

35680, II, L, f. Futt. 1

107/30  
40/10

Über Erdbebenbeobachtung  
in alter und gegenwärtiger Zeit  
und die  
Erdbebenwarte in Laibach.

Von

Albin Belar.

I. Zur Geschichte der Erdbebenbeobachtungen. — II. Der heutige Erdbebenbeobachtungs-  
dienst im In- und Auslande. — III. Die Einrichtung der Erdbebenwarte in Laibach. —  
IV. Über den heutigen Stand der Erdbebenforschung.

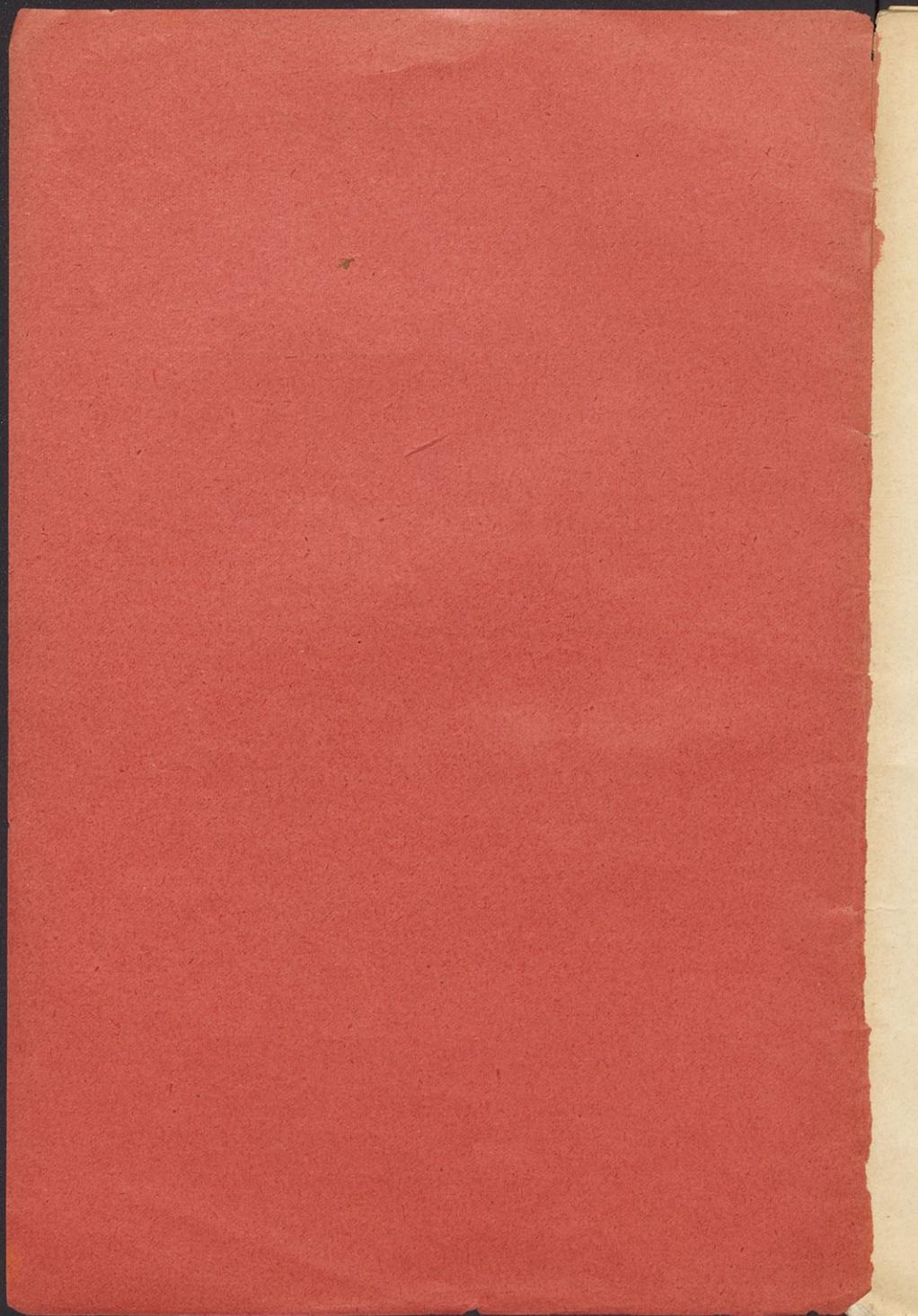
Mit 5 Abbildungen im Texte und einer Tafel.



Laibach 1898.

Buchdruckerei von Ig. v. Kleinmayr & Fed. Bamberg in Laibach.

Verlag von Otto Fischer, Buchhandlung.



