

Carinthia.

Zeitschrift für Vaterlandskunde, Belehrung und Unterhaltung.

Herausgegeben vom

Gesellschaftsvereine und naturhistorischen Landesmuseum in Kärnten.

N^o 5. **Sechshundstebsenzigster Jahrgang.** **1881.**

Die Erdbeben im Allgemeinen und das Agramer Erdbeben vom 9. November 1880 insbesondere.

Vortrag gehalten am 10. December 1880 im naturhistorischen Landesmuseum von Bergrath Ferdinand Seeland.

Aus den zahlreichen Beobachtungen in Schächten, Bohrlöchern und neuestens am Gotthardtunnel hat man gefunden, daß die Erdwärme von der Oberfläche gegen den Mittelpunkt stetig zunimmt. Das Aufsteigen von heißen Quellen und das Ausfließen geschmolzener Laven aus den Vulkanen zeigen uns, daß diese Wärme nach Innen derart zunehmen müsse, daß Wasser verdampft werde und unsere Gesteine schmelzen. Es ist das eine Temperatur von 2—3000° C., welche genügt, um Trachyte und Basalte zum Schmelzen zu bringen. Von da an, wo diese Hitze herrscht, bis zum Erdkern, dessen Beobachtung uns verschlossen ist, kann füglich keine wesentliche Wärmesteigerung mehr stattfinden, weil die eintretenden Temperaturdifferenzen rasch durch Strömungen ausgeglichen würden. Wir sind daher zur Annahme berechtigt, daß unser Erdinneres sich im heißflüssigen Zustande befinde. Ist auch in neuerer Zeit die Ansicht geltend gemacht worden, daß die Erde aus einer festen Centralmasse von Eisen und einer äußeren festen Kruste von vorherrschend Gesteinsarten bestehe, zwischen welchen sich in ungefährer Tiefe von 7—8 Meilen eine continuirliche zähflüssige heiße Schicht befindet, so ändert das die

Sache nicht, d. h. Geologen und Astronomen stimmen darin überein, daß unter unserer Erdkruste jedenfalls ein heißflüssiges Magma existiren müsse, welches mannigfach gegen die Erdoberfläche reagirt. Diese Ansicht ist die geltende und entspricht der Laplace'schen Theorie über unser Sonnensystem, wornach unsere Erde ursprünglich eine glühendflüssige Kugel war, die allmählig in Folge von Abkühlung durch Wärmestrahlung in den freien Weltraum eine starre Rinde erhalten hat. Die noch in den jüngsten geologischen Perioden und in der Gegenwart fortdauernden Hebungen und Senkungen, so wie die noch thätige Gebirgsbildung deuten auf eine noch heute fortdauernde Zusammenziehung unseres Erdinneren und wären bei einer durch und durch festen Erdmasse undenkbar. Die Hebung und Senkung einzelner Theile unserer Erdrinde steht mit der Gebirgsbildung in einem gewissen nahen Zusammenhange.

Es gibt plötzliche und langsame d. i. säculare Hebungen und Senkungen. Die ersteren gehören vulcanischen Gegenden an z. B. in den Jahren 1822, 1835, 1837 an den Küsten von Chile, wo sich meilenlange Strecken um 2—3 Meter hoben. Letztere dagegen erfolgen so langsam, daß die Erhebung ganzer Länderstrecken in 100 Jahren kaum 1 Meter beträgt. So hebt sich der nördliche Theil von Norwegen und Schweden stetig; Süd- und Westgrönland ist gegen die Davisstraße im Sinken begriffen, dagegen hebt sich Labrador und Neufundland; der Boden der Südsee und des indischen Oceans sinkt, wie Darwin aus dem Korallenbau bewies; die Westküste von Südamerika hebt sich. Dieses Steigen soll bei Valparaiso 3 Meter in 20 Jahren betragen. Alte Strandlinien bei Chile sind heute 229, bei Valparaiso 366 Meter über dem Meere. Dagegen scheint Patagonien's Küste abwärts zu sinken.

Im Allgemeinen haben sich nach Bessel die Continente seit der Tertiärperiode nach Norden ausgedehnt, in Osten, Westen und Süden aber Land verloren, denn seit der Tertiärperiode ist die ganze norddeutsche Ebene aus dem Meere gestiegen. Das ganze nördliche Rußland und das transuralische Asien, soweit die Tundren reichen, ist seither ein großartiger Länderzuwachs zur alten Welt geworden; denn dort reichte das Tertiärmeer bis zum Altai herab und der Baitalsee ist ein altes Küstenfjord. Die Reisenden unserer Zeit erzählen, daß Sibirien von der Lena bis zur Beringsstraße heute noch wächst. Im

indischen Meere und im pacifischen Ocean sind seither ganze Landstrecken versunken. Man nennt diesen versunkenen Landstrich Lemuria. Er soll die Urheimat der Lemuriden (Halbaffen) gewesen sein. Zu ihm gehören die Insel Madagascar, die granitischen, heute sinkenden Seychellen, Ceylon u. s. w. Der versunkene Continent mag sogar bis an die Keelings-Inseln oder noch weiter gereicht haben. Ebenso verrathen die Korallen-Inseln der Südsee noch die NW-Streichung alter Gebirge, welche einem gesunkenen Continente angehörten.

Bezeichnet man alle Küsten, die sinken und jene, die sich erheben, durch verschiedenfarbige Ränder, um einen Gesamtteinblick zu haben, so findet man, daß Sinken und Heben der Erdkruste sich das Gleichgewicht halte. Daß in der Vorzeit solche Hebungen und Senkungen an der Tagesordnung und häufiger als heute waren, das beweisen die weit ausgebreiteten marinen Ablagerungen, welche unsere Continente bilden und die Wechsellagerung von marinen mit Süßwasser- und Sumpfsedimenten. Bis über 3000 m. Seeshöhe reichen die Sedimentschichten mit Meeresthieren im steilsten Winkel einfallend, in welchem sie sich unmöglich ursprünglich bilden konnten.

Diese continentalen Hebungen und Senkungen sind breite und flache Falten der Erdkruste, welche durch Anpassen derselben an den durch fortschreitende Abkühlung zusammenschrumpfenden Erdkern entstanden sind und noch heute entstehen. Es ist das ein der Gebirgsbildung ähnlicher Proceß und hängt mit ihr zusammen. Die Massen- und Kettengebirge verdanken ihr Entstehen nicht einer Neubildung von Gesteinen, sondern solchen Vorgängen, mit welchen eine Ortsveränderung (Dislocation) oder eine Lagerungsänderung schon früher vorhandener Gesteine verbunden ist. Das Studium der Alpen- und nordamerikanischen Kettengebirge lehrt, daß Kettengebirge in Folge seitlichen Druckes durch horizontalen Zusammenschub gefaltete Gebiete der Erdrinde sind. Es wirken also horizontale Kräfte. Hebungen und Senkungen, die zonenartig mit den Kettengebirgen wechseln, sind nur durch seitliches Ausweichen der Erdrinde in Folge eines Tangentialschubes entstanden. Die Ursache dieser Bewegung ist die fortdauernde Abkühlung und Zusammenziehung unseres Erdinneren.

