

Das Erdbeben von Belluno am 29. Juni 1873 und die Falb'sche Erdbeben-Hypothese.

Von Prof. Dr. Hoernes.

(Mit 1 Abbildung.)

Ueber das Erdbeben von Belluno wurde bisher eine ziemlich grosse Anzahl von grösseren und kleineren Abhandlungen veröffentlicht, von denen als besonders wichtig, jene von Pirona-Taramelli*), Bittner**), G. v. Rath***) und Höfer†) hervorzuheben sind. Es mag daher befremden, wenn ich hier abermals auf dieses Thema zurückkomme, es geschieht dies jedoch aus doppeltem Grunde. Erstlich differiren die Ansichten über das Centrum und die Stosslinien ungemein, und glaube ich bei Gelegenheit der im Sommer 1876 im Auftrage der geologischen Reichsanstalt durchgeführten Detailaufnahme der Gegend unwiderlegliche Beweise für das Zusammenfallen der von Bittner nachgewiesenen Stosslinien mit wirklichen Querbrüchen gefunden zu haben. Zweitens schien es mir geboten, den zwar sehr geistreichen, aber jedes positiven Haltes entbehrenden Hypothesen R. Falb's über die Ursache der Erdbeben gerade hinsichtlich jener seismischen Erscheinung entgegenzutreten, welche den Anstoss zum Erscheinen

*) Sul Teremoto del Bellunese del 29. Giugno 1873 — Relazione de Prof. Pirona e Taramelli.

**) A. Bittner: Beiträge zur Kenntniss des Erdbebens von Belluno, Sitzungsber. d. k. Akademie d. Wissensch., 69. Bd., 1874, p. 541.

***) G. v. Rath: Das Erdbeben von Belluno am 29. Juni 1873. Neues Jahrbuch für Mineralogie etc. 1873, p. 70.

†) H. Höfer: Das Erdbeben von Belluno am 29. Juni 1873. Sitzungsbericht d. k. Akademie d. Wissensch., 74. Bd., 1876.

seines sattsam bekannten Buches über Vulcanismus und Erdbeben*) gab.

Beobachten wir die Hauptmomente der seismischen Erscheinung vom 29. Juni 1873, so sehen wir zunächst, dass sich drei Districte unterscheiden lassen, die vom Erdbeben besonders hart betroffen wurden, nämlich erstens die Orte im Piavethal von jener Stelle an, wo der Fluss durch das Thor zwischen Mte. Dolada und Mte. Serva aus der engen Felsschlucht tritt, die seinen Oberlauf bildet, bis in die Umgebung von Belluno, zweitens die Ortschaften im Becken von Alpago, östlich von Belluno, und endlich drittens, die Umgebung von Ceneda im Süden. Die am stärksten betroffenen Ortschaften sind Belluno mit den nahe gelegenen Visome, Capo di Ponte, Polpet, Soccher, Pieve d' Alpago, Puos, Farra, St. Croce, Cima Fadalto und weit im Süden S. Pietro di Feletto. Die Intensität der Erschütterung war in diesem kleinen Gebiete eine sehr bedeutende, und kann, wie Bittner bemerkt, jener der grössten Erdbeben an die Seite gesetzt werden. Auffallend ist die Schwäche der Erscheinung auf dem niedrigen Bergrücken, der die Mulden von Belluno und Alpago scheidend vom Mte. Faverghera bis gegen Capo di Ponte (Ponte nell'Alpi) sich hinzieht. Die auf diesem, Col di Pera genannten Rücken gelegenen Ortschaften, wie Quantin, Sossai, Roncan, Lastreghe, Cugnan, Vich und Cadola haben fast gar nicht unter dem Einflusse der Erschütterung gelitten. Bittner leitet hieraus, sowie aus den Stossrichtungen die Existenz zweier Stosslinien ab, deren eine durch das Querthal von St. Croce, die zweite durch die Thalschlucht des Piave von Ferrarolo bis Capo di Ponte angedeutet ist. Er bemerkt, dass auf der ersteren Linie im Jahre 1859 das Erdbeben von Collalto bei Barbisano am Soligo sich ereignete dass in der dem Hauptstoss folgenden Phase des Erdbebens von Belluno (bis 13. December wurden nicht weniger als 95 Stösse gezählt) wiederholte Stösse bald auf der einen, bald auf der andern Linie stattfanden, die auf der andern nicht bemerkt wurden; er verwies auf die der Querspalte von St. Croce analogen Quer-

*) R. Falb: Gedanken und Studien über den Vulcanismus mit besonderer Beziehung auf das Erdbeben von Belluno und die Eruption des Aetna am 29. August 1874. — Graz, 1875.

thäler des Lago Maggiore, Lago di Lugano, Lago di Como, Lago d'Iseo, Lago d'Idro u. s. f. und erinnert an die häufig an denselben auftretenden Erdbeben.

