Zeitschrift: Jahresbericht der Naturforschenden Gesellschaft Graubünden

Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft Graubünden

Band: 54 (1912-1913)

Artikel: Die bisherige Erdbebenforschung in der Schweiz und ihre Resultate für Graubünden

Autor: Tarnuzzer, C.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-594704

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 11.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Die bisherige Erdbebenforschung in der Schweiz und ihre Resultate für Graubünden.

Von **Dr. Chr. Tarnuzzer.**

Die *Schweiz. Erdbebenkommission* hat nach 33jährigem Bestande ihre Tätigkeit abgeschlossen und sich aufgelöst. Der Betrieb der 1911 errichteten Erdbebenwarte auf dem Zürichberg, wie der ganze neuorganisierte und verbesserte seismische Landesdienst wurde mit Beginn des Jahres 1913 der Schweiz. Meteorologischen Zentralanstalt in Zürich zugewiesen, die auf Kosten der Eidgenossenschaft die großen Aufgaben weiterzuführen übernommen hat.

An diesem Wendepunkt der Erdbebenforschung in unserem Lande ist es wohl gerechtfertigt, ein Bild zu geben vom Wirken der Erdbebenkommission, die so lange selbstlos und opferfreudig ihres Amtes gewaltet hat, sowie vom Stand der von ihr geförderten Kenntnisse betreffs der Ursachen, des Auftretens und Charakters der seismischen Erscheinungen in bestimmten Zonen, wie auf der Gesamtfläche des Schweizerlandes. [1])

Im Jahre 1878 von den Professoren *Heim, Forel, Forster* und *Hagenbach* begründet und schon ein Jahr darauf in voller Tätigkeit begriffen, war die Schweiz. Erdbebenkommission mit ähnlichen Körperschaften in Italien und Japan, diesen seismisch hochgradig erregten Ländern, die erste, die sich einem solchen

[1]) Vgl. den in allgemeinerer Form gehaltenen Artikel des Verfassers in *„Peterm. Geogr. Mitteil.“*, Gotha, Heft 12, 1912: „Drei Dezennien der Erdbebenforschung in der Schweiz.“

Dienste widmete: die italienische wurde 1879 verstaatlicht und die japanische im Jahr darauf offiziell organisiert. Erst aus 7 Mitgliedern bestehend, erweiterte sich die schweiz. Kommission auf 15 Sammler und Förderer, die in den verschiedensten Landesteilen ein ganzes Heer von Beobachtern organisierten und tätig zu erhalten wußten. Die außerordentlich große Zahl von guten Beobachtern für diesen Dienst in der Schweiz ist im Auslande früh erkannt und mit hohem Lob hervorgehoben worden. Als *Intensitätsskala* für Erschütterungen galt in der Schweiz erst die von Prof. *F. A. Forel* entworfene, die 1883 mit der von *Rossi* vereinigt wurde und in dieser Form stets in Anwendung geblieben ist; sie unterscheidet Erschütterungen der Grade I—X. Präsidenten der Schweizerischen Erdenbebenkommission waren Prof. *A. Forster,* Direktor *R. Billwiller* und Prof. *J. Früh,* Bearbeiter der seit 1880 jährlich ausgegebenen, zuerst im „Jahrbuch des tellur. Observatoriums in Bern", seit 1888 in den „Annalen der Schweiz. Meteorolog. Zentralanstalt" erschienenen Erdbebenberichte *Heim, Forster, Forel, Früh, Heß, de Quervain, Soret* und *Tarnuzzer.* Außerdem sind von Prof. *Früh* zusammenfassende Bearbeitungen und Übersichten dieser Publikationen für Zeiträume von 12, 25 und 30 Jahre erschienen. Noch sind die von der Kommission 1912 gesammelten Materialien nicht verarbeitet und publiziert, aber während 30 Jahren (1880 bis 1909) sind durch die Gesellschaft fast 1000 zeitlich getrennte Erdstöße in der Schweiz bekannt geworden, was als Jahresmittel zirka 30 ergibt, obwohl manche Jahre nur etwa ein Dutzend derselben aufweisen. In *Graubünden* allein, wo Prof. *Heim, Chr. Brügger* und ich als Mitglieder der Kommission die Sammeltätigkeit besorgten, ereignen sich nach dieser Statistik in manchen Jahren ein Dutzend und mehr Stöße (1891 = 16, 1905 = 26, 1906 = 20, von denen aber mehrere — für 1905 gar die Hälfte — als bloße Nachbeben erscheinen); ganz selten wies unser Kanton in den 33 Jahren systematischer Erdbebenforschung nur 1—2 Beben auf. Im Jahre 1906 war fast die ganze Erdbebentätigkeit der Schweiz auf die seismischen Herde Graubündens beschränkt geblieben.

Vom Beginn ihrer Tätigkeit an war die Kommission auch auf die Konstruktion und Aufstellung von einfachen Instrumenten

Seismoskopen und *Seismometern* bedacht, mit deren Hülfe man über Richtung, Intensität und Zeiteintritt der Bodenbewegungen besser ins Klare zu kommen suchte. Die dadurch gewonnenen Resultate waren jedoch, mit Ausnahme des im Bernoullianum in Basel tätigen Seismometers, nicht bedeutend, und das Pendel eines im Jahre 1907 zum ersten Mal in der Schweiz von *Dr. Dietz* in *Davos* aufgestellten *Seismographen* war schon im Jahre darauf außer Funktion. Heute ist die Erdbebenforschung in der Schweiz mit der Gründung der *Erdbebenwarte* auf dem Molassefelsen des *Zürichbergs* in eine neue Phase der Entwicklung getreten. Die Bestrebungen der Kommission für die Errichtung eines Instituts mit modernen Registrierapparaten reichen bis 1902 zurück, aber erst im Jahre 1911 war es ihr vergönnt, sich im Besitze dessen zu sehen, was große und kleinere Städte des Auslandes schon längst oder seit längerer Zeit aufzuweisen hatten. Die erste schweiz. Erdbebenwarte wurde mit einem Kostenaufwande von 26,000 Fr. erstellt und vom Bunde mit 12,000 Fr. unterstützt, während die übrige Hälfte der Kosten unter der Mithülfe von Gönnern von der Kommission und der Stadt Zürich getragen wurde. Am 21. September 1911 erfolgte durch den Horizontal- und Vertikalseismographen des Instituts die erste tadellose Aufzeichnung eines schweizerischen .Nahebebens, welcher Kategorie von Bewegungen die Warte in allererster Linie ihre Aufmerksamkeit zu schenken hat.[1]) Die von den Apparaten erhältlichen genauesten Zeitangaben werden es nun möglich machen, die Herdtiefe eines Bebens genauer zu bestimmen und so die Erkenntnis der primären Ursachen der Bewegungen zu fördern. Daneben aber werden die makroseismischen Erscheinungen, wie Prof. *Früh,* der letzte Leiter der Erdbebenkommission, der sich um die Errichtung der Schweiz. Erdbebenwarte in erster Linie verdient gemacht, betont, den Hauptteil der Beobachtungen ausmachen; nach wie vor wird das Publikum in allen Kantonen zur regen Mitarbeit aufgerufen und seine Hilfe dem von der Meteorologischen Zentralanstalt vereinheitlichten seismischen Dienst unentbehrlich sein. Die weitere Auf-

[1]) Vgl. *Früh,* „Über die 30jährige Tätigkeit der Schweiz. Erdbebenkommission", Verhandlungen der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft, Genf 1911.

gabe der Erdbebenforschung in der Schweiz, auch in den Alpen und im Jura je eine Erdbebenwarte zu errichten, wurde auch schon in Angriff genommen, indem 1912 die Aufstellung eines *Seismographen* bei der Sternwarte in *Neuchâtel* erfolgt ist.