# Aufruf!

Am 2. Juli l. J., 5 Uhr 19 Min. früh, wurde das arme Land *Dalmatien* (in Österreich) von einem furchtbaren Erdbeben heimgesucht, und noch bis heute ist der Boden nicht zur Ruhe gekommen. Die Stadt Sinj, noch mehr aber die in einem Umkreise von etwa 20 km liegenden *Ortschaften*, sind buchstäblich in *einen Schutthaufen* verwandelt worden. Die Berichte aus der schwer betroffenen Gegend sind trostlos, umsomehr, *als auch Menschenleben zu beklagen sind*.

In der Stadt **Laibach**, wo die Spuren der Erdbebenkatastrophe vom Jahre 1895 heute noch nicht verwischt sind, ist das Mitgefühl für die armen Menschen in allen Kreisen rege geworden. *Von hier aus ergeht daher der Hilferuf an alle in- und ausländischen Fachgelehrten der modernen Erdbebenforschung*, einen von der Laibacher Erdbebenwarte ausgehenden Vorschlag: *durch Widmung von wissenschaftlichen Beiträgen, welche in irgend einer Weise zur Förderung der jungen Wissenschaft geeignet sind, nach Kräften zu unterstützen*.

Geplant wird zu Gunsten der durch das Erdbeben Heimgesuchten die baldige Herausgabe eines größeren Werkes, welches Folgendes enthalten soll:

1.) *Alle auf dieses Beben Bezug habenden exacten Beobachtungen aus Italien sowie von anderen auswärtigen Erdbebenwarten und von der zu Laibach (an dieser wurden die Schütterwellen von Sinj an vier Präcisions-Instrumenten genauestens registriert). Diesen Beobachtungen wären jene vom 28. Juni (Rieti, Rom), jene vom 29. Juni l. J. (sehr fernes Beben, Ursprungsort bis heute unbekannt) und andere in diesem Zeitabschnitt erfolgten anzugliedern, soweit ein Zusammenhang mit dem dalmatinischen Beben vom 2. Juli nachweisbar ist.*

2.) *Die Berichte von verlässlichen Augenzeugen der Katastrophe, die der Erdbebenwarte in Laibach bereits vorliegen, und wissenschaftliche Aufnahmen im Schüttergebiete, das von hier aus bereist werden soll, sowie Zerstörungsbilder (verschüttete Baulichkeiten, klaffende Erdsprünge an den Straßenzügen, wie solche in großer Menge im Schüttergebiete nach dem Beben aufgetreten sind).*

3.) *Das Wichtigste über die Geologie des betroffenen Landes und einen geschichtlichen Überblick über Erdbeben in Dalmatien, wofür die berufensten Fachleute gewonnen werden.*

4.) *Originalabhandlungen, welche den heutigen Stand der Erdbebenforschung beleuchten oder geeignet sind, unsere Kenntnisse über die Natur der Erdbeben zu erweitern.*

Der Reinertrag dieses durch internationale Beiträge geschaffenen Werkes ist für die vom Erdbeben arg heimgesuchten Bewohner des Schüttergebietes bestimmt.

Durch dieses Unternehmen soll zugleich die jüngste Wissenschaft, die exacte Erdbebenforschung, weiteren Volksschichten zugänglich gemacht werden.

Das Werk soll, um zu gemeinsamer Thätigkeit, welche in dieser Wissenschaft unerlässlich ist, anzuregen, in deutscher, englischer, französischer und italienischer Sprache abgefasst werden.

Die freundlichst zgedachten Beiträge wollen **bis Mitte December 1898** an

**Albin Belar**

Leiter der Laibacher Erdbebenwarte an der k. k. Oberrealschule  
in Laibach (Krain), Österreich

gesendet werden.

 Um Verbreitung dieses Aufrufes, welcher demnächst auch in englischer, französischer und italienischer Sprache erscheint, wird dringendst gebeten.

Laibach, Mitte Juli 1898.