Wenn die Erdkruste für den schwindenden Kern zu groß wird, so tritt eine Kuglung und Faltung auf derselben ein. Da die Rinde gewölbartig verspannt ist, so wird sich das centripetale Gewicht in

einen seitlich tangential wirkenden Druck umsetzen. An der schwächsten Gewölbstelle wird ein Zusammenquetschen oder Ausweichen in Faltenform eintreten. Der einmal begonnene Proceß wiederholt sich und so entsteht eine erste, zweite, dritte Falte, während das ganze Oberflächen-niveau ein wenig sinkt.

Um dies durch künstliche Versuche nachzuahmen, hat man eine ausgezogene Kautschuk-Platte mit 1 oder 2 Schichten plastischen Thones belegt und dieselbe sich langsam zusammenziehen lassen. So erhielt man Formen ähnlich den Falten unserer Kettengebirge, ohne die nachträglichen Erosionsformen, welche der Verwitterung anheimfallen. Die Lage und das Streichen der Falten scheinen häufig durch die Uferlinien der Continente bedingt zu sein, denen sie angehören. So erhoben sich die Alpen, der Tura, der Himalaya, die Anden und die Felsgebirge Nordamerikas den Uferlinien der Continente parallel und sind jüngere Faltenbildungen der Tertiärperiode. Der älteren Zeit, wo unser Continent nach ganz anderen Richtungen sich ausbreitete, also andere Uferlinien existirten, sind die Vogesen, der Schwarzwald, Böhmens Gebirge, der Harz und der Ural angehörig.

Wo ein versteiftes altes Stück Erdrinde der Faltung Hindernisse entgegenstellte, da wurde dieselbe abgelenkt. So ist der nördliche Zug der Ostalpen durch das böhmisch-mährische Urgebirgs-Massiv gestört, das dem Schub Widerstand leistete. Ohne diesen wären die Alpen ungestört und geradlinig mit den Karpathen verbunden. Die Alpen- und Karpathen-Ketten haben ihre concave Seite gegen Süd und die convege gegen Nord gerichtet. Sie verdanken daher ihre Entstehung dem aus Süd kommenden Schub. Wir finden auch, daß gerade auf der südlichen d. h. inneren Seite dieser Ketten die großen Zerreißungen und peripherischen Spaltenbildungen stattfanden, welche dem schmelzflüssigen Magma den Durchgang gestatteten und große Senkungen ganzer Gebirgsthelle veranlaßt haben. Das beweisen das große piemontesische Senkungsfeld an der Innenseite der Westalpen, die vulcanischen Euganeen am Innenrande der Ostalpen, die Porphyre Südtirols, das ungarisch-siebenbürgische Trachytgebirge an der Innenseite der Karpathen, die Melaphyre und Augitporphyre an der Südseite des Balkan, sowie die Erzgebirgsspalte, auf der die böhmischen Balsalte emporstiegen. Auch die heutigen italienischen Vulcane sitzen auf der peripherischen Bruchspalte an der Innenseite des Apennin.

In Asien kam der Schub aus Norden, denn die Ketten des Himalaya und des Kwenlün sehen gegen Süden. Das rheinische Schiefer- und Grauwakengebirge ist eine alte Faltung, ebenso das Gebirge von Nachen u. s. w. Die darauf liegende Trias und Kreide sind nicht mehr gefaltet. Die Alleghanygebirge Nordamerikas sind alt, da die auflagernde Kreide nicht mehr gefaltet ist. Der Jura wurde in der Eocänperiode und Miocänperiode gefaltet. Nach Heim haben sich die innersten Alpenketten, nämlich die Centralalpen zur Eocän- oder vielleicht schon zur Kreidezeit aufgestaut, die inneren Nebenzonen in vormiocäner, die äußeren Nebenzonen in nachmiocäner Zeit aufgebaut. Die Denudation ist bisweilen so weit vorgeschritten, daß oft die krystallinischen Schiefer und Eruptivgesteine entblößt sind. In diesem Falle sieht man die Centralmassive an der Oberfläche z. B. Hochnarr, Ankogel gegenüber dem Großglockner, welcher noch ganz mit Chlorit-schiefer bedeckt ist. Die Centralmassive sind daher auch Falten und Eruptivgesteine, die in denselben beobachtet werden, sind bei der Faltung nur mitgeschleppt worden. Eine active Rolle haben sie bei der Faltung nicht gespielt.

Für die ganze Breite der Westalpen ist nach Heim der absolute Zusammenschub 120.000 Meter, d. i. der Erdumfang im Meridian gemessen war vor der Faltung um 120.000 Meter länger. Während er nun 40,023.512 Meter beträgt, war er vor der Faltung 40,143.512 Meter lang; er hat sich somit durch die Alpenbildung um 0,2998% verkleinert. Um einen proportionellen Theil muß sich auch der Erdradius verkürzt haben. Es genügte also eine für die ganze Kugel verschwindende Zusammenschrumpfung, um unsere Alpen zu stauen. Während die Gebirge sich aufthürmten, sank die übrige Erdrinde dem Erdmittelpuncte um so viel näher. Berechnungen haben ergeben, daß die Contraction in Folge der Abkühlung der Erde um 500° C., gleichgiltig ob der Kern noch flüssig oder schon fest ist, genüge, um auf einem größten Kreise der Erde 3 Gebirge wie die Alpen aufzuthürmen oder um alle vorhandene Krustenbildung erzielt zu haben und eine solche Abkühlung würde den Erdradius nur um 50.000 Meter d. i. circa 5 Meilen verkürzt haben. Würde das einmal durch Schub gestörte Gleichgewicht nicht jedesmal von anderer Seite wieder hergestellt, so würde der Unterschied der Höhen und Tiefen ein viel gewaltigerer sein. Denn nimmt man die Tiefe unter dem Meerespiegel doppelt so groß an, als die höchste Bergeshöhe über demselben,

welche etwas mehr als eine geographische Meile mißt, so hat man zwischen dem höchsten und tiefsten Punkte unserer Erdoberfläche erst 3 geographische Meilen, d. i. kaum den 600sten Theil des Erddurchmessers. Das Gebirge in der Höhe des Großglockners hat auf einem Globus von $\frac{1}{3}$ Meter Durchmesser kaum Papierdicke und die Künzeln auf einer gewöhnlichen Orange sind Höhen, welche proportionell unsere Erd-Gebirge um ein Vielfaches überragen.

Nach Heim wird Ruhe, Gleichgewicht und Abflachung unserer Erdrinde erst dann eintreten, wenn die Contraction (Zusammenschrumpfung) ganz aufhört. Heutzutage wird aber diese Ruhe sehr häufig durch Contraction (Zusammenschrumpfung) und in Folge dessen durch Erschütterungen gestört, welche wir Erdbeben heißen.