Über das, was vor der systematischen Tätigkeit der Erdbebenkommission in der Schweiz zur Aufhellung des großen und gefürchteten Phänomens getan wurde, kann man sich in aller Kürze fassen. *Peter Merian* in Basel scheint bei uns der erste gewesen zu sein, der um 1834 die seismischen Erscheinungen kritisch zu untersuchen begann. Die Schriften *K. E. A. v. Hoff's* (1840) und *Perrey's* (1841) sich zum Vorbilde nehmend, legte der berühmte Geologe *G. H. Otto Volger,* Professor in Frankfurt a. M., im Jahre 1858 seine umfassenden Studien über die Erdbeben unseres Landes mit reichen chronologischen Verzeichnissen in einem dreibändigen Werke nieder. [1]) Volger zog aus 1230 für die Schweiz genauer verzeichneten Beben den Schluß, daß die Erdbeben in Gegenden von gewisser Beschaffenheit der Schichten der Erdrinde durch Einflüsse entständen, die mit der Witterung auf's Innigste zusammenhängen und daß diese Beschaffenheit vorzugsweise im reichlichen Vorhandensein der durch Quellen ausgelaugten, Höhlen bildenden und zusammenstürzenden Kalk- und Gipsschichten beruhe. Gegenüber dieser einseitigen Betonung der *Einsturzbeben* und der Verallgemeinerung ihrer Ursachen für die großen Beben in Kettengebirgen wie den Alpen verkündeten *A. Heim* und *E. Sueß* mit unerschütterlicher Energie die Lehre von den durch *Faltung, Brechung* und *Verstellung der Schichten* erzeugten *Gleichgewichtsstörungen in der Erdrinde.* Wesentlich Brauchbares ist in der Literatur vor den 30er Jahren des letzten Jahrhunderts über die Ursachen des seismischen Phänomens in der Schweiz also kaum zu finden. Die frühern Berichte befassen sich, fast wie die alten und urältesten, meist mit der Schilderung des Schreckens von Menschen und Tieren, der Verluste an Menschenleben und der Zerstörung von Bauwerken, Verwüstungen und Veränderungen in der Natur, mit Zeichen des Himmels und der Lüfte, Alles in möglichst grellen Farben aufgetragen. Nichtsdestoweniger sollen

[1]) „Über das Phänomen der Erdbeben in der Schweiz."

im Folgenden, da es sich um Vergleiche über das Auftreten und die Verbreitung von Erdbeben des Schweizerlandes handelt, manche der sicher erwiesenen seismischen Ereignisse älterer Zeiten angeführt werden, wenn wir auch begreiflicher Weise in erster Linie die 33jährige Periode berücksichtigen, da die Schweiz. Erdbebenkommission ihre Tätigkeit entfaltete und nach dem Urteil des Auslandes mit ihrer „vorbedachten und gegliederten Arbeit“ einen wesentlichen Beitrag zur Förderung der Kenntnis der Vorgänge zu liefern begann.[1])

Für *Graubünden* haben *W. Röder* und *P. C. Tscharner*[2]), der schon zitierte *O. Volger, Chr. Brügger*[3]), *P. Lorenz*[4]) und zuletzt *J. Candreia*[5]) fleißige, z. T. vorzügliche Vorarbeiten und Beiträge zu einer Erdbebenstatistik des Kantons geliefert. Ihre Quellen waren die Historiker und Chronisten *Campell, Ardüser,* die beiden *Anhorn, Guler* v. Wyneck, *Fort. v. Sprecher, „Der Sammler“* (1779—1784), der *„Neue Sammler“* (1805—1812), die bündnerischen Zeitschriften und Zeitungen des 19. Jahrhunderts, für Candreia auch *Daniel Meyers* Manuskript über Erdbeben und Vulkanausbrüche bis 1859. Die Neue Folge der *Jahresberichte der Naturforschenden Gesellschaft Graubündens* von 1856 an lieferten, besonders unter der Redaktion von *Dr. E. Killias,* Aufzeichnungen über Erdbeben bis 1879, dem Jahre, da die Schweiz. Erdbebenkommission in Tätigkeit trat. Der Vollständigkeit halber mag noch bemerkt sein, daß in *Marschlins* seit 1785 und z. T. noch früher, in *Chur* seit 1787 *meteorologische Beobachtungen* gemacht wurden und im neuen Jahrhundert häufigere Erdbebennotizen samt Angaben über Barometerstand, Temperatur etc. in den Zeitschriften und verschiedenen Churer Zeitungen erschienen sind.

---

[1]) *Ed. Suess*, „Das Antlitz der Erde“, I., S. 103.

[2]) „Der Kanton Graubünden“ („Gemälde der Schweiz“) 1838.

[3]) „Beiträge zur Naturchronik der Schweiz, insbesondere der Rhätischen Alpen“, Beilage zum Kantonsschulprogramm Chur, 1876—1888.

[4]) Siehe „Jahresbericht der Naturforschenden Gesellschaft Graubündens“ 1894.

[5]) „Zur Chronik der Erdbeben in Graubünden bis zum Jahre 1879“ Bern 1905.