Ich hatte nun, wie Eingangs bemerkt, im Jahre 1876 bei der geologischen Detailaufnahme der Gegend Gelegenheit, die thatsächliche Existenz der von Bittner angenommenen Spalten zu beobachten. Was zunächst die Thalschlucht Ferrarolo—Capo di Ponte (oder Ponte nell'Alpi, wie der Ort gegenwärtig häufiger genannt wird) anlangt, so fällt sie unzweifelhaft mit einem grossen Querbruche zusammen, was man am deutlichsten in der Umgebung von Longarone ersehen kann, wo auf der rechten Seite des Thales die oberjurassischen, rothen Knollenkalke bis in den Thalgrund herabsetzen, während sie auf der linken viel höher liegen. Man bemerkt dort mehrere Parallelbrüche, die alle die Richtung NNO zeigen und in Folge deren gegenüber von Longarone, Lias, Jura und Neocom in dreifacher Wiederholung auftreten. Das Vorhandensein eines grossen Querbruches auf der Linie Capo di Ponte—Perrarolo wird dadurch unverkennbar, was um so bemerkenswerther ist, weil die Fortsetzung dieser Linie genau Zell am See trifft, wo die Erschütterung am 29. Juni 1873 so heftig war, dass Bittner geneigt ist, daselbst ein secundäres Erschütterungsgebiet anzunehmen. Die Querspalte von Santa Croce, welche parallel der Spalte des Piavethales liegt und als deren überspringende Fortsetzung aufgefasst werden kann, zeigt noch interessantere Verhältnisse. Wir haben es hier nicht nur mit einem Querbruche, sondern auch mit einer höchst bedeutsamen, tectonischen Linie zu thun, auf welcher eine Verschiebung der angrenzenden Gebirgstheile stattgefunden hat. Die Mulde von Belluno ist von der oberitalienischen Ebene durch einen Höhenzug getrennt, der vorzugsweise aus Kreideformation (Biancone und Scaglia) besteht. Darüber folgen auf beiden Seiten tertiäre Ablagerungen, wir haben es also mit einem regelmässigen antiklinalen Höhenzug zu thun. Am Querbruche von St. Croce erscheint derselbe wie abgeschnitten. Steil stürzen die Berge der Kreideformation, in welchen hier (am Mte. Pascolet) mächtige Hippuriten-Kalkmassen auftreten, zum Lago di Croce ab. Auf der andern Seite des Querthales aber findet der antiklinale Höhenzug keine unmittelbare Fortsetzung, das Plateau des Bosco del Cansiglio, welches dem Zuge des