Die Erdbeben sind Erschütterungen kleiner oder größerer Theile unserer Erdrinde, welche häufig auch mit anderen Erscheinungen verknüpft sind. Die Erschütterung wird durch einen Stoß erzeugt, welcher durch eine nicht direct wahrnehmbare Kraft in größerer oder geringerer Tiefe unter der Erdoberfläche erzeugt wird. Sie pflanzt sich nach den Gesetzen der Wellenbewegung in den Gesteinsmassen nach allen Richtungen, also auch nach der Erdoberfläche fort. Die Erdbebenwelle wird sich nach der Art, Structur und Festigkeit der Gesteine regelmäßig oder unregelmäßig rasch oder langsam bewegen. An der Erdoberfläche findet die freie Bewegung der Wellenelemente nach einer Seite hin statt. Lose Gegenstände werden fortgeschwemmt, Gebäude bekommen Risse und stürzen zusammen, Felsmassen lösen sich, im Boden entstehen Risse, Spalten, die sich öffnen und wieder schließen, der Boden, das Wasser hebt und senkt sich, Quellen verstärken sich oder versiegen und neue entstehen, Wasser, Sand und Schlamm werden ausgepreßt, es entstehen Rundlöcher und Trichter im Boden. Die Erdbeben äußern daher die heftigste Wirkung in den obersten nicht belasteten Schichten der Erdrinde, während dieselben in Brunnen, Schächten, Tunneln u. s. kaum verspürt werden, ähnlich dem physikalischen Stoß-Experimente mit den Billard-Kugeln, wo der Stoß nur die letzte Kugel bewegt.

Die Geschwindigkeit der Erdbebenwellen beträgt nach bisherigen Beobachtungen, ähnlich der Schallwelle, 3—500 Meter in 1 Secunde. Mallet constatirte bei dem calabrischen Erdbeben 1857 305 Meter Secundengeschwindigkeit.

Man unterscheidet je nach der Art der Bewegung an der Oberfläche succussorische, d. i. senkrecht oder schief aufwärts stoßende und undulatorische d. i. wellenförmig schwankende Beben. Die Art und Richtung der Erdbeben geben Apparate an, welche Erdbebenmesser (Seismometer oder Seismographen) genannt werden.

Epicentrum. Tiefe des Centrum's. Mallet, Seebach Lasaulx u. a. haben aus den Stoßstärken, Stoßrichtungen und aus der Zeitbestimmung den Stoßmittelpunkt im Erdinnern und an der Oberfläche (Centrum und Epicentrum) zu bestimmen gesucht, so wie auch der Ursprungsort bestimmt wird. Seebach verbindet die Orte, an denen das Erdbeben gleichzeitig verspürt wurde, mit Linien (Homoseisten), in deren Mittelpunkt das Epicentrum liegt, das zugleich der Mittelpunkt der Linien größter Erschütterung (der Pleiosteisten) sein muß. Die Tiefe des Centrum's bestimmt er nach einer graphischen Methode aus den Zeitintervallen des Eintritts des Bebens an den verschiedenen Orten seines Verbreitungsgebietes und aus dem Abstände dieser Orte vom Epicentrum, weil er voraussetzt, je tiefer der Stoßherd, desto schneller, je weniger tief, desto langsamer die Erschütterung an der Oberfläche in der Nähe des Epicentrum's im Vergleiche mit den entfernteren Theilen des Schüttergebietes sich fortpflanze. So berechnet Seebach bei dem mitteldeutschen Erdbeben 1872 die Fortpflanzungsgeschwindigkeit per Secunde mit 742 Metern, die Tiefe des Centrum's berechnet er, weil zu wenig verlässliche Zeitbestimmungen da waren, nach Mallet's Methode mit 24 geographischen Meilen. Als Stoßherd für das rheinische Erdbeben von 1846 wurden 38·806 Meter oder 5·1 geographische Meilen gefunden. Mallet fand die Tiefe des Stoßherdes für das calabrische Erdbeben im Jahre 1857 in der Tiefe von $1\frac{1}{2}$ geographischen Meilen. Aus dem Angeführten geht hervor, daß der Sitz unserer Erdbeben noch weit von der Grenze des glutflüssigen Erdkernes mit der starren Kruste entfernt ist und daß er in der starren Erdkruste vermuthlich selbst gelegen ist.

Die Erdbeben werden von mannigfachen Naturerscheinungen begleitet. Dahin gehören unterirdisches Getöse, als: Brausen, Rollen, Rasseln, Donnern, electriche Erscheinungen, eigenthümlicher Nebel, heftige Windstöße in der Atmosphäre, Ausströmung von Gasen und Dämpfen. Bei dem Seebeben fühlen die segelnden Schiffe auf freier See den Stoß, als ob sie aufgefahren wären, wobei aber keine wellenförmige Bewegung, sondern nur ein einfaches Erzittern der

Wassermasse bemerkt wird. Erfolgt der Stoß in Küstengegenden, so erfolgen durch Reaction der festen Küste gegen die freie Wassermasse Meereswogen, die sich nach allen Seiten des freien Oceans wie Flutwellen fortsetzen. Man nennt dieß auch Erdbebenflut. Solche Erdbebenfluten sind in ihren Wirkungen viel verderblicher, als die Erdbeben selbst. Bei dem Erdbeben im Jahre 1755 zu Lissabon verloren durch die über das Land hereinbrechenden Fluten 60.000 Menschen das Leben und die Flut machte sich noch auf den westindischen Inseln bemerkbar. Ein solches Beben war auch das im Jahre 1868 in Peru, dessen Mittelpunkt die Stadt Arica war. Die Flutwellen waren genau gleich geschwind, wie die lunaren Flutwellen und gingen in 2—400 Seemeilen per Stunde bis Neu-Seeland, Australien und Japan. Ihre Zerstörung war am meisten auf den Inseln des pacifischen Oceans fühlbar.

Erdbeben gibt es in vulcanischen und nichtvulcanischen Gegenden. Kein Merkmal läßt ein Erdbeben bestimmt voraussagen. Alexis Perrey versuchte nachzuweisen, daß seit Mitte des vorigen Jahrhunderts von 10.000 Erdbeben die meisten zur Zeit der Syzygien d. i. des Voll- und Neumondes statthatten. Rudolf Falb hat daraus auf eine Art Ebbe und Flut des glutflüssigen Erdinnern geschlossen, welche die Erdbeben verursache und die Erdkruste dadurch in erdbebenartige Vibrationen bringe, daß glutflüssige Massen in aufgerissene Spalten und Klüfte der Erdrinde dringen (injcirt werden). Das Steigen und Fallen des Barometers und Thermometers hat keinen ursächlichen, sondern höchstens einen begünstigenden Einfluß auf Erdbeben. Die Abhängigkeit von Tages- und Jahreszeiten bedarf sehr der Bestätigung.