Diese kurze Übersicht der Literatur mit Nachrichten über Erdbeben in unserm Kanton möchte ich nicht abschließen, ohne noch der großen *Erdbebenfurcht* zu gedenken, die besonders im Jahre 1786 auch in *Rhätien* als Massensuggestion sich manifestierte und von der uns *Candreia* in seiner trefflichen Schrift eine treue, mit den sorgfältigsten Zeugnissen belegte Schilderung gab. Der in Süddeutschland, den Rheingegenden und in der Schweiz einschließlich Graubündens erregte Erdbebenschrecken war auf eine Prophezeiung zurückzuführen, die sich im Jahre 1779 Superintendent *Ziehen* in Zillerfeld am Harz geleistet hatte. Das verhängnisvolle Schriftstück wurde 1780 gedruckt und massenhaft verbreitet; 1783, im Erdbebenjahre Calabriens, erschien es mit Bemerkungen eines angeblichen Astronomen zum zweiten Male in Frankfurt und Leipzig. Der Prophet vulgo Astronom stützte sich dabei auf ein mysteriöses Buch „Chevilla“ (Sibylla?), das von Veränderungen der Erdoberfläche, durch verschiedene Einwirkungen hervorgerufen, gehandelt haben soll. Ziehen's Weissagung von 1779 erfüllte sich nicht, aber er versuchte in einem Rückzuge einige kleinere Erdbeben in den Rheingegenden und am Vierwaldstättersee von 1780 für seine Wissenschaft in Anspruch zu nehmen. Ja, es sollten in diesem Jahre bis 7000 kleine und große Ortschaften in Ruinen fallen und die Zerstörung eine möglichst komplete werden. Genauer nannte er jetzt den Zeitpunkt, an welchem das Verderben eintreten sollte: der 22. Februar 1780, Abends 7 Uhr, wenn die Capella im Sternbilde des Fuhrmanns über dem St. Gotthard durch den Meridian gehe, bezeichnete den Höhepunkt des Ereignisses, das mit einem mitten durch den Bodensee reichenden, das nördliche und südliche Europa spaltenden Bruche enden sollte! Die Erderschütterungen wurden speziell für Süddeutschland und besonders die Gegenden am Oberrhein vorausgesagt. Der falsche Prophet starb 1780, aber seine Weissagungen lebten weiter, und sein Verleger beutete unbedenklich das calabresische Beben von 1783 für sich aus. Die allgemeine Volkserregung aber steigerte sich bis zu dem von Ziehen proklamierten Schlußtermin Ostern 1786. In der Schweiz wurde dem Schwindel leider ebenfalls zu viel Glauben geschenkt. *Lavater* besaß, wie Candreia erörtert, die erste Auf-

lage des Ziehen'schen Elaborates und trat, zuletzt in einer 1786 gedruckten Predigt, die auch in Graubünden viel gelesen wurde, gegen Ziehen auf. Der berühmte Professor *Lichtenberg* in Göttingen und der Astronom *Struadt* in Prag ließen wissenschaftliche Widerlegungen von Ziehens monströsen Prophezeiungen erscheinen, und die Ausführungen *Dr. Amsteins* des Ältern über die natürliche Entstehung der Erdbeben im „Sammler" von 1783 werden sich wohl auf dasselbe Thema bezogen haben. Drei Jahre später ließ sich Amstein im „Churer Leseblatt" über Ziehens Phantastereien vernehmen, wie dieselbe Zeitung auch Lichtenbergs und Struadts Erklärungen zur Belehrung ihrer Leser aufnahm. In Chur predigte 1783 Dekan Paul *Kind* gegen die von Ziehen aufgepeitschte Erdbebenfurcht und ließ seine Ausführungen in 2 Auflagen erscheinen, da auch in unserm Lande die Panik groß war. Man sieht, daß sich in der guten alten Zeit nicht nur Schillers Worte über Graubünden als klassischem Land der Räuber und Spitzbuben mit ordentlicher Schnelligkeit nach Rhätiens Gauen fortpflanzten.

Die *Intensität* der in der Schweiz beobachteten *Erdbeben* erreicht selten die Grade VIII (Herabstürzen von Kaminen, Mauerrisse) und IX (teilweise oder gänzliche Zerstörung von Gebäuden) der 10-stufigen Skala Rossi-Forel. So schreckliche Wirkungen wie beim Basler Erdbeben von 1356, das die Rheinstadt nahezu völlig zerstörte, sind glücklicherweise in unserm Lande nie mehr zu verzeichnen gewesen. Aber im Jahre 1601 wurden Luzern, Unterwalden und Umgebung so mächtig erschüttert, daß das Reußbett teilweise trocken gelegt und bei Arth und Immensee Schiffe aufs Land geschleudert wurden, der See bei Luzern sich zu einem hohen Hügel erhob und 3 Häuser und eine Kapelle einstürzten. Das Erdbeben vom 7. Januar 1881 vermochte in der Stadt Bern mehr als 100 Kamine abzuwerfen. Beim Chamonixbeben vom 29. April 1905 wies die Epizentralfläche auf französischem Boden, d. h. die Stelle der Oberfläche mit der kräftigsten Erschütterung, die Intensität VIII—IX auf und der Grad VIII der seismischen Welle erreichte noch Martigny. Beim Mitteleuropäischen Beben vom 16. November 1911, das aus den am stärksten erschütterten Gegenden des deutschen Oberrheins, des Bodensees, des Schwäbischen

Jura, der Rauhen Alb und Nordschweiz bis Braunschweig und Florenz reichte, schwang an den schweizerischen Orten des Sees stellenweise mit der Intensität VIII—IX; in Kreuzlingen, Steckborn, Arbon, Neuhausen bei Schaffhausen etc. wurden Gebäude beschädigt und Dutzende von Kaminen herabgeworfen, in Konstanz das Münster mit Turm und das Reichspostgebäude wie von einer Beschießung betroffen, der Turm der Stephanskirche bleibend gedreht. Massenhaft flohen in Basel und Zürich die Leute auf die Straßen, und in den Theatern entstand eine Panik; in Bern erlitten Türmchen des Münsters Beschädigungen. In *Graubünden* reichen die Erderschütterungen meist bis zum Grad VI (Allgemeines Erwachen der Schlafenden, allgemeines Anschlagen der Hausglocken, Schwanken der Kronleuchter, Stillstehen von Uhren, sichtbares Schwanken der Bäume, einzelne Personen verlassen erschreckt die Häuser), selten steigen sie auf VIII und äußerst selten darüber. Immerhin sind nach alten und neuen Berichten die Stöße manchmal recht gewaltsam gewesen. So sollen am 3. April 1295 in Chur 5 Schlösser und viele Häuser durch ein Erdbeben zerstört und Felsen geborsten und am 4. September desselben Jahres im weitern „Churer Land“ gar 15 Schlösser zusammengefallen sein, was aber in beiden Fällen stärkster Übertreibung gleichkommen dürfte. Im März 1504 warf ein Erdbeben in Ardez einen festen Turm ab, unter dessen Trümmern 5 Personen begraben wurden, und am 3. August 1622 kamen in Fetan bei einem ähnlichen Ereignis 4 Männer durch den Einsturz von Mauern um. Wenn diese Fälle buchstäblich zu nehmen wären, so dürfte dabei mehr der Zufall als die Stärke des Ereignisses schuld gewesen sein. Am 28. oder 30. September des Jahres 1513 (1512 ist nach *Candreia* unwahrscheinlich) wurde das Dörfchen Campo Bagigno (heute Cauco) im Calancatale durch einen Bergsturz zerstört, und gleichen Tages ging ein solcher auf der entgegensetzten Gebirgsseite bei Biasca nieder — beide Katastrophen sollen durch ein Erdbeben eingeleitet worden sein. Anläßlich eines Bebens im Veltlin, Puschlav und Bergell im Februar 1623 stürzten am Septimer Felsblöcke ab und 1681 verursachte ein Stoß am starken Turm von Marschlins Mauerrisse. Bei einem Erdbeben in Zernez vom 18. November 1784