Col Vicentin entsprechen würde, liegt um ein gutes Stück südlicher und tritt wie eine Bastion aus der ersten Walllinie am Südfusse der Alpen in die oberitalienische Ebene hinaus. Doch finden sich auf der Ostseite der Bruchlinie genau dieselben Formationsglieder wieder, wie an der Westseite. Wir beobachteten im Becken von Alpage ebenso wie in der Mulde von Belluno als oberstes Glied der Kreideformation die rothen Mergel der Scaglia, darüber eocäne Flysch und untermiocäne Mergel und Sandsteine, die Schichten von Schio. Die beiden Tertiärablagerungen stossen aber nicht zusammen, sondern sind wie die beigegebene Skizze zeigt, in Folge der Verschiebung durch Ablagerungen der Kreideformation getrennt. Aehnliches findet sich am Rande der oberitalienischen Ebene, nur dass hier die Eocänschichten fehlen, die wohl nur durch die transgredirenden Schioschichten verdeckt sind. — Diese Verschiebungsspalte von St. Croce ist die Hauptstosslinie des Erdbebens von Belluno, sie trifft die zerstörten Orte des Alpagebietes im Norden, S. Pietro di Feletto, wo das Erdbeben durch Einsturz der Kirche die meisten Menschenopfer forderte, im Süden, und noch weiter verlängert, Schloss Collalto, den Stosspunkt des Erdbebens von 1859. Es kann daher meines Erachtens die Richtigkeit der Bittner'schen Beobachtung nicht länger in Zweifel gezogen werden. Herr Professor Hans Höfer in Klagenfurt hat versucht, zwei andere seismische Linien zur Erklärung des Erdbebens von Belluno zu verwenden, die er als Adriaspalte und als Laibacherspalte anführt. Den eigentlichen Mittelpunkt des Erdbebens sucht er durch Construction eines pleistoseisten Kreises und einer Homoseiste zu ermitteln. Was die letzte Linie anlangt, welche jene Orte verbindet, die zur selben Zeit (5 U. 0 M. Morgens) von der Erschütterung getroffen wurden, so zeigt sie sehr bedeutende Ausbuchtungen nach Nordwest, Südost und Ost. Die Linie ist so unregelmässig, dass zu ihrer Erklärung von Höfer zwei in Wirklichkeit nicht existirende Spalten angenommen werden. Hinsichtlich der einen dieser Spalten, der Adria Spalte, welche unser Gebiet in der Richtung SO—NW durchschneidet, bemüht sich Höfer geologische Nachweise für ihre Fortsetzung in den Thälern des Cordevole und des Enneberg herbeizuziehen, welche er den Werken von Fuchs, Klipstein, Richthofen und Loretz entnimmt. Da ich in den Jahren 1874, 1875 und 1876 das fragliche Terrain

als Aufnahmsgeologe zu begehen hatte, muss ich die Existenz einer Spalte Enneberg – Cordevoletal entschieden in Abrede stellen. Höfer hat die von ihm angezogenen Stellen in den Werken von Fuchs und Klipstein unrichtig gedeutet, die von Loretz beobachteten Dislocationen sind, wie von Mojsisovics gezeigt wurde*) viel geringfügiger, als Höfer annimmt, und beschränken sich zumeist auf Absetzungen an steilen Thalgehängen, die mit der Thalbildung im Zusammenhang stehen und die Verwerfung am Set Sass, welche Höfer nach Richthofen anführt, stellt sich als einer jener ausserordentlich seltenen Fälle heraus, in welchen man diesem grossen Geologen einen Beobachtungsfehler vorwerfen darf. Was die „Laibacherspalte“ anlangt, so ist Höfer's geologischer Nachweis derselben ebensowenig stichhältig, als jener der „Adriaspalte“. Ich konnte allerdings am Nordrande der Mulde von Belluno eine grosse Bruchlinie als Grenze des Hochgebirges beobachten, doch zeigt dieselbe eine Richtung von West-Süd-West nach Ost-Nord-Ost, parallel der grossen Bruchlinie Val-Sugana, Agordo, Cadore, stimmt also gar nicht mit der von Höfer vorausgesetzten Richtung überein und stand überdies nicht im nachweislichen Zusammenhang mit den seismischen Erscheinungen vom 29. Juni 1873. Der pleistoseiste Kreis Höfer's erscheint sehr willkürlich angenommen, da das südlich gelegene Gebiet von Vittoria weit ausserhalb desselben liegt; während doch nach übereinstimmenden Berichten die Gewalt der Erschütterung hier sehr gross war, wie dies schon aus dem Einsturze der Kirche von S. Pietro di Feletto erhellt. Ich halte es demnach für irrig, wenn aus dem willkürlich angenommenen pleistoseisten Kreise: Farra, Puos, Arsié, Belluno das Epicentrum als ein $\frac{3}{4}$ Kilometer nordwestlich von Quantin gelegener Punkt unter $46^{\circ}7'4''$ nördl. Breite und $9^{\circ}57'4''$ östlicher Länge v. Paris abgeleitet wird. Höfer hebt hervor, dass der pleistoseiste Gürtel in Form eines Kreises den Col di Pera umschliesse, und dass der Umstand der geringen Beschädigung der auf diesem niedrigen Höhenzuge befindlichen Ortschaften sehr gut mit der Ansicht Mallet's und