Erdbeben sind eine so häufige Naturerscheinung auf unserer Erde, daß man sagen kann, unseres Planeten Oberfläche oder Kruste befindet sich in unablässigem Zittern und Zucken, das bald an dem einen, bald an dem anderen Orte derselben auftritt und dessen Ursachen sehr verschiedene sein können. Nach neuerer Erdbebenstatistik fallen 2 Erdbeben auf jeden Tag des Jahres.

Je nach den Ursachen gibt es 3 Hauptarten von Erdbeben, nämlich:

1. **Vulcanische Beben** sind solche, welche den Eruptionen der Vulcane vorhergehen oder sie begleiten. Das Centrum dieser Erdbeben sind die Krater thätiger Vulcane, von denen die Stöße in radialer Richtung verlaufen. Sie werden durch Explosionen der in den

vulcanischen Herden angehäuften Gase, namentlich des überhitzten Wasserdampfes erzeugt, deren Expansivkraft die den Vulcankrater verstopfenden Massen auszuschleudern sucht und daher erschütternd auf die Umgebung wirkt. Wenn der Krater gereinigt ist und die Lava fließt, hören auch diese Erschütterungen auf. Das Wasser sinkt auf Spalten in die Tiefe und kommt mit den schmelzflüssigen Massen in Berührung. Das Wasser kann sich hier wegen zu hohen Druckes nicht in Dampf verwandeln, sondern mengt sich mit dem Magma, das erst explosionsfähig wird, wenn der Druck abnimmt. Eine Entlastung tritt da ein, wo durch Verschiebungen der Erdrinde, wie sie mit der Gebirgsbildung verbunden sind, Zerreißungen, Brüche und Spaltenbildungen in der Erdrinde entstehen. Durch den Druck der Erdrinde auf das flüssige Innere steigt das Magma und gelangt näher der Erdoberfläche, wo es Wasserdampf und Lavastaub liefert. Die tiefer liegenden Massen werden entlastet und kommen als kochende Lava durch den Vulcankrater zu Tage. Nach der Eruption sinkt das Magma zurück und nach kurz oder lang wiederholt sich das Spiel.

Zuweilen reißen durch den Druck der aufsteigenden Lava in den Kraterwänden Spalten, die mit Lava ausgefüllt werden, oder es stürzen Hohlräume ein, wenn die aufsteigende Lava zurücksinkt, oder es stürzen ganze vulcanische Regelgebirge zusammen. Das sind bisweilen durch vulcanische Thätigkeit bedingte Erdbeben.

2. Einsturzbeben oder centripetale Erdbeben in nicht-vulcanischen Gegenden sind die Folge von unterirdischen Auswaschungen durch Wasser. Die auflösende Kraft der Quellen führt nämlich Massen von Mineralien zu Tage und erzeugt große Hohlräume, deren Decken endlich einstürzen und Erderschütterung sowie Detonationen erzeugen. Auf dem Karstgebirge ist jeder Trichter (Doline) das Denkmal eines solchen Einsturzes, der Erschütterungen hervorbringen mußte, da das ganze Karstgebiet mit einem Netze von Höhlen und Grotten durchzogen ist. In manchen Gegenden hat man auch durch lange Zeit wiederholte Detonationen wahrgenommen, welche leichte Beben begleiteten, z. B. auf der Insel Meleba (1822—24). Vermuthlich waren sie durch unterirdische Erdfälle bedingt. Es ist klar, daß Einsturzbeben nur ganz locale Ereignisse von beschränkter Ausdehnung sein können. Ganz anderer Art sind:

3. Die Dislocations- oder tektonischen Beben. Dieselben stehen mit den gebirgsbildenden Vorgängen im un-

mittelbaren Zusammenhange. Wie früher bemerkt, ist unsere Erde ein Sphäroid, dessen Kern vermuthlich feurigflüssig und dessen Rinde in allmählichem Erstarren begriffen ist. Es ist natürlich, daß da von einer Ruhe nicht die Rede sein kann. Die Erdrinde muß sich fortwährend runzeln, falten, zusammenziehen und wieder zerreißen. Die Theile der Erdkruste stehen in fortwährend gegenseitigem Druck- und Spannungsverhältnisse. Es entstehen neue Spalten in den Gesteinsschichten, schon bestehende Spalten und Klüfte erweitern sich, die Lagerungsverhältnisse der Gesteinsschichten werden gestört und verschoben. Das sind Ursachen, welche weitreichende Erdbeben mit furchtbarer Verheerung erzeugen. Diese Erdbeben sind stets an gewisse Linien gebunden, die man Stoß- oder Schütterlinien nennt und auf welchen die Stoßpunkte wandern. Die Stoßlinien fallen mit den Störungslinien des Gebirgsbaues zusammen. Oesterreichische Geologen haben in ihren Arbeiten über die Erdbeben in den Alpen und Apenninen nachgewiesen, daß sie theils mit den Querbrüchen (Querbeben), theils mit den Längsbrüchen nach dem Gebirgstreichen (Längsbeben) d. h. mit den großen Dislocationsspalten der Gebirge zusammenhängen. Sie folgen mit einem Worte stets den tektonischen Bruchlinien.

Schütterzonen in den Alpen. Eine solche Zone häufiger Erdbeben liegt am Innerrande der Ostalpen und des Karstes, das adriatische Meer in NO umsäumend, in Ala beginnend, über Schio, Bassano, Belluno, Maniago bis an den Tagliamento verlaufend. Bei Udine wendet sich die Schütterzone nach Südost gegen Cormons, Görz, Grabiska, Adelsberg, Alana, Fiume und weiter bis in den istradalmatinischen Karst. R. Hörnes führt die häufigen Erdbeben dieses Gebietes auf die peripherischen Bruchlinien an der Innenseite der Alpen zurück, wornach hier Verwerfungsspalten existiren, an denen ganze Gebirgsstufen abstoßen. Nebst den peripherischen Schütterzonen am Innerrande der Alpen, gibt es auch radiale oder transversale, die mit den Querbrüchen zusammenfallen, welche theils als Quergrenzung der jeweilig im Sinken begriffenen Schollen, theils als Scheidelinien zweier in horizontaler Verschiebung begriffener Gebiete zu betrachten sind. Ein ausgezeichnetes Beispiel liefert das Belluno-Erdbeben vom Jahre 1873, dessen Stoßlinie mit dem Querbruche von St. Croce zusammenfällt, welcher eine deutliche horizontale Verschiebung der angrenzenden Gebirgstheile zeigt. Als transversale Stoßlinien

sind auch die Linien Trient-Bozen-Brigen; Benedig-Raibl-Willach (Stoßlinie des furchtbaren Erdbebens 1378); Triest-Laibach-Cilli, vermuthlich auch Fiume-Agram. Die Dislocations-Erdbeben sind es, von welchen wir an der Westküste von Südamerika, in Syrien, Kleinasien, im Industhale u. lesen. Es sind das meist lineare Dislocations-Erdbeben. Sie geben den wahren Beleg, daß die Faltung und Runzlung unseres Planeten, die Gebirgsbildung, Hebung und Senkung ganzer Erdschollen heute noch immer fort dauert. Nur in ganz jungen Schichten, z. B. von Mitteldeutschland bis zum Baikalsee herrscht tiefer Erdfriede.