entstanden in den Mauern des Schlosses und der Kirche starke Risse; am 29. August 1787 stürzte, 2 Tage nach einem Beben in Chur, Churwalden, Schams, Unterengadin, Augsburg, ein großes Stück des Gemäuers der Burg Haldenstein ein, die indessen nach einer andern Notiz schon 1769 infolge eines Erdstoßes zerfallen wäre. Als Folge von Erderschütterungen am 5. Februr 1851 in Bünden und Oberitalien, in Chur und dem Oberland heftig empfunden, werden größere Felsablösungen an der Waltensburger Halde und dadurch verursachte Straßenrutschungen angeführt, desgleichen ein Steinrollen im Magnacun bei Erdstößen vom 29. und 30. Januar 1861 in Ardez. In Gebirgshöhen wurden Erdbeben oftmals verspürt, so von Alphirten in Bevers 1852, neuestens auch von Skifahrern. Am 25. Juli 1855 beobachtete *Theobald,* wie er in seinen „Naturbildern aus den Rhätischen Alpen" erzählt, auf dem Joche zwischen Val Plazbi und Val Tisch während eines Erdbebens in Bergün, wie am Piz Albula sich plötzlich Steine, Eis- und Schneemassen loslösten und donnernd zur Tiefe stürzten, trotzdem er selber keine Erschütterung verspürte. Anderntags wiederholte sich in der Gegend das Erdbeben, das seinen Ursprung im Wallis hatte und dort so unheilvoll wirkte, daß für den Kanton Liebesgaben gesammelt wurden, an denen Graubünden mit über 8000 Fr. teilnahm. Dafür flossen, wie wir bei *Candreia* lesen, bei den obligaten Brandfällen in Graubünden während der nächsten Jahre Gelder aus dem Wallis in unser Land. Daß der Einsturz der Ruine Aspermont bei Trimmis, der Peidenerbrücke, die Steinschläge, welche die Ruseinbrücke beschädigten, die Steinablösungen und Rüfen in der Klus bei Lanquart, im Magnacun bei Ardez und im Puschlav — alles Ereignisse des Jahres 1878 — Folgen von Erdbeben gewesen sind, ist durchaus nicht erwiesen. Nach *Walkmeister*[1]) wäre im Februar des Jahres 1862 oder 1863 infolge eines Erdstoßes im Schanfigg vom untern und innern Barguns von Peist unter dem „Erlenboden" durch nach dem Peistertobel hin ein Bodenriß mit einer teilweisen Senkung von 4 Fuß entstanden und ein Stall im obern Maduz

[1]) „Beobachtungen über Erosionserscheinungen im Plessurgebiet", Jahresbericht der St. Gall. Naturwissenschaftlichen Gesellschaft, 1907.

gedreht worden. Am 24. Oktober 1891 fand während eines in Chur verspürten Bebens ein Felssturz am Calanda statt. Die zwei stärksten Erdbeben der letzten Jahre waren in Graubünden das Rheinische Beben vom 25. und 26. Dezember 1905 und das Mitteleuropäische Beben vom 16. November 1911. Der Hauptstoß des erstern am 25. Dezember wurde im ganzen Kanton, im Tessin, der Nordostschweiz, Veltlin, Bayern und Vorarlberg verspürt und hatte als Epizentrum von den Graden VII—VIII die Fläche Chur-Felsberg-Rotenbrunnen; es entstanden hier Risse in den Häusern und ereigneten sich Kamineinstürze. Infolge der Aufregung starben in Chur 2 schwerkranke Personen, und in Arosa erlitten einige Kranke Lungenblutungen. Beim Beben vom 16. November 1911 stürzten wieder verschiedene Kamine ein, z. B. in Kästris und fiel die Ruine Friberg bei Truns zusammen.

Von *auffälligern* und *interessantern Erscheinungen,* die während der Tätigkeit der Schweiz. Erdbebenkommission über die Wirkungsweise von *Erdbeben* und künstlichen Erd- und Lufterschütterungen notiert wurden, möge noch eine kleine Lese gegeben sein. Während des Hauptstoßes des alpin-jurassischen Bebens vom 1. August 1892 bemerkten Fischer in Ermatingen am Untersee Millionen von Sumpfgasblasen im See, die dessen Oberfläche in wallende Bewegung brachten. Sowie die Blasen zerplatzten, war der See wieder völlig ruhig und ohne die erwartete Wellenbewegung. Anläßlich des alpin-jurassischen Bebens vom 6. Mai 1898 konstatierte man am Abend desselben Tages am berühmten Blauseeli im Kanderthale eine auffallende Trübung der sonst krystallhellen Fluten. Das Bassin glich einer Schale stark bläulicher Milch und man konnte kaum 1 Meter in die Tiefe hinab sehen, aber einige Tage später erlangte das Wasser wieder seine frühere Klarheit. Eine frappante Veränderung des Seegrundes hatte stattgefunden: während das Becken vorher eine gleichmäßig flache Senkung nach der Mitte hin gezeigt hatte, gewahrte man jetzt etwa 9 Meter vom Ufer entfernt eine steile Wand, eine Rutschfläche, die in prächtigster Färbung vom Hellgrau in's Indigoblau überging. Die Baumstämme des Grundes schwebten jetzt frei über demselben. Das große Erdbeben vom 16. November 1911 verursachte am Bodensee

die auffallendsten Bodenveränderungen. Bei Schweizerland-Steckborn stürzten die Molasseschichten an der Seehalde des Beckens von Stein ab; zwischen Steckborn und Berlingen und ostwärts Ermatingen entstanden trichter- und wannenartige Vertiefungen, und die größte Senkung des Flachseebodens dieser Gegend zeigte eine Grabentiefe von 2 m. Den Grabenbildungen und wannenartigen Einsenkungen entlang bildeten sich dünenartige Sandhügelchen; die Abbruchwandung bei Abstürzen war fast senkrecht, wie mit dem Messer geschnitten. Durch die Senkungen wurden Wasserpflanzen (Characeen) herausgeschleudert. Bei Feldbach, SW von Steckborn, verschwand ein aus Schlamm und Sand bestehender Hügelzug von 120 m Länge, der für die Fischerei große Bedeutung hatte, in der Tiefsee. Die Gräben, Spalten und Senkungen des Flachseebodens, die wannenartigen Vertiefungen und andere Deformationen des Untergrundes hatten nach *Rüetschi*[1]) ostwärts Ermatingen eine Längen-Ausdehnung von 1800 m.

Vielorts bemerkte man eine milchige Trübung des Untersee's, an dessen Oberfläche Milliarden winziger Muscheln in hellen Streifen hertrieben.

Daß infolge von Erderschütterungen Quellen abstanden oder sich trübten, auch plötzlich aufbrachen, ist des Oeftern vorgekommen. Dann und wann zersprangen Eisdecken auf Seen, Felsstücke lösten sich und kleinere Erdrutsche, Lawinen gingen und Gletscher brachen ab, z. B. der Glacier du Trient anläßlich des Walliser Bebens vom 13. August 1905. Im Allgemeinen repetierten sich aber die gewöhnlichen Einzelheiten.

