaît donc comme une réplique, mais une réplique combien plus nette et plus instructive, de celui du 25 avril 1915 (C). [Annales du Bureau météorologique central suisse 1915. Rapport annuel du service sismologique.¹⁾]

entière n'a fourni aucune observation témoigne assez que la canonnade n'y a pas été entendue (comme le 25 avril 1915 déjà, d'ailleurs). Mais de la zone de bonne perception même il nous est parvenu quelques observations positives de silence: ainsi les Payernois n'ont rien entendu, tandis qu'à peu de distance de leur ville on percevait le bruit. Au pied du Jura vaudois, l'audibilité a été en général très bonne, toutefois on n'a rien entendu de Baulmes, de Vuitebeuf, d'Orbe. Ces silences surprennent d'autant plus qu'il s'agit là de contrées largement ouvertes et en apparence accessibles au son.

Que dire du fait que la perception a été remarquable, jusque sur le lac même, dans la région de Montreux pourtant abritée au nord par un véritable écran montagneux? Et à Aigle, à Sion, à Sierre! Ce même jour en revanche, vingt clubistes lausannois réunis au sommet du Six-Blanc sur Orsières (2450 m) n'entendaient *absolument rien*.

Il n'est pas possible de dire si les ondes sonores sont parvenues pendant toute la durée du tir aux mêmes endroits: quelques observateurs sédentaires signalent la persistance de l'audition; la plupart, en promenade et changeant continuellement de localité n'ont recueilli que des observations de courte durée. Il est plus vraisemblable, que les faisceaux de rayons sonores, dans un tel phénomène, se déplacent dans l'espace au gré des conjonctures météorologiques.

Ces conjonctures, dans leur ensemble, ont été les suivantes: Une aire de hautes pressions (jusqu'à 780 m/m) s'étendait sur l'Europe centrale, avec son culmen sur la Scandinavie méridionale. La Méditerranée occidentale avait une pression presque normale.



Canonnade du 21 janvier 1917.

Que les lecteurs veuillent bien comparer les deux cartes. Ils constateront la même distribution générale des points de perception, leur même accumulation dans les mêmes parages, les mêmes vides dans les régions du Plateau suisse plus rapprochées de la source sonore. Nous n'avons cependant pas jugé prudent, cette fois-ci, d'enserrer la zone de perception intense dans un tracé définitif, faute de constatations positives de silence en deçà de la chaîne des Alpes. On serait en droit de le faire pourtant pour certaines régions au delà: le fait que l'agglomération genevoise tout

¹⁾ Appendice No. 2. A. de Quervain: Weitere Beiträge zur Frage der atmosphär. Schallausbreitung; voir aussi 1917, appendice No. 3 et Pl. II

La Suisse était sous un gradient barométrique très faible et toute la journée le calme y a régné jusqu'à environ. (Weissenstein et Chaumont.) Au Righi (1800 m) le vent (SW) ne s'est levé que dans la soirée. Au Säntis (2500 m) à un léger sud-ouest de 12 à 14 h a succédé vers 15 h, une bise modérée de l'est puis du NNE. La „mer de brume“ est restée étendue tout le jour, à l'altitude de 900 m, des Alpes au Jura, sauf dans le bassin du Léman, où elle se dissipa partiellement l'après-midi. Une couche d'alto cumuli assez mince d'ailleurs, ne laissa luire le soleil que peu d'instant: à Besançon (M^e Lebeuf) on l'a noté, de 9 à 15 h, comme dérivant du SW au NE.

Ce tableau météorologique (Voir le carton) a une ressemblance frappante avec celui du 25 avril 1915. C'est pourquoi il est regrettable qu'il ne puisse être plus complet. (C'est en effet la première fois, croyons-nous, que l'observation des phénomènes d'audibilité lointaine de la canonnade a pu porter sur un cas sensiblement identique à un précédent, c'est-à-dire être „répétée“, chose éminemment désirable pour avancer notre compréhension encore si imparfaite d'une question extrêmement complexe.

3. Die Ausbreitung des Kanonendonners von der Südfront (Asiago) in der Ostschweiz, am 10. und 18. Juni 1917. (Mit Karte auf Taf. II.)

Dieser Fall legte insofern eine besondere Untersuchung nahe, als es der erste war, wo der Geschützdonner vom südlichen Kriegsschauplatz auf grössere Erstreckung in der Ostschweiz gehört wurde. Wir veranstalteten eine besondere Erhebung mittelst Fragekarte, zunächst bei unsern meteorologischen und Regenmesstationen der Ostschweiz.

Es ergab sich folgendes Bild: In den dem betreffenden Kampfgebiet (Sette comuni) am nächsten liegenden Landesteil, nämlich Puschlav, Münstertal, und dem ganzen Engadin und im Avers wurde, wie zahlreiche negative Berichte beweisen, nichts gehört. Die Hörbarkeit beginnt erst im Davos einerseits, im untern Bergell andererseits, also in etwa 160 km Entfernung von der Schallquelle. Im untern Tessin war die Hörbarkeit ganz allgemein und auffallend, ebenso im obern Rheintal, auf der Lenzerhaide und im Prättigau; weiterhin aber auch noch im untern Rheintal, im ganzen Säntisgebiet bis an den Bodensee; andererseits im Kanton Glarus, in der Gegend der Rigi und nahezu bis nach Zürich, 275 km von der Schallquelle. Die Begrenzung ist hier durch verschiedene negative Meldungen ziemlich genau festgestellt.

Besondere Aufmerksamkeit wurde den Richtungsangaben zugewendet, die in unsere Karte eingetragen sind. Die Herkunft des Schalls von Südosten bzw. Osten kommt mit aller Deutlichkeit zum Ausdruck.

Bei Gelegenheit der Umfrage für den 10. Juni erhielten wir auch noch eine Anzahl positiver Meldungen für den 18. Juni; sie betreffen das Avers, das Davos, Schanfigg, Prättigau, Lenzerhaide, Domleschg, Rheintal von Flims bis Chur, Seeztal und Braunwald im Linthal. Fast überall an diesen Orten war die Hörbarkeit sehr ausgesprochen.

Fragen wir nun nach der Wetterlage: Am 10. Juni lag eine flache Depression im Westen und Südwesten der Alpen, eine Zunge hohen Drucks im Osten. Die Isobaren liefen in dem kritischen Gebiet von SE nach NW. Es musste das im ganzen eine südöstliche Strömung über den Alpen zur Folge haben, die eine Schallverbreitung, wie die gefundene, unter dem Einfluss einer Windzunahme mit der Höhe wohl erlaubt, nach früher dargelegten Prinzipien.¹⁾ In Zürich wehte morgens und mittags leichter SE-Wind, Temperatur 17 und 24°. Auf dem Säntis wird schwacher WSW notiert, mit Temperatur 6 und 7°. Zuverlässige Wolkenzugsmessungen fehlen (Sonntag, Abwesenheit Dr. B. und Q.). — Am Montag den 18. Juni lag Hochdruck östlich der Alpen und eine Depression im Nordwesten. Am Vormittag zogen die untern Wolken in Zürich aus NW bis NE, um Mittag Cirrus aus N₁₃E 560 rel. Geschw., Cu aus W₃₀S. Eine Südostströmung über dem kritischen Gebiet war allem nach wohl möglich. Mit dem Nachweis dieser Erklärungs-Möglichkeit wird man sich in diesem Fall begnügen müssen.

¹⁾ Jahresbericht 1908 und 1914.