*) Vergl. Dr. Edm. v Mojsisovics: Notizen zur Geologie des süd-tirolischen, triadischen Tuffgebietes. Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt. 1874 Nr. 12, p 290.

v. Seebach's übereinstimme, nach welcher die horizontale Componente der Stosskraft, welche die grösste verheerende Wirkung ausübt, ihr Maximum nicht im Epicentrum, sondern in einem Kreise um dasselbe erreiche. Meiner Ueberzeugung nach sind die Ortschaften auf dem Col di Pera deshalb fast gänzlich von der Zerstörung verschont geblieben, weil sie auf festem Terrain der Kreideformation (Biancone und Scaglia) liegen, während die unmittelbar benachbarten, auf Tertiär- und Diluvial-Boden liegenden Orte in der grässlichsten Weise mitgenommen wurden. Die beiden, von Bittner nachgewiesenen Stosslinien, die, wie ich zu zeigen versuchte, mit zwei grossen Querbrüchen zusammenfallen, liegen rechts und links von Col di Pera. Dass nur der Untergrund an dieser auffallenden Erscheinung Schuld trägt, zeigen am besten die benachbarten Orte Cadola und Soccher, letzterer, auf praeglacialen Diluvialbildungen gelegen, wurde fast gänzlich zerstört; Cadola, am äussersten Rande des Col di Pera, aber noch auf Scaglia gelegen, blieb von der Verwüstung fast gänzlich verschont. Aehnliches gilt von dem zweiten Epicentrum, welches Höfer mit einem kleineren pleistoseisten Kreis bei Cornei annimmt.

Ich glaube demnach, dass die Ausführungen Höfers nicht im Stande sind, die Ansichten Bittner's zu widerlegen, sondern vielmehr, dass die letzteren allein Berechtigung haben, bei der Erklärung der seismischen Erscheinungen von Belluno berücksichtigt zu werden.

Es sei mir gestattet, hieran noch einige weitere Erörterungen zu knüpfen, die sich auf die Ursachen der grösseren Erderschütterungen beziehen.

Erschütterungen des Bodens können durch sehr verschiedene Ursachen hervorgebracht werden und wir können der Hauptsache nach drei Kategorien von Erdbeben unterscheiden.

1. Einsturzerdbeben, die wohl bisher nur an sehr wenig Stellen wirklich beobachtet wurden; Detonationen, die in der Regel mit geringen Erschütterungen des Bodens verknüpft, an ein und derselben Stelle durch verhältnissmässig lange Zeit wiederkehren. Hieher dürfte das Schallphänomen von der Insel Meleda und jenes vom Mte. Tomatico bei Feltre zu stellen sein.

2. Vulcanische Erdbeben, die lediglich durch die Stösse erzeugt werden, welche die entweichenden Gase (vorwaltend

überhitzter Wasserdampf) hervorbringen. Die Erscheinung trägt in ausgezeichneter Weise den Explosionscharakter und ist trotz ihrer furchtbaren Grossartigkeit nur local.