Auch über *künstliche Erd- und Lufterschütterungen* (Explosionen) sind in der Schweiz mehrmals sorgfältige Beobachtungen gemacht worden. Erschütterungen selbst kleiner Massen können oft einen weiten Kreis einnehmen. Der Schlag des 1000 Zentner schweren Dampfhammers von Krupp in Essen vermag im Umkreis einer halben Meile den Einwohnern Schüsseln und Gefäße

---

[1]) „Das Erdbeben vom 16. November 1911 am Untersee und die Schollenbewegungen des Seerückens und des Schienerbergs", Jahresbericht und Mitteilungen des Oberrhein. Geol. Vereins, Bd. III, Heft 1 Karlsruhe 1913.

von den Küchenbrettern zu nehmen. Die Wirkung einer mit 1200 kg Pulver bedachten *Mine* in einem Steinbruche bei Villeneuve am 12. November 1901 glich einem kleinen Erdbeben, das sich auf einer 9—10 Kilometer weit reichenden elliptischen Fläche von Villeneuve bis Vevey und St. Gingolph bemerkbar machte. Der am 30. November 1901 erfolgte Fall des vielbesprochenen *Meteoriten* von La Chervattaz bei Palézieux im Waadtlande, dessen größtes Fundstück 639 Gramm wog, verursachte eine so heftige Detonation, daß sie in Biel, Colombier und Avenches, 40—45 km nördlich ihres Ausgangspunktes, verspürt wurde und gleich einem Erdbeben wirkte; Beobachter in Grandcoer meldeten eine wellenförmige Bewegung von Norden nach Süden, von Grandson gar 2—3 Erdstöße. Das Alles war jedoch Kinderspiel im Vergleiche zur großartigen *Dynamitexplosion* an der *Jungfraubahn* vom 15. November 1908, die durch *A. de Quervain* eine gründliche und lucide Bearbeitung gefunden hat. Etwa 500 m unterhalb der Station Eigerwand bei 2695 m Meereshöhe explodierten an diesem Tage 25000 kg Dynamit im Tunnel. Nur nach der Seite der Eigerwand hin konnte die riesenhafte Detonation ganz frei in den Luftraum ausgehen. Die um die Explosionsstelle gelegene Zone normaler Hörweite reichte bis zum Vierwaldstättersee; darüber hinaus dehnte sich nordöstlich bis über Zürich eine 100 km breite „Zone des Schweigens", während die Zone abnormaler Hörweite sich besonders in der Bodenseegegend und auf dem Säntis dokumentierte, *Arosa,* Teile des Vorarlbergs, z. B. das Brandnertal und den Bregenzerwald umfaßte und sich nordwärts gar bis Rotenburg an der Tauber erstreckte! Die äußere Zone der normalen Hörweite dehnte sich vom Eiger ostwärts 140, nach Norden hin 200 km aus. De Quervain erklärt das grandiose Phänomen, indem er den Schall auf dem Wege der höhern Luftschichten nach dem Gebiet abnormaler Hörweite gelangen läßt.

Hinsichtlich der *Wirkung der Erdbeben auf Tiere,* jenes Momentes, das in der alten Literatur fast immer eine große Rolle spielte, haben die in der Schweiz gesammelten neuern Berichte nichts ergeben, das besondere Erwähnung verdiente oder gar Neues böte. Kühe, Pferde, Hunde, Katzen, Hühner und Stubenvögel, etwa noch Krähen, Dohlen und Spatzen

spielen die Hauptrolle, die aber keine vielsagende ist. Die Flugübungen des Aviatikers Grandjean im Winter 1911/12 in Davos haben die Krähen mindestens so stark beunruhigt als ein respektabler Erdstoß es vermocht hätte. Daß das Vieh nach einem Erdbeben aus gewissen Brunnen nicht mehr trinken wollte, wahrscheinlich weil das Wasser getrübt oder von Gasen imprägniert worden war, ist auch etwa vorgekommen. Manche Menschen sind für Erdbeben-Wahrnehmungen so empfindlich, daß sie, wie *Früh* sich ausdrückt, förmliche Seismoskope genannt werden können; wir haben Solchen auch in Graubünden viele feine Beobachtungen zu verdanken gehabt.

Die *schweiz. Erdbeben* haben *nichts* mit *vulkanischer Tätigkeit* zu tun, da Vulkane in unsern Alpen bekanntlich fehlen, doch hat unser Land verschiedentlich *Ausläufer von vulkanischen Beben* Italiens und Griechenlands empfangen. Eine unbedeutendere Gruppe von Erderschütterungen sind die *Einsturzbeben,* die örtlich meist sehr beschränkt sind z. B. in Visp und Zweisimmen, wo durch die auslaugende Tätigkeit von Quellen in Gipsstöcken Einstürze erfolgen, in höhlenreichen Kalkzonen des Jura und der Alpen, wie in Gebieten reicher Mineralquellen, die dem Boden eine Unmenge mineralischer Bestandteile entziehen, so in *Schuls-Tarasp.* Von ähnlich beschränkter Verbreitung sind die Erdbeben, die sich als Folge des *Absitzens* der weichen Schichten und *Senkungen auf Deltas von Seen,* z. B. in Vevey und am Zürichhorn ereignen. Die meisten und größern unserer Beben sind *tektonischer Natur* d. h. der Ausdruck von Störungen (Verschiebungen, Überschiebungen und Senkungen) der Schichtkomplexe des Gebirgskörpers. Die systematische Forschung hat für unser Land folgende *Hauptschüttergebiete* festgestellt: 1. *Das Engadin.* 2. *Mittelbünden-Chur-St. Galler Rheintal.* 3. *Unterwallis und der Winkel zwischen Alpen und Jura.* 4. *Das Gebiet der Juraseen* (Grandson-Neuchâtel). 5. Die alte *Erdbebenzone,* die sich aus dem *Talgraben des deutschen Oberrheins,* dem großen Einsenkungsgebiet zwischen den Horstgebirgen des Schwarzwaldes und der Vogesen über *Basel* herzieht. Das sind die *„habituellen Stoßgebiete“,* die Zonen, die vorzugsweise und gewohnheitsmäßig erschüttert werden.