Ueber das Erdbeben vom 9. November l. J. in Kärnten wurde von nachstehenden Stationen Folgendes mitgetheilt.

Herr Dr. Kalchberg in Friesach berichtet: Heute 7h 20' Morgens wurden hier durch einige Secunden leichte Erdstöße in der Richtung von NW nach SO wahrgenommen.

Herr Bergverwalter Pleschupnig am Hüttenberger Knappenberg erzählt: Am 9. um 7h 30' Morgens spürte ich deutlich ein Bittern in der Richtung von SW nach NO, ähnlich als ob eine Thüre heftig zugeschlagen worden wäre, aber ohne Geräusch.

Herr Bergverwalter W. Hödl aus St. Andrä im Lavantthale führt an: Heute 7 $\frac{1}{4}$ h Morgens fand hier ein Erdbeben statt. In meiner Küche, wo Frau und Magd verweilten, schwankte der Sparherd, dessen Längsachse von S gegen N gerichtet ist, um diese Achse so sehr, daß der Frühstück-Kaffee aus den Gläsern geschwenkt wurde und diese beinahe umfielen. Das Beben dauerte circa 6 Secunden und war entschieden von Ost nach West gerichtet und zwar in sanft wiegenden Schwingungen. Das Beben wurde auch in der Lorettokirche, bei Fischer, Storf, Schuschnigg hier und ebenso in St. Marein wahrgenommen.

Aus Liescha berichtet Herr Oberhutmann A. Waltl: Heute um 7h 30' (Bahnzeit) Morgens verspürten wir einen aus Süd kommenden 5 Secunden andauernden Erdstoß, so daß Fenster und Thüren ziemlich stark zitterten. Witterung Regen bei ganz bewölktem Himmel, Wind blies aus Nordost, Barometerstand 716.7 mm., Thermometer 4.5° C.

Herr Otto Jansekowitsch aus Marktl nördlich von Eisenkappel: Heute um 7h 40' Morgens nach meiner nicht sehr genauen Uhr war auf der Marktlhube ein sehr intensives Erdbeben

bemerkbar. Nebst der 7—8 Secunden dauernden Erschütterung, welche sich durch Schwanken der Sessel, Klirren der Gläser, Krüge und des Frühstück-Services, dann durch Bewegung der Bilder an der Wand unangenehm fühlbar machte, hörte man deutlich ein Rollen, als ob im Erdgeschosse ein Wagen schnell über das Holzpflaster der Einfahrt kutschirte. Das Rollen ging von Süd gegen Nord und dürfte 4—5 Secunden gedauert haben. Hausgenossen, welche im Erdgeschosse waren, unter denen Keller sind, hörten deutlich das Rollen, spürten aber keine Erschütterung.

Herr E. v. Panz aus Eisenkappel berichtete: Heute um 7h 25' Früh war ein heftiges Erdbeben in der Richtung von NO gegen SW. Bilder an den Wänden bewegten sich, Gläser klirrten. Erster Stoß 3—4 Secunden dauernd und nach einem Intervall von 2—3 Secunden folgte ein zweiter Stoß, welcher 1—2 Secunden anhielt. Nach einer anderen Beobachtung von Eisenkappel war das Erdbeben Punkt 7 $\frac{1}{2}$ h. Der Berichterstatter gibt an, daß er es sehr genau beobachtete, wie Blumenstöcke an Fenstern in heftiges Schwanken geriethen und Fenster klirrten. Der Stoß schien ihm die Richtung von W nach O zu haben.

In Klagenfurt beobachtete ich das Erdbeben im Administrations-Gebäude der Hüttenberger Eisenwerks-Gesellschaft in folgender Weise: Ich hatte eben das Morgentelegramm über die Witterung um 7 Uhr Morgens nach Wien geschrieben, die Streifen von dem Baro- und Thermographen abgeschnitten und ging schnell durch das Zimmer von O nach W. Auf dem Wege zurück sah ich nach der Contactuhr der Autographen, an der das Lauf- und Gehgewicht, welche beide dem Schein des Pendels gegenüber standen (da die Acht = Tag = Uhr den 7. Tag im Gange war). Die Gewichte schlugen an Glas und Pendel in verkehrter Richtung, nämlich das Laufgewicht von S gegen N und das Gehgewicht von N gegen S. Die Uhr stand still und der Zeiger zeigte 7h 28'. Ich ging in mein Bureau zurück, welches in dem westlichsten Ende derselben Front ist. Die Pendel-Uhr, welche da an derselben Wand hängt, stand still, das Gewicht, welches auch abgelaufen war und dem Pendelscheine gegenüber stand, bewegte sich vom Glas zum Pendel. Der Zeiger stand auf 7h 28' 30". Diese Uhr wurde am Vortage auf die Ortszeit richtig gestellt. Die Längsmittelwand des Hauses, an der beide Uhren hängen, streicht von Ost nach West und weicht nur um 5 Minuten gegen Nord vom Parallelkreise

ab. Ich erkundigte mich um die übrigen Uhren des Hauses und hörte, daß alle stehen geblieben seien. Dann ging ich in mein Haus, dessen Längenfront nur wenig vom Meridian abweicht. Da hängt die Pendel-Uhr an der Wand, welche die Richtung NS hat. Die Uhr stand zwar ebenfalls still, aber das ganz abgelaufene Gewicht sah ich noch lebhaft rein von dem Uhrkasten parallel d. i. in NS schwingen. Mir konnte somit kein Zweifel übrig bleiben, daß der Stoß eine NS Richtung hatte. Meine Familie beobachtete die Magnetnadel am Declinatorium, welche ich um 7 h mit dem normalen Stande $10^{\circ} 52' 2''$ abgelesen, während des Bebens und fand die Nadel in so gewaltigen horizontalen und verticalen Schwankungen, daß ein Ablesen ganz unmöglich war. Als ich sie um 7 h 45' beobachtete, schwankte sie nur mehr um 2 Minuten nach rechts und links, aber außergewöhnlich stark auf und ab in der Verticalen.

Im 2. Stocke meines Hauses wurde das Beben intensiv von Herrn Prof. Dr. Stet wahrgenommen. Derselbe berichtet, daselbe in 3 deutlichen Nuancen beobachtet zu haben. Die erste Erscheinung war ein Getöse mit Thürzittern und Fensterklirren, als ob Jemand an die Vorthür klopfte, das zweite Stadium waren starke verticale Stöße und das dritte viele sanft wiegende Schwingungen. Die Dauer schätzte er auf 4—5 Secunden.