3. Jene Erdbeben, die in unmittelbarem Zusammenhang stehen mit der gebirgsbildenden Thätigkeit (auch die vulcanischen Erdbeben sind, wie alle vulcanischen Erscheinungen eine indirecte Folge derselben). Ich möchte diese seismischen Erscheinungen unter dem Namen der „tectonischen Erdbeben“ zusammenfassen, weil sie in der Entstehung und dem Aufbau der Gebirge ihre Ursache haben. Die grossen Kettengebirge, die Alpen, Pyrenäen, Apenninen, Karpathen u. s. f. sind Resultate der horizontalen Verschiebung und Faltung der Erde — wahrscheinlich hervorgerufen durch grosse Einsenkungen. Die durch Dana und S u e s s ausführlich begründete Ansicht von der Entstehung der Kettengebirge durch das Vorhandensein grosser Depressionsgebiete wurde den Mitgliedern unseres Vereines durch Herrn Professor Standfest in so klarer und übersichtlicher Weise dargelegt, dass ich dieselbe wohl als bekannt voraussetzen darf. Alle Kettengebirge zeigen einen einseitigen Bau, und an ihrem inneren, der Depression zugekehrten Rande grosse Störungen und Brüche, welche oft vulcanische Eruptionen herbeiführten. Die grossen Erdbeben nun sind unmittelbare Folgewirkungen des Faltenwerfens und der Verschiebung der Erdrinde. Häufig findet das Beben auf Querbrüchen statt, die sich bei näherer Betrachtung als Verschiebungslinien enthüllen. Grössere und kleinere Querbrüche sind in den Alpen eine sehr häufige Erscheinung, sie zeigen entsprechend dem Bogen derselben eine sehr charakteristische radiale Stellung und sind häufig habituelle Stosslinien der Erdbeben. Die Erschütterungen am Gardasee, am Lago d'Idro, am Lago Maggiore und endlich das Erdbeben vom 29. Juni 1873, das seinen Hauptsitz am Lago di Croce hat, sind die auffallendsten Belege hiefür. Es gibt kein Gebiet, welches so lehrreich für das Studium des Zusammenhanges der Gebirgsbildung und der seismischen Erscheinungen wäre, als jenes der Ostalpen. Die eigentlichen Erdbebenherde liegen hier in den Querspalten, welche so zahlreich in den ersten, an die oberitalienische Ebene und das adriatische Meer anstossenden Faltenlinien der Südalpen sich finden. Auf diesen Spalten können wir eine ganz ähnliche Wanderung der

Stosspunkte beobachten, wie sie von Suess für die calabrischen Erdbeben nachgewiesen wurde*). Ich erinnere in dieser Hinsicht namentlich an die lange Reihe von Erschütterungen, welche dem Erdbeben von Klana in Istrien im Jahre 1870 vorangingen und folgten. Wir besitzen zwar durch D. Stur**) eine äusserst sorgfältige chronologische Zusammenstellung dieser seismischen Erscheinung, es scheint jedoch nicht, dass sie die verdiente Beachtung gefunden habe.

Kehren wir zu unserer Stosslinie von St. Croce zurück, welche in so ausgezeichnete Weise den Zusammenhang der Gebirgsbildung und der Erdbeben bestätigt, so sehen wir uns sogar in der Lage, den Zeitpunkt annähernd zu fixiren, in welchem die Verschiebung der angrenzenden Gebirgtheile begann, welche dem als Erdbebenstosslinie figurirenden Querbruche die Entstehung gab. Die Schioschichten erscheinen noch mit verschoben, es kann also das Ereigniss nicht vor der Mitte der Miocänperiode begonnen haben — andererseits muss dasselbe bereits in der Mitte der Diluvialepoche bis zur Bildung des Querthales von St. Croce gediehen sein, da wir sonst in demselben nicht die schönen Endmoränen des alten Piavegletschers beobachten könnten, welche daselbst den Lago di Croce und Lago Morte abdämmen***). Dass die Bewegung noch heute ruckweise fort dauert, lehren uns die Erdbebenerscheinungen, die offenbar nichts anders sind, als Erschütterungen, die bei der Verschiebung und dem Spaltenwerfen der Erdkruste entstehen.

Bittner weist mit Recht am Schlusse seiner Abhandlung über das Erdbeben von Belluno auf die Unmöglichkeit hin, die neueren Ansichten über die Entstehung der Kettengebirge mit der Falb'schen Erdbeben-Hypothese in Einklang zu bringen. Falb hat hierauf in seinen „Gedanken und Studien“ zu erwidern versucht, indem er sich in etwas unklarer Weise gegen die Dana'sche

*) Vergl. E. Suess: Die Erdbeben des südlichen Italien, Denkschr. d. k. Akademie d. W. 34 Bd. 1874.

**) D. Stur: Das Erdbeben von Klana im Jahre 1870; Jahrbuch d. k. k. geologischen Reichsanstalt, 21 Bd. 1871.

***) Falb hat dieselben fälschlich für Bergstürze gehalten, die durch ein Erdbeben im Jahre 365 verursacht worden sein sollen. (Sirius 1873, Heft XI).