Die in der Schweiz auftretenden Erdbeben sind entweder *autochthonen Ursprungs* d. h. sie haben ihre Ursache in Veränderungen des Bodens des eigenen Landes, oder sie werden aus den *Nachbarländern* oder gar *entfernten Zonen hergepflanzt.* Das riesenhafte *Erdbeben von Lissabon* 1755 trug die erregte Brandung durch den ganzen Atlantischen Ozean bis zu den Antillen und machte andrerseits die großen Seen am nördlichen Alpenrande vom Lac Léman bis zum Walensee schwanken. Es wurde auch in *Graubünden* z. B. im Engadin, Thusis und Domleschg verspürt. Daß aber Stiftskirche und Klostergebäude in Disentis vom Erdstoß einen Riß davon getragen hätten, ist durchaus nicht erwiesen. Gleicherweise wird man einen Zusammenhang der Erdstöße im *Unterengadin* vom 5. Februar 1783, jenem Tage, da das schreckliche *Erdbeben von Calabrien* begann und der eine ganze Woche nachher anhaltenden Erschütterungen in *Schuls* mit der Katastrophe in Italien kaum annehmen dürfen: das Unterengadin, vor Allem Schuls-Tarasp, ist ja als selbständige Stoßzone bekannt, und Nachrichten von einer seismischen Tätigkeit jenes Tages in andern Gegenden Graubündens sind uns nicht überliefert worden. Erwähnt mag dagegen sein, daß am 9. Februar 1783, da das calabresische Beben s ;nen Fortgang nahm, in *Marschlins* und *Flims* ungewöhnlich niedrige Barometerstände beobachtet wurden. Vom großen *Ligurischen Erdbeben* 1887 wurde als nördliche Randzone die ganze Schweiz und Süddeutschland mit verminderter, aber doch bis zum Grad VI reichender Intensität okkupiert und z. B. auch *Splügen* erschüttert. Das *Erdbeben von Morea* 1886 berührte auch das *Puschlav* und *Bergell* und den weitern Südrand der Alpen bis Lausanne hin. Die Ausläufer des *Laibacher Bebens* vom 14. April 1895 reichten westwärts bis fast in die Mitte der Schweiz, und das *Apennin-Alpenbeben* vom 7. August desselben Jahres zog auch Tirol, *Graubünden,* Tessin und Oberitalien in seinen Bereich. Bis an den Ostrand der Zentralalpen, zur Linie Mailand-Luganersee-Vicosoprano-Chur-Lindau, also zur Hauptrheinlinie, reichte am 29. April 1905 das *Chamonixbeben,* und ähnliche Beispiele der weitesten Fortpflanzung von Erschütterungen gibt es viele. Ausläufer des in Europa bisher in unerhörter Stärke aufgetretenen *Erdbebens von Messina* am 28. Dezember 1908, das 100,000

Menschen den Tod und 50 Ortschaften völlige Zerstörung brachte, wurden vereinzelt auch im Neuenburger- und Berner-Jura, sowie im Unterwallis wahrgenommen. —

Sehr häufig ist bei der Auslösung von Spannungen längs *tektonischer Linien* oder *-Flächen* im Felsgerüste unserer Gebirge die Erscheinung, daß sich beim Eintritt eines Bebens gegenüber den angrenzenden Gebieten an solchen Linien Zonen stärkerer Erschütterung, die *Epizentralflächen,* ergeben, die durch weniger stark bewegte Areale von einander abgetrennt erscheinen. Überschreitet die Intensität eines Bebens einen gewissen Grad, so wird anscheinend *gleichzeitig* eine ganze Anzahl seismischer Linien erregt und wir erhalten ein *Flächen-* oder *Blockbeben* mit Bevorzugung einzelner Linien und Stoßpunkte. Die Feststellung dieser Linien ist eine der ersten Aufgaben der Erdbebenkunde. Wir hätten uns also vorzustellen, daß bei einem Flächenbeben ein *Verschiebungsruck* auf einer engern oder weitern Zone mit *einem* Schlage, also *primär,* zu erfolgen pflegt. Der horizontale oder vertikale oder aus beiden Bewegungen kombinierte Betrag einer solchen Verschiebung (Dislokation) braucht an sich ganz geringfügig zu sein und nur einen oder wenige Millimeter zu betragen, da die Lasten ja die ungeheuersten sind, wenn sie auf größern Arealen bewegt werden. Hingegen wird erst unter Mithülfe geeigneter *Instrumente* für solche *Flächenbeben* unseres Landes mit Sicherheit festgestellt werden können, ob buchstäblich ganze Gebirgsschollen *gleichzeitig* erschüttert werden, oder ob der Anstoß vielleicht doch von einem *bestimmbaren Epizentrum* ausgeht: die bisherigen, vielfach ungenauen Zeitangaben haben hier ganz sichere Schlüsse nicht zugelassen.

Bezüglich der *Fortpflanzung der Erdbebenwellen* parallel oder transversal zum Streichen eines Gebirges unterscheidet man *Längs- und Querbeben.* In *Graubünden* ist die Hauptrichtung der *Querbeben* die *Rheinlinie,* die vom Splügenpaß durch das Hinterrheintal und die breite Furche des vereinigten Stromes nordwärts hinreicht. Der große Gegensatz im Aufbau der Gebirgsglieder westlich und östlich des Churer Rheintals — Kalkgebirge von Jura und Kreide in helvetischer Entwicklung am Calanda und Bündnerschiefer im Osten, Verschiebung der

Kreide- und Flyschzonen längs des Rheins im St. Gallischen und Vorarlbergischen — setzt die Existenz einer großen tektonischen Störungslinie von Reichenau-Chur bis zum Bodensee voraus, an welcher manche Geologen eine Senkung des Gebirges der Ostseite bis zu 1000 m angenommen haben. Andere Querbebenzonen sind das *Albulatal*, das *Oberhalbstein* und alte Stromtal der *Lenzerheide*, das *Berninatal-Puschlav* etc. *Längsbeben* treten besonders im *Engadin-Bergell*, im *Rheinwald*, im *Oberland* längs der Tödikette, im *Plessur- und Lanquarttale* auf. Häufig *kombiniert* sich Beides, indem z. B. longitudinale Beben des Engadins sich transversal ins Albulatal und Berninatal-Puschlav, Querbeben der Hauptrheinlinie in's Bündner Oberland, Rheinwald und Albulatal oder in's Schanfigg und Prätigau fortpflanzen. So lassen sich nicht selten Erdbebengebiete von gelapptem Umriß und auffallend komplizierter zonaler Verknüpfung festhalten.

Ein Erdbeben kann unter Umständen in einer entfernten Gegend den Anstoß zu einer neuen Spannungsauslösung oder Dislokation geben, während die dazwischen liegende Strecke anscheinend in seismischer Ruhe verblieben ist. Die seismische Wirkung einer solchen *sekundären Dislokation* nennt man seit *Lasaulx Relaisbeben*. „Relais" bedeutet soviel wie Pferdewechsel; das Auftreten einer solchen Erschütterung ist wiederum nahezu oder gleichzeitig mit der Bewegung der sonst abgegrenzten Bebenfläche. Beim *Bündnerbeben* vom 7. Januar 1880 zeigten sich, völlig getrennt vom eigentlichen Schüttergebiete, auch *Davos* und *Glarus* seismisch erregt, und mehrmals, wie am 1. Februar 1882, sind die Erdbebenlinien am *Rhein* und *Inn* durch eine und dieselbe Erschütterung zur Resonanz gezwungen worden. Doch können *gleichzeitige Äußerungen* der seismischen Kraft auch ganz *selbständige Ursache* haben. Den sichern Nachweis von Relaisbeben wird bei uns erst der Dienst der *Erdbebenwarten* leisten können, da man sich der Lösung solcher Probleme bei der alten Arbeitsweise nicht wesentlicher zu nähern vermochte.