Die Beobachtungen auf dem Stadtpfarrthurme in Klagenfurt erzählt der Thürmer A. Tiefenthal, 44 m. über dem Boden, wie folgt: Um 7 h 33' war das heftigste Erdbeben, das ich je beobachtet habe. Ich hörte ein donnerähnliches Getöse und spürte 3 Stöße in der Dauer von je 2 Secunden und in dem Intervall von je 1 Secunde. Die Stöße waren wellenförmig in der Richtung SW—NO. Die Fenster in meiner Wohnung klirrten wie bei heftigem Sturm, die an der Wand hängenden Geschirre schlugen aneinander. Freihängende Geschirre bewegten sich, wie vom Sturme gebeutelt und 2 Feuerwächter wurden gleichzeitig an die Nordwand des Thurmes geschleudert, d. i. in einer Richtung, welche nur 6 Minuten vom wahren Meridiane abweicht. Der eine Mann stand im Vorhause, der andere in der Küche. Beide fielen an die nördliche Mauer der Küche und des Vorhauses. Zwei in der nördlichen, ein in der westlichen Fensternische des Wohnzimmers hängende Blumentöpfe schwankten von S nach N. Die Thurmuhr, deren Pendel nord-südlich schwingt, blieb nicht stehen.

(Schluß folgt.)

Die Erdbeben im Allgemeinen und das Agramer Erdbeben vom 9. November 1880 insbesondere.

Vortrag gehalten am 10. December 1880 im naturhistorischen Landesmuseum von
Berggrath Ferdinand Seeland.

(Schluß.)

Das k. k. Telegraphenamt hier theilte Folgendes mit: Am 9. November um 7 h 35' Wienerzeit Morgens wurde ein 3—4 Secunden andauerndes Erdbeben verspürt. Richtung NS. Im Amte blieben 3 Uhren stehen. Die Amtsuhren hängen mit der Rückseite gegen Westen. Deren Pendel schlugen an das seitliche Glas gegen Süd. Eine Uhr im Amtsbottenzimmer hängt mit der Rückwand gegen Nord und blieb auch stehen.

Bleiburg berichtet: Heute am 9. November um halb 8 Uhr Morgens wurde ein 8 Secunden andauerndes, ziemlich starkes, wellenförmiges Erdbeben, scheinbar aus Nord gegen Süd kommend, verspürt. Die Fenster klirrten, die Thüren zitterten, die Bilder an den Wänden kamen in schwingende Bewegung.

Von der Grafensteiner Alpe, Unterschäffler Alpe, Station Hochobir wird gemeldet, daß dort gar kein Beben wahrgenommen wurde.

Aus Bölkermarkt wird berichtet: Das Erdbeben wurde heute um 7 h 33' wahrgenommen und dauerte 10 Secunden. Die Erschütterung war sehr heftig; die Richtung N—S. Das Wetter Regen ohne Wind.

Von Lippichbach wird geschrieben, daß am 9. November um 7¹/₂ h Früh ein Erdbeben wahrgenommen wurde. Die Bewegung war NW—SO.

Von den 12 Kärntnerbeben haben also 6 die Richtung NS, 4 die Richtung NW—NO und SW—NO und 2 die Richtung O—W.

Von fremden Stationen wurden mir bekannt:

Triest:	Erdbeben um 7 h 25',	Richtung	NW—SO
Görz:	" "	7 h 20',	" N—S
Pola:	" "	—	" SO—NW
Gilli:	" "	—	" NO—SW
Graz:	" "	—	" NO—SW
Fünfkirchen:	" "	—	" N—S

Sarajewo:	Erdbeben	—	Richtung N—S
Dervent:	"	—	" N—S
Granica östlich von Maglaj	7h 30'	"	NW—SO

In Steiermark wurde das Beben allerorts von Kapfenberg bis Gillsi wahrgenommen.

In der Stadt Wien wurde es sehr gering, auf der Sternwarte in Währing gar nicht verspürt.

Von den fremden 9 Stationen haben also 4 die Richtung N—S, 5 die Richtung NW—SO und NO—SW.

Aus Agram wird berichtet: Heute 9. November 7h 37' 15" Morgens fand ein außerordentlich starkes Erdbeben in der Dauer von 10 Secunden statt. Der Beginn war wirbelförmig mit nachfolgenden starken Schwankungen in der Richtung NNO. Nach dem ersten Stoße hüllte sich die Stadt in eine Staubwolke; Rauchfänge, Dachziegel, Giebelmauern stürzten nieder und bedeckten die Gassen mit Schutt. Mehrere Menschen (25) wurden verwundet, einige (2) sogar getödtet. Fast jedes Haus wurde mehr oder weniger beschädigt. Der Schade ist unberechenbar, doch sehr groß. Um 7h 39' 15" fand ein zweites und um 8h 27' 55" ein drittes jedoch schwaches Nachbeben statt. Gegen Abend wurden 500 größere Einstürze an Privatgebäuden konstatiert.

Von den öffentlichen Gebäuden litten vorzüglich: Die Domkirche, in welcher durch Einsturz des Gewölbes im Presbyterium der Hauptaltar arg beschädigt und die Gruft durchgeschlagen wurde. Der Thurm ist geborsten. An der Marcus- und Marienkirche sind die Zerstörungen derart, daß deren Abtragung unvermeidlich ist. Fast ganz zerstört sind: Die Weiberstrafanstalt, die Universität, das General-Commando, die erzbischöfliche Residenz, die Tabakfabrik u. a. Gebäude. Domherr R a d i, Präsident der südslavischen Akademie der Wissenschaften und einer der hervorragendsten Gelehrten von Croatien, erzählt über dieses Erdbeben: Am 9. November 7h Früh las ich die Messe am Seitenaltare der Absis, nächst dem großen Altare des heil. Ladislaus. Ich war gerade inmitten des 2. Evangeliums, als sich ein heftiges Erdbeben erhob. Ich war zweimal im Leben auf stürmischer See, einmal im adriatischen, einmal im mittelländischen Meere. Da hatte ich Gelegenheit, das furchtbare Geheul des Sturmes zu hören, der sich in den Segeln und in dem Tafelwerke der Schiffe verfing. Doch ist dieses Pfeifen und Heulen nicht mit dem Brausen zu vergleichen, das von den erhabenen