Theorie von der Entstehung der Gebirge ausspricht, wohl desshalb, weil er sich scheut, dem amerikanischen Geologen offen entgegen zutreten, wie denn Falb überhaupt einer eigentlich geologischen Erörterung bei Beleuchtung seiner Fluth-Hypothese sorgsam aus dem Wege geht. Dem Bittner'schen Verzeichniss der Stösse von Belluno stellt Falb ein anderes abweichendes gegenüber, das meiner individuellen Ueberzeugung nach für die behauptete Periodicität willkürlich präparirt ist. Es ist freilich sehr bequem, starke Stösse einfach abzuleugnen, wenn sie mitten zwischen die Hochfluthtage fallen. Ob ein solches Vorgehen aber geeignet ist, in den Augen vorurtheilsloser Kritiker die Falb'sche Hypothese zu retten, scheint mir sehr fraglich.

Es wird derselben übrigens jeder Halt entzogen durch die neuen Anschauungen über das Erdinnere. Falb geht zur Erklärung der Erdbeben von einem glühend flüssigen Erdkern aus, der, wie das Weltmeer, seine durch Mond und Sonne hervorge-rufene Fluth haben soll. Neueren Anschauungen zufolge existirt ein feurigflüssiger Erdkern, wie ihn Falb zu seiner Hypothese braucht, gar nicht, während er früher allgemein angenommen wurde. Zweifel an der Flüssigkeit des Erdinnern wurden schon in den Vierziger Jahren aus der Betrachtung der „Präcession und Nutation“ also auf astronomischem Wege, abgeleitet *). Die Berechnung zeigt, dass ein grosser Theil der Erde starr sein müsse und die Dichte der festen Kruste gleich dem fünften oder selbst dem vierten Theile des Radius zu setzen sei. Zu ähnlichen Schlüssen gelangt Thomson. — Wenn die astronomische Berechnung verlangt, dass nur ein verhältnissmässig kleiner Kern flüssig sei — oder was dasselbe Resultat hätte; ein grösserer Theil sei so zähflüssig oder „viscos“ dass er den bewegenden Einflüssen nicht leicht zu folgen im Stande wäre, so wird dies auch durch die Erwägung bestätigt, dass im Innern der Erde schon vermöge des Druckes der lastenden Schichten eine so grosse Dichte herrschen müsse, dass man das Erdinnere als starr bezeichnen könne. Ich erinnere in dieser Hinsicht an den bekannten

*) Hopkins: Phil. trans. London 1839. II., 1840 I., 1842 I. Thomson: Transactions of the Royal Society of Edinburgh 1862, spricht sich ebenfalls gegen die Flüssigkeit des ganzen Erdinnern aus und ebenso E. Liais, alle aus astronomischen Gründen.

Satz, dass nach Mariotte's Gesetz die Luft in einer Tiefe von elf Meilen schon so dicht sein müsste, dass Gold auf derselben schwämme. In Folge des hohen, gegen die Tiefe immer zunehmenden Druckes muss das Innere der Erde starr sein, es besitzt jedoch eine so hohe Temperatur, dass in dem Momente, in welchem durch irgend eine Störung, einen Riss in den auflagernden Schichten z. B. eine Entlastung eintritt, die nur durch den Druck verfestigte Materie flüssig wird und in Folge der im Magma enthaltenen überhitzten Liquida zur Eruption gelangt. Ausführlich findet sich dies dargelegt in dem vor kurzem erschienenen trefflichen Werke Reyer's*) über die Physik der Eruptionen, von welchem wir gerade zu eine Umgestaltung der herrschenden Ansichten über Vulcanismus erwarten dürfen.

Falb hat allerdings an einer Stelle, die durch Druck verfestigte, aber der Potenz nach flüssige Beschaffenheit des Erdinnern als möglich hingestellt, und die Ansicht ausgesprochen, eine solche Beschaffenheit widerstreite seiner Theorie des Vulcanismus keineswegs. Er sagt wörtlich:

„Wenn man aber behauptet, der grosse Druck bringe im Erdinneren eine so bedeutende Dichte des flüssigen Kernes hervor, dass man ihn als fest bezeichnen müsste, so ist meines Erachtens gar kein besonderer Scharfsinn nothwendig, um herauszufinden, dass, wo bei sehr hoher Temperatur eine grosse Dichte oder „Erstarrung“ nur durch immensen Druck bewirkt wird, der Erstarrungsgrad mit dem Schwanken des Druckes gleichfalls schwankt und daher von einer dauernden und einförmigen Erstarrung des Innern analog dem Zustande der äussersten Kruste keine Rede sein kann. Partien, die heute durch den höheren Druck starr sind, müssen — bei anhaltend hoher Temperatur — morgen, wenn der Druck geringer wird, an Starrheit verlieren. Dies gilt namentlich von jenen Partien des Inneren, die in der Uebergangsregion von der Kruste zum Kerne liegen. Ja, der ganze Kern würde augenblicklich vollkommen flüssig zugleich aber auch bedeutend abgekühlt — werden, wenn man ihn von dem Drucke der überlastenden Schichten befreite. Mit diesen

*) Dr. E. Reyer: Beitrag zur Physik der Eruptionen und der Eruptiv-Gesteine. — Wien, A. Hölder 1877.

wenigen Worten ist der Standpunkt fixirt, den man, nach meiner Meinung, in dieser Frage einzunehmen hat. Aus einem solchen Kern kann fort und fort Flüssiges in die Canäle eindringen; er widerstreitet daher unserer Theorie des Vulcanismus keineswegs“.*)

Allein sobald wir einmal die starre Beschaffenheit des Erdinnern angenommen haben, müssen wir consequenter Weise auch die Bewegung desselben durch Ebbe und Fluth verneinen und die Falb'sche Erdbeben.-Hypothese ist mit der Annahme eines festen (wenn auch durch Entlastung partiell verflüssigbaren) Erdinneren hinfällig. Es ist zwar nicht zu leugnen, dass die wechselnde Anziehungskraft des Mondes und der Sonne nicht ohne Einfluss bleiben kann auf die starre Erdmasse, und dass eine locale Entlastung durch die Anziehungskraft der beiden Himmelskörper stets hervorgebracht werden muss. Diese Entlastung aber ist gegenüber dem enormen Druck, von dessen Grösse wir oben ein Beispiel gegeben haben, vollkommen wirkungslos — wenn sie nicht zusammenfällt mit einer anderen, in gleichem Sinne sich geltendmachenden Kraft.

Als solche haben wir in erster Linie, wie bereits oben bemerkt, die Gebirgsbildung anzusehen. Durch die Reye'r'sche Erklärung wird auch Licht verbreitet über den Zusammenhang, in welchem die Gebirgsbildung mit dem Auftreten der Vulcane steht. Am Rande der grossen, durch Contraction des sich abkühlenden Planeten entstandenen Depressionen bilden sich durch horizontale Verschiebungen, Faltensysteme: Gebirge, an deren innerer, der Depression zugekehrter Seite entstehen zahlreiche Risse, Störungen, Verwerfungen. Diese bewirken Entlastung der tieferen Erdschichten, Verflüssigung derselben und Eruption durch Volumvermehrung des Magma in Folge der eingeschlossenen Liquida, die sich bei der Entlastung ausdehnen. Die Erdbeben aber sind ihrem grösseren Theile nach nicht sowohl versuchte Eruptionen, als lediglich Erschütterungen der sich verschiebenden Erdrinde, hervorgerufen durch die horizontale Bewegung derselben ohne jede abyssodynamische Thätigkeit — dies lehrt schon die directe Beobachtung, welche den Erdbebenherd stets in geringer Tiefe suchen lässt.

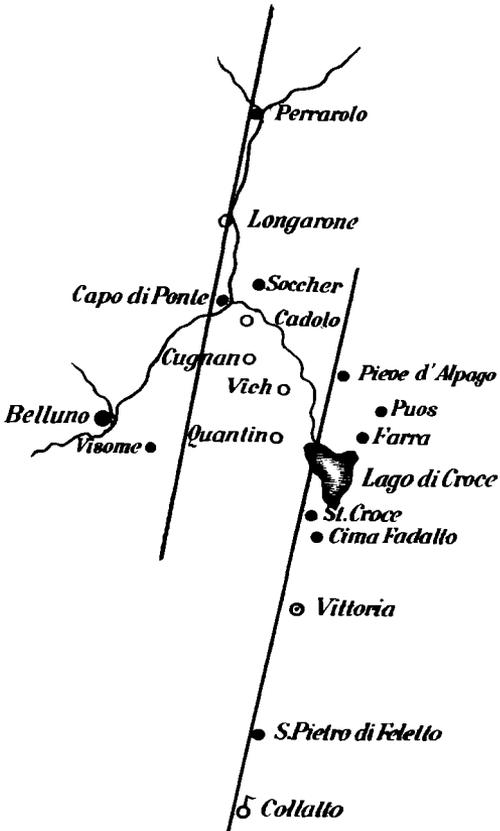
*) R. Falb: Gedanken und Studien über den Vulcanismus, pag. 171.