Manchmal treten, wie bei Einsturzbeben von Visp, Zweisimmen und Schuls-Tarasp, bei tektonischen Beben am Jurarande (25. Januar und 13. Februar 1909 in Neuchâtel, La Chaux

de Fonds), in Chur etc. ganze *Erdbebenschwärme* auf. So verzeichnete man anläßlich des Bebens vom 25./26. Dezember 1905 in *Chur* bis zum 5. Januar des darauffolgenden Jahres fast alle Tage, zusammen 27 genauer unterschiedene Stöße und Erschütterungen, deren äußerste Grenze der 24. und 25. Januar 1906 war, so daß die Leute hinsichtlich der Zeitwahrnehmung schließlich ganz gleichgültig geworden waren. Nicht selten gab sich auch der blos makroseismischen Beobachtung eine deutliche Gliederung von Erdbeben unseres Landes in *Vorbeben, Hauptstoß* und *Nachbeben* zu erkennen.

In ungewöhnlich scharfer und übersichtlicher Art sind die von der Schweiz. Erdbebenkommission gesammelten und verarbeiteten Materialien von Dr. Ad. *Christensen* für die bündnerischen Täler östlich der Hauptrheinlinie zusammengestellt und behandelt worden[1]). Mit vollster Sicherheit kann man nach den bisher gedeuteten und festgelegten Resultaten von einer *Rheinlinie, Engadin-, Bergell-, Puschlavertal-, Adda-, Münstertal-* und *Livignolinie* sprechen. Zwischen der Rhein- und Engadinlinie dehnen sich Schüttergebiete, denen eine stärkere Vibrationstendenz in der Regel nicht mehr so deutlich nachgewiesen werden kann: *Davos, Prätigau, Schanfigg, Arosa* und *Albulatal.* Das *Bündner Oberland* von Ilanz aufwärts ist diesen schon weniger heftig erschütterten Zonen anzuschließen.

An der *Rheinlinie* vom Splügenpaß bis Bregenz am Bodensee ist *Chur* der am häufigsten erschütterte Stoßpunkt. *Die beiden Engadine und das Churer Rheintal sind jedenfalls die hervorragendsten Erdbebenherde des Schweizerlandes*! Die Rheinlinie ist häufig auch die Grenzscheide für Beben, die ihren Ursprung in der Westschweiz oder den angrenzenden französischen Alpen nehmen. Wie von ihr aus lappenförmige Stoßzonen in *Seitentäler* des *obern Rheingebiets* eingreifen können, ist bereits schon angedeutet worden; im *untern Rheintale* schwingen des Öftern die seismischen Seitenlinien *Feldkirch-Rankweil, Götzis-Dornbirn* mit, deren Erschütterungen jedoch nur selten in den Bregenzer Wald eindringen. Die Beben des

[1]) „Seismologische Studien im Gebiete der Ostalpen", Straßburger Dissertation, Leipzig 1911.

Wallgau zwischen dem Bregenzer Wald und Rhätikon sind Ausläufer von solchen, die den gewohnheitsmäßig erregten Schüttergebieten der Ostschweiz, des rheinischen Liniensystems und Rhätikons angehören.

Die *Engadinlinie* pflegt von Maloja bis Martinsbruck und Pfunds in reger Tätigkeit zu bleiben. Besonders häufig erscheinen Erdstöße im *Unterengadin,* wo Zernez, Süs, Ardez, Tarasp, Schuls, Fetan und Remüs als Einzelstoßpunkte sicher gestellt sind. Häufig greifen die Beben des Unterengadins ins *Oberengadin* hinauf, und bei größern Beben, die deutlich eine Erschütterung verschiedener Stoßlinien veranlassen, schließen sich beide Engadine zur seismischen Einheit. Die meistgenannten Stoßpunkte im Oberengadin sind Sils-Maria, Silvaplana, Pontresina, Platta-Fex, Bevers und St. Moritz; weiter unten gesellen sich ihnen Ponte, Zuoz und Scanfs zu. Die Engadinerbeben scheinen zur Hauptsache auf Bewegungen an einer seismotektonischen Linie, längs welcher besonders im Unterengadin die großartigsten Überschiebungen ganzer Gebirgsdecken bekannt geworden sind, zu beruhen. Mit Flächenerschütterungen im Engadin lösen sich nicht selten auch Spannungen an den Linien Bludenz-Landeck-Oberaudorf, in Glurns und Mals im obern Etschtal, mitunter gar an der Rheinlinie von Chur aus. Andererseits treten relaisartig Beben im Tale auf, die von weitentfernten Gebieten ausstrahlen; so sind Erschütterungen an unserer Innlinie sogar durch Beben der Vicentinischen Voralpen geweckt worden. Von Erdstößen in Pontresina bleibt es oft unentschieden, ob sie von der Engadinlinie ausgesandt wurden und dann nur durch Reflexion zur Beobachtung gelangten, oder ob der Ort der selbständige Stoßpunkt einer eigenen, vom Berninapasse her in das Engadin einmündenden Stoßlinie ist. Das *österreichische Inntal* erweist sich nach *Christensen* im obern Teile von Pfunds bis Landeck als eine viel weniger deutliche seismische Linie, während die Strecken Martinsbruck-Pfunds und Landeck-Innsbruck sehr tätig sind und markante Schütterzonen bilden. Eine regelmäßige Verteilung der seismischen Energie längs der gesetzmäßig funktionierenden Linien scheint überhaupt seltener stattzufinden. Das Unterinntal von dem am meisten erschütterten Innsbruck an bis zum Austritt ins Alpenvorland ist wieder durch eine viel frequentierte Erdbebenlinie gekennzeichnet.

Eine Fortsetzung der Engadinlinie ist anderseits die *Bergellinie,* da sich Erschütterungen auf der erstern nicht selten durchs Bergell fortpflanzen. Manchmal wird die Bergellinie auch von Beben weitentfernter Gebiete, z. B. von solchen der Rheinlinie oder von veneto-lombardischen Erschütterungen in Anspruch genommen. *Poschiavo* ist Stoßpunkt an einer durch sein Tal reichenden Erdbebenlinie, längs welcher Flächenerschütterungen an der Engadin-Bergell-, namentlich aber an der Addalinie sich häufig fortpflanzen. Die *Addalinie* ist von Sondrio bis Bormio, das zugleich als Stoßpunkt bei Beben im Ortlergebiete gilt, ganz sicher gestellt.

Schwieriger ist die Analyse der seismischen Erscheinungen in den zwischen der Rhein- und Engadinlinie gebreiteten Landschaften *Davos, Prätigau, Schanfigg, Arosa* und *Albulatal,* also im Grenzgebiete der Ost- und Zentralalpen. Hier ereignen sich Flächenerschütterungen, bei denen Zonen mit stärkerer Schüttertendenz schon weniger ausgesprochen erscheinen. *Davos* ist z. T. selbständiger Stoßpunkt und wird andernteils durch Resonanzwirkung bei entfernter auftretenden Beben und großen Flächenerschütterungen stark beansprucht. Mit Davos wird oft das Prätigau, namentlich Klosters erschüttert. Wahrscheinlich ist die Existenz einer *Prätigaulinie. Arosa,* sehr häufig erschüttert, läßt in seinem seismischen Verhalten keine rechte Gesetzmäßigkeit erkennen; seine Beben treten häufig mit solchen im Prätigau, auf der Lenzerheide, in Chur, Filisur und Splügen auf. *Arosa, Schiers, Filisur* und *Splügen* dürfen auch als selbständige Stoßpunkte gelten.