Hallen unseres ehrwürdigen Domes widerhallte. Unmittelbar nach dem Draußen kam ein fürchterliches Erdbeben. Die hohen Wände und Pfeiler, welche den Stürmen von Jahrhunderten trotzen, beugten sich wie das Schilfrohr im Winde. Ich war mir augenblicklich bewußt, daß das die Wirkung jener unterirdischen furchtbaren Kräfte sei. Da ich die Fassung keinen Augenblick verlor, und sah, wie von den Gewölben Schutt herunterfiel, wollte ich nicht in die Sacristei fliehen, sondern stellte mich neben dem Altar dicht an die Wand des Seitenschiffes. Der Anblick war furchtbar. Mich nur mit Mühe auf den Füßen haltend unter furchtbarem Krachen und Poltern aller Wölbungen, sah ich das Gewölbe des Presbyteriums mit schrecklichem Prasseln herabstürzen. Jetzt entstand von dem aufwirbelnden Staube in der Kirche eine vollkommene Finsterniß. In tiefster Nacht schien es mir, als ob alle Pfeiler und Altäre einstürzten. Ich war tief überzeugt, daß meine letzte Stunde gekommen, und ich rettungslos verloren sei. Aber ich empfahl meine Seele Gott und glaubte jeden Augenblick unter den Trümmern des großen Baues begraben zu werden. Die Vorsehung wollte, daß unsere Stadt in allem Unglücke von schweren Menschenopfern verschont bleibe. Ich blieb vollkommen unverletzt. Bedeckt von Schutt und Staub tappte ich nach dem Erdbeben auf dem mir bekannten Wege nach der Sacristei. Ich theile diese genaue und treue Schilderung nicht mit, weil es sich um mein Leben handelte, das ich ja wie ein Atom im All, wie einen Tropfen im Meere nicht zähle; es sei dieser Brief an meine Bekannten und Freunde gerichtet, die an meinen Erlebnissen Antheil nehmen.

Das Beben wiederholte sich an folgenden Tagen: Am 11. um 11h war ein kurzes aber starkes und um 11h 20' ein langsam schwingendes Beben. Die Glocke am Franciscanerthurm schlug dreimal an. Am 12. November um 2h 45', am 15. November um 2h 4, Morgens und 10h 30' Vormittags waren leichte Beben; am 16. November wurden in der Zeit von 12h 5' nach Mitternacht bis 4h 15' Morgens acht Stöße verspürt; am 17. November waren Nachts angeblich 2 leichte Stöße; am 18. November waren Nachts 2 und bei Tag einige leichte Stöße; am 20. November um 11h 30' Nachts war wieder ein heftiger Erdstoß und am 22. November schlossen einige leichte Beben für diesmal die Katastrophe ab. Am 6. December 9h 18" Abends wird aus Banjaluka ein 4 Secunden dauerndes Beben mit unterirdischem Getöse und Richtung NO—SW gemeldet.

Am 7. December traten in Agram neue Beben ein, und zwar: zwischen 5 und 6 h, 8³/₄ und 10¹/₄ h Abends. Am 8. December um 12 h 28' Früh war ein starkes, 6 Secunden dauerndes Erdbeben, dem ein donnerndes langwährendes Geräusch vorherging. Ebenso wurde um 6 h 34' Früh ein leichtes Beben verspürt. Am 9. December um 9 h 25' Abends war ein Beben mit Getöse im Agramergebirge. Am 10. December 3 h 25' ein leichter Stoß.

Seit Abhaltung des Vortrages wiederholten sich die Beben: Am 12. December 5 h 2' und 7 h 23' Morgens ein schwaches Beben. Am 16. December 11 h 11' und 2 Minuten später war ein 2 Secunden langes schwaches Erdbeben. Am 17. December Nachts von 12—3 Morgens wurden 7 Erdstöße verspürt. Am Jelaciöplage wurde ein Bodenvibriren und häufige donnerähnliche Schläge beobachtet. Ebenso gab es am 17. tagsüber einige leichte Erschütterungen. Am 19. December Mittags gab es auf dem Graf Kulmer'schen Schlosse eine heftige Erschütterung. Im Erdinnern grollt es mit donnerähnlichem Getöse fort. Am 22. December war ein Beben in St. Ivan.

Bei Resnik und Drenje, 1 bis 1¹/₂ Meilen östlich von Agram, bildeten sich in der Saveniebung Rundlöcher und Spalten, aus welchen Schlamm und Congeriansand gepreßt wurde. Man erzählt: Desfilich von Resnik bei Sešvete, circa 400 Meter von der ganz geborstenen Kirche, zieht sich vom Straßenkörper angefangen in der Richtung von NO gegen S in einer Curve eine Hauptspalte mit zahlreichen Radialspalten, längs welchen die kleinen Krater von hunderten Schlamm-löchern laufen. An manchen Stellen klappt die Erde noch 2—3 Fuß weit und findet man die Spuren der Eruption noch 10 Meter weit vom Krater. Der Schlamm riecht auffällig nach Schwefel. Aus den Spalten ergoß sich mehrere Stunden hindurch mit Schwefelwasserstoff gesättigtes Wasser.

In der Umgebung Agrams wurde das Erdbeben besonders heftig in den Orten: Kreuz, Neu-Grabiska, Banjaluka, Lipik, Daruvar, Kopreinitz, Tzakaturn und Fünfkirchen; ziemlich heftig in: Carlstadt, Belovar, Essegg, Sambor, Sissek, Berocze, Varesz, Brood und Kanisza wahrgenommen.

Das Schüttergebiet von Agram reichte

in SO	bis	Serajewo	38	Meilen
„ NO	„	Buda-Pest	40	„
„ N	„	Wien, Krems	35	„

in NW bis Klagenfurt	21 Meilen
" W " Görz-Padua	25 "
" SW " Pola	26 "

Selbes hat die Form einer Ellipse, deren lange Achse 80, die kurze dagegen 60 Meilen mißt. Das Hauptstreichen der Ellipse ist SSW und NNO. Die Erdbebenmesser in den Albanerbergen bei Rom ließen die Erschütterung von Agram noch erkennen. Desgleichen deuten die schwachen Beben in Wien, Friesach und am Hüttenberger Knappenberge auf Endwellen hin. Im Gurkthale wurde nach genauen Erkundigungen ebensowenig als im Bergorte Bleiberg ein Erdbeben wahrgenommen. Wohl aber wird von einem schwachen Stoße in Bleiberg am 9. November Abends erzählt. Bezeichnend und merkwürdig bleibt es, daß auf dem ganzen Obirgebirge, weder auf der Grafensteiner- noch auf der Unterschäßfler-Alpe und auf dem Hochobir ein Beben verspürt wurde, während es in Eisentappel so intensiv auftrat.

Zum leichteren Verständnisse des Agramer Erdbebens muß man den Gebirgsbau und die geologischen Verhältnisse des österreichischen Kaiserstaates im Allgemeinen und der Umgegend von Agram insbesondere ins Auge fassen.

Wir haben da Massen- und Kettengebirge. Zu ersteren gehört die böhmisch-mährische Masse, welche im Westen am bairischen Walde beginnt und im Osten an dem mährisch-schlesischen Steinkohlenbecken endet, dann die galizische Masse, die von Krakau östlich bis in die Bukowina zieht und ein Tafelland formirt; endlich haben wir im Warasbinergebirge die croatische Masse, welche nach den neuesten Forschungen die nördliche Verästelung des serbischen Gebirges genannt wird.