Das Erdbeben von Belluno, dessen Hauptstosslinie, wie wir oben gesehen haben, mit dem als Verschiebungslinie zu betrachtenden Querbruche von St. Croce zusammenfällt, ist einer der schönsten Beweise für die Abhängigkeit der Erdbebenerscheinungen von der Gebirgsbildung, und es ist dies um so interessanter, als dieses Erdbeben einen jener Hauptbeweise liefern sollte, welche Falb in seinen „Gedanken und Studien“ für die von ihm zuerst in seinen „Grundzügen zu einer Théorie der Erdbeben und Vulcanausbrüche“ dargelegten Ansichten herzustellen bemüht war.

Dass hie und da Erschütterungen des Bodens durch Einstürze herbeigeführt werden können, dass in der Nähe von Vulcanen die bei der Eruption aus dem flüssigen Magma ausgestossenen Gase locale Erdbeben hervorzubringen im Stande sind, soll ebensowenig geleugnet werden, wie die thatsächliche Einwirkung der Sonne und des Mondes auf die vulcanischen Erscheinungen. Nur muss hervorgehoben werden, dass die letztere unendlich viel seltener sich geltend zu machen in der Lage sein wird, als Falb glauben machen will. An einzelnen Punkten und in seltenen Fällen mag die durch die wechselnde Anziehungskraft der Sonne und des Mondes herbeigeführte Entlastung ein sichtbares Resultat in dieser Richtung haben — wie wir es ja auch hinsichtlich der Verminderung des Luftdruckes durch Stürme beobachten können, die an manchen Kratern eine erhöhte Thätigkeit hervorruft.

Von einer förmlichen Ebbe und Fluth des glühend flüssigen Erdinnern aber kann nach alldem nicht die Rede sein, und wir müssen Falb's Erdbeben-Hypothese, so geistreich sie ist, und so scharfsinnig ihr Autor die Vermittlung zwischen dem fluthenden Kern und der Oberfläche durch unterirdische Vulcanerscheinungen herbeigeführt wissen will, ebenso zurückweisen, wie die unendlich rohere Perrey's, welche die Erdbeben durch das directe Anschlagen der Fluthwellen des flüssigen Erdinnern an die Kruste zu erklären bestrebt ist.

I.



I.

Die Stosslinien des Erdbebens von Belluno

am 29. Juni 1873

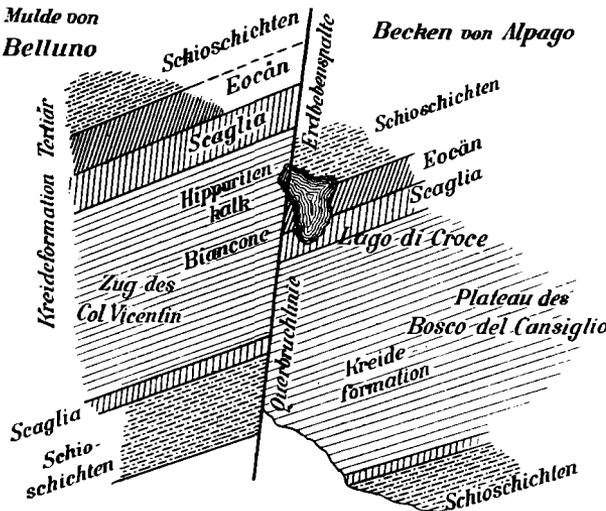
(nach A. Bittner).

Stark erschütterte Punkte,
Orte grosser Zerstörungen.

⊙ Orte, an welchen die Erscheinung minder heftig war.

♂ Collalto, Stosspunkt des Erdbebens von 1859.

II.



II.

Die Querbruchlinie von St. Croce als Verschiebungslinie und Erdbebenspalte.

Oberitalienische Ebene.