Das *Münstertal* stellt eine eigene, stark und häufig tätige Erdbebenlinie dar; die Erdbebenfrequenz von Sta. Maria erreicht nahezu die des Engadins. Erschütterungen am Rambach werden nicht selten auch im obern Addatale, Oberengadin-Bergell und in Livigno verspürt; daß mit dem Münstertal auch der obere Vintschgau mitschwingt, ist selbstverständlich. Nicht selten kommen aus dem Münstertale Erdbebenberichte, die in der gesamten Schweiz ohne Echo bleiben, woraus sich die besondere Wichtigkeit guter Beobachtungen in Bündens Grenzgebieten ohne Weiteres ergibt. Das *Livignotal* dürfte, wie das Puschlav, eine seismische Linie darstellen. Livigno ist teils selbständiger

Stoßpunkt, teils wird es erregt bei Erdbeben, die längs der Adda- und Rambachlinie auf ganzen Flächen auftreten. Eine rege Erdbebentätigkeit kennzeichnet weiter den Bruchrand der *Lombardischen Alpen* gegen die Poebene, wo besonders Bergamo, Pontoglio und Brescia als Einzelstoßpunkte erscheinen; zuweilen hängen mit ihr Addabeben und durch diese noch Erschütterungen in der Süd- und Südostschweiz zusammen.

Fragen wir noch nach der Verbreitung der Erdbeben im *westlichen Graubünden*, links der Hauptrheinlinie, so erscheint es auffallend, daß das *Oberland* mit Ausnahme der Zone Tamins-Trins-Flims-Ilanz in der schweiz. Erdbebenstatistik im Ganzen weniger oft genannt wird als die meisten der aufgeführten Talschaften. Die Erdbeben des *Untern Oberlandes* bis *Flims-Ilanz* oder bis *Waltensburg* fallen meist zusammen mit Beben des vereinigten Rhein- und Hinterrheintales, wobei häufig auch *Safien* mitschwingt; wesentlicher westlich davon sind Erschütterungen des Oberlandes seltener. Die Beben dieses Gebiets gehören entweder zu den *allgemein ostschweizerischen Beben* oder zum Gebiet der *Glarner Überschiebung*, dieses großartig gestörten Stückes der Erdrinde, und korrespondieren dann mit Erschütterungen in Glarus und im alpinen St. Gallen, oder sie treten als Flächenbeben mit Erschütterungen von *Mittelbünden* (Filisur, Arosa, Chur, Schanfigg etc.) auf, an denen jedoch mehr als die Osthälfte des Oberlandes sich in der Regel nicht zu beteiligen pflegt. Rheinbeben manifestieren sich manchmal gar nicht im Oberland, ebenso Linthtalbeben des Kantons Glarus. In andern Fällen hängt diese Zone des westlichen Bünden mit der seismischen Tätigkeit im *Tessin, Misox* und *Urserntal* zusammen. Als verhältnismäßig häufig erschüttert gelten die Ortschaften Flims, Ilanz, Somvix, Trins, Waltensburg, Laax, Valendas-Versam, Vals, Safien und Disentis. Unter ihnen geben sich *Flims, Ilanz* und *Somvix* als selbständige Stoßpunkte zu erkennen; beim rheinischen Beben vom 25. Dezember 1905 wurde Somvix noch mit der Intensität VII sekundär erregt. *Vereinzelte Orte* mit Erdstößen liegen westlich der Hauptrheinlinie wieder weniger zahlreich verteilt als im Osten derselben, worauf *Dr. Lorenz* 1894 bereits aufmerksam gemacht hat. Nach *Pl. a Spescha* wären Erdbeben im *Tavetsch* früher häufig gewesen. Da *Ursern-*

ta l und *Oberland* mehrfach seismisch zusammengingen, so darf man trotz des angeführten wenig einheitlichen Verhaltens des letztern doch mit großer Wahrscheinlichkeit die Existenz einer *Oberlandlinie* annehmen.

Misox und *Calanca* werden in erster Linie von Erschütterungen im *Tessin* berührt. Das lombardische Beben vom 27. November 1894 zog mit dem Tessin und Misox auch das Bergell und die beiden Engadine in seine große Schütterfläche. Als lokale Stoßpunkte werden besonders *Grono* und *S. Bernardino* genannt.

So begann sich allmählich eine Gesetzmäßigkeit in der Verteilung und Art der Fortleitung der Erderschütterungen in unserm Lande mit einiger Deutlichkeit zu enthüllen. Aber wir sind noch weit entfernt davon, für die aus der Tiefe sich äußernden geheimnisvollen Kräfte Schlußfolgerungen betreffs ihrer wahren, primären Ursachen zu machen und auf sichern geologisch-tektonischen Grundlagen die Bewegungsvorgänge erklären zu können. —

Eine *Periodizität* der Erdbeben in der Schweiz läßt sich nach *Dr. Früh's* Zusammenstellungen von 1880—1909 darin erkennen, daß in der *Nacht* und im *Winter* mehr Erschütterungen auftreten, als während des *Tages* und im *Sommer*, welches Ergebnis makroseismischer Beobachtung aber auch mit dem Umstande, daß Personen in der *Ruhelage* empfindlicher sind als während der Zeit der *Tätigkeit*, zusammenhängt. Auf den Winter entfielen über die Hälfte mehr Stöße (37,8%) als auf den Sommer (15,5%); der Frühling partizipierte mit 23,2, der Herbst mit 23,5% Erschütterungen. Daß im *Winter* die doppelte bis Zweidrittel-Zahl der Erdbeben einer Gegend gegenüber dem *Sommer* auftritt, ist eine allgemeine Erfahrung. Aller Wahrscheinlichkeit nach steht dieses Resultat mit dem *Perihel*, der Erdnähe (Winter) und dem *Aphelium* (Erdferne) in Beziehung, Jedenfalls läßt sich auch ein gewisser Einfluß der Anziehungskraft des *Mondes*, die doch die *Gezeiten* (Flut und Ebbe) bewirkt, auf die Erdkruste nicht abweisen. Daß aber diese Himmelskörper bei Erschütterungen auf unserm Planeten eine so dominierende Rolle spielen, wie *Rudolf Falb* angenommen, hat sich wissenschaftlich nicht haltbar erwiesen. Eine Erfahrungs-

tatsache ist, daß sich viele Erdbeben bei starken *Luftdruck-Depressionen* ereignen, da Spannungen innerhalb der Erdkruste durch solche oberflächliche Entlastungen leichter ausgelöst werden können. Auch in der Schweiz haben solche Beobachtungen mehrfache Bestätigung gefunden.