Als Kettengebirge im eminenten Sinne erscheinen unsere Ostalpen und Karpathen. Da laufen merkwürdig gefaltete Gesteinschichten mit großer Beständigkeit und Gleichförmigkeit hin. Die Richtung der Contraction und Faltung geht nach NO und O und man muß bei Betrachtung dieser Kette schließen, daß die carnischen Alpen an das böhmische Massiv und die dinarischen Alpen an das croatische Massiv angepreßt wurden und auch in der Gegenwart noch werden. Nicht minder werden die Karpathen an die galizische Masse gepreßt. Die Adria, welche von diesen Ketten bogenförmig umschlossen wird und gegen welche diese Gebirge verflächen, ist das Senkungsgebiet und durch die hier stattfindende Senkung wird der Tangentialdruck erzeugt, durch

welchen die Ketten an die genannten Gebirgsmassen angepreßt werden. Dieses Pressen, ähnlich dem des Paß- und Gletschereises, erzeugt radiale (Quer-) und peripherische (Längs-) Bruchlinien dadurch, daß die Elasticitätsgrenze des Gesteins in der Tiefe überschritten wird. Dieselben Kräfte, welche unsere Erdkruste bildeten, wirken heute noch immer fort. Ruhe, Gleichgewicht und Abflachung unserer Erdrinde wird nach Heim erst eintreten, wenn die Contraction (das Zusammenschrumpfen) unserer Erdrinde beendet sein wird. Diese Contraction erzeugt jenes wellenförmige Bodenschwanken, jenes unterirdische Geräusch, das so oft, wie auch diesmal beim Agramer Erdbeben wahrgenommen wurde.

Betrachten wir die geologisch-geographische Lage der Stadt Agram selbst, so finden wir, daß sie in einer Seehöhe von 131 m. am Bache Medvesak nördlich von der Save an das Südgehänge des 577 m. hohen Szlemegebirges erbaut ist. Das Szlemegebirge besteht im Kerne aus Grünstein, Glimmerschiefer und Chloritschiefer, über welchen Trias-, Kreide- und Tertiärschichten lagern. Die Tertiärschichten, dem Neogen angehörig, führen weiter nördlich nuzbare Mineralien, nämlich schöne Braunkohlen bei Krapina und Schwefel nebst Braunkohlen bei Radoboj. Die Schwefelknollen sind da dem Schieferthone eingelagert, welcher zwischen und über den Kohlenflözen liegt. Nöstlich von Agram erhebt sich über dem Tertiärlande das aus Urschiefer und Granit bestehende croatische Massiv, dessen höchste Erhebung 984 bis 1058 m. beträgt und welches besonders mächtig nördlich von Neu-Grabiska entwickelt ist. In Süd und Südwest, sowie in West finden sich die Steinkohlen-, Trias-, Kreide- und Eocänformation der dinarischen Alpen, welche zunächst in der Saveniederung vom Diluvium und Alluvium überdeckt ist. Daß hier eine bedeutende Bruchspalte, und zwar eine radiale, vorliegen müsse, beweisen zweierlei Thatfachen:

1. In Nord, Ost und Süd der Stadt Agram offenbart sich die vulkanische Thätigkeit durch zahlreiche und mächtige Thermen von hochgradiger Temperatur. Dahin zählen: die indifferenten Thermen von Krapina mit 34° R., die heißen Schwefelquellen von Toplice (aquae Jassae der Römer) mit 46° R., die zahlreichen und indifferenten Thermen von Topusko mit 45 bis 49° R., die salinisch-alkalischen warmen Sodquellen von Lipik mit 33—37° R., die indifferenten Thermen von Stubiča mit 46·9° R., 4 Stunden von Agram, die 5 Thermen von Daruvar mit 32—37·5° R. Temperatur.

2. Die Stadt Agram wurde seit Jahren von vielen und inten-

füben Erdbeben heimgesucht. Die Stadtchronik gibt Nachricht über gewaltige Erschütterungen in den Jahren 1502, 1564, 1659, 1668, 1756, 1757. In unser Jahrhundert fallen die Beben von 1827, 1832, 1837, 1839, 1848, 1857, 1861, 1868, 1871 (31. August, 2. November), 1876 (12. December), 1877 (4. Mai, 12. November), dann 1879 (21. und 22. Juni). In der letzten Zeit fällt also fast auf jedes 4te Jahr ein Erdbeben.

Das Erdbeben von Klana nordwestlich von Fiume, welches in den Monaten Januar und Februar des Jahres 1870 mit zahlreichen Beben begann, am 1. März Abends 9 h den Hauptstoß hatte und bis in den Monat Juli hineindauerte, war ein sehr heftiges. Seine Aze folgte aber dem Streichen der dinarischen Alpen und war ein longitudinalales Erdbeben (ein Längsbeben). Am 4. Februar L. J. fand um 2 h 20' Morgens abermals ein starkes Erdbeben statt. Die mehrmals wiederholten Erdstöße waren wellenförmig mit auf- und abwärts schwingender Bewegung aus NW nach SO in der Dauer von 15 Sekunden. Wohnhäuser erhielten Mauerrisse und in den Wohnungen bewegten sich alle Gegenstände, so daß die Leute bestürzt auf die Gasse liefen. Außer dem Explosiv-Erdstoß vom 1. März 1870, der 60 Häuser ruinirte, war noch keiner so heftig und langdauernd, als der heutige. Es fällt das zusammen mit jenem Erdstoß, der uns um 2 h 22' 25" Morgens am 4. in Klagenfurt und um 2 h 24' die Triestiner, dann die Gurkfelder, Laibacher, Tarviser und das ganze Karstgebiet erschreckte. Da es sich den karnischen und dinarischen Alpen entlang fühlbar machte, so war es auch diesmal ein peripherisches oder Längsbeben.

Dagegen ähnelt das heutige Agramer Beben dem von Belluno, welches am 29. Juni 1873 stattfand, dessen Schütterkreis quer durch unsere Alpen bis Freistadt in Oberösterreich reichte und dessen Stoßlinie mit dem sichtbaren schönen Querbruche von Santa Croce zusammenfällt. Es ist somit ein alpin-transversales oder radiales zu nennen, weil sein Schütterkreis die dinarischen Alpen quer durchsezt. Bei dem Querbeben erscheint gewöhnlich nur Ein stärkerer Stoß, dem später mehrere schwächere nachfolgen. Bei dem Längsbeben dagegen springen die Stöße der Bruchspalte entlang von Ort zu Ort und wiederholen sich nach Jahren wieder. Der Oberflächennittelpunkt oder das Epicentrum liegt vermuthlich zwischen Agram, Remete, Granefina und Resnit. Der Herd des Bebens oder das Centrum in der Tiefe dürfte wohl nicht gerade unter, aber jedenfalls nicht weit von Agram gelegen

sein, was übrigens erst die genaueren Aufnahmen der Homo- und Pleistoseiten feststellen werden. Wenn unsere Geologen ihre genauen Studien vollendet haben werden, wird auch volle Klarheit in dieses bedeutungsvolle Ereigniß der Gegenwart, das vermuthlich noch nicht vollkommen abgeschlossen ist, gebracht werden.