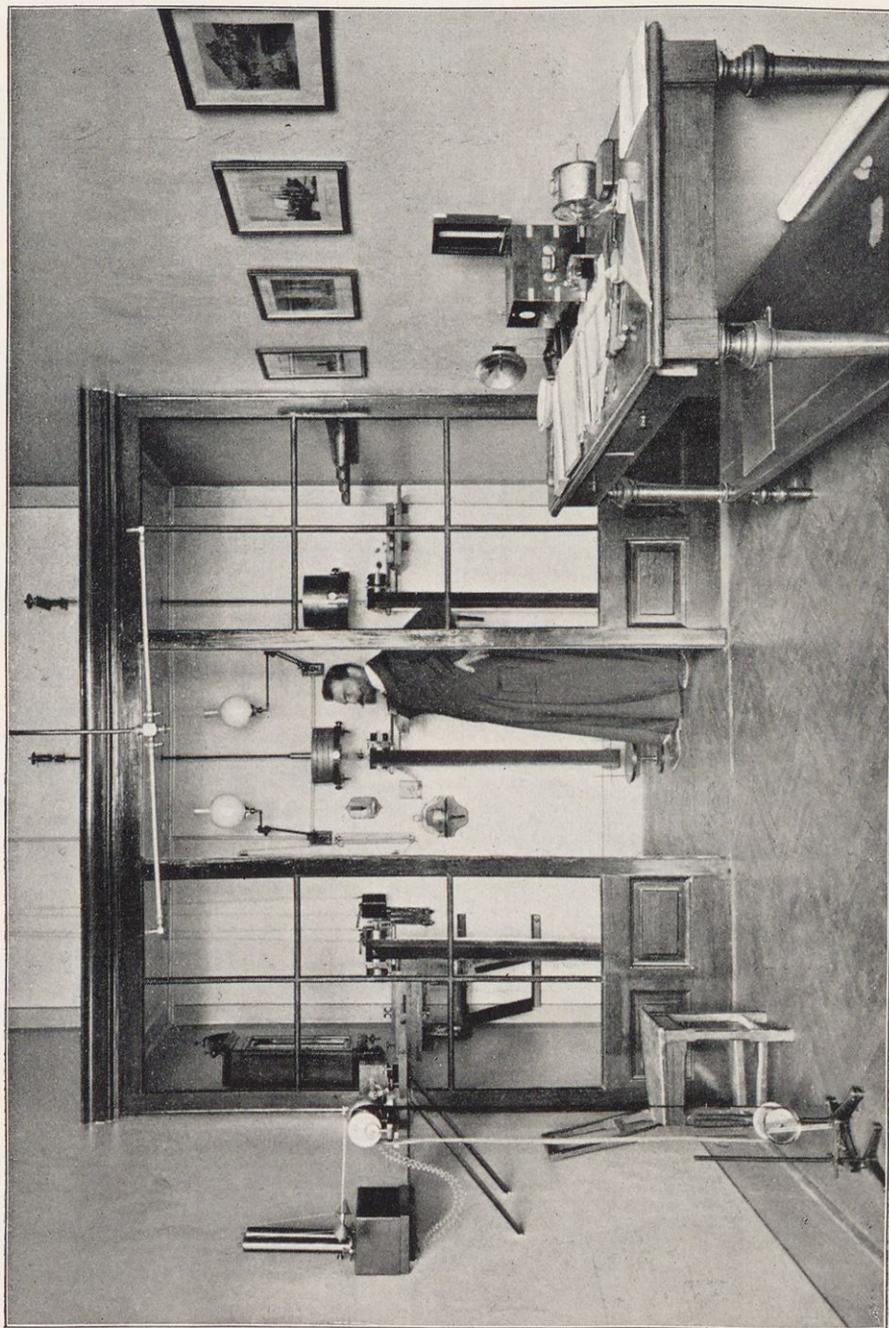
ERDBEBENWARTE AN DER K. K. OBERREALSCHULE IN LAIBACH  
(GEGRÜNDET VON DER KRAINISCHEN SPARCASSE 1897).

Kleines Horizontalpendel  
(Simassa)

Grosses Horizontalpendel  
(Tünnes)

Mikroseismograph  
(Padua)

Seismograph  
(Tünnes)



INSTRUMENTEN - ZIMMER.

# Über Erdbebenbeobachtung

## in alter und gegenwärtiger Zeit

und die

## Erdbebenwarte in Laibach.

Von

**Albin Belar.**

I. Zur Geschichte der Erdbebenbeobachtungen. — II. Der heutige Erdbebenbeobachtungsdienst im In- und Auslande. — III. Die Einrichtung der Erdbebenwarte in Laibach. — IV. Über den heutigen Stand der Erdbebenforschung.

Mit 5 Abbildungen im Texte und einer Tafel.



Die Natur hat nicht vergeblich einen Schatz von Seltenheiten überall zur Betrachtung und Bewunderung ausgebreitet. Der Mensch, welchem die Haushaltung des Erdbodens anvertraut ist, besitzt Fähigkeiten, er besitzt auch Lust, sie kennen zu lernen, und preiset den Schöpfer durch seine Einsichten. Selbst die fürchterlichen Werkzeuge der Heimsuchung des menschlichen Geschlechts, die Erschütterungen der Länder, die Wuth des in seinem Grunde bewegten Meeres, die feuerspeienden Berge fordern den Menschen zur Betrachtung auf und sind nicht weniger von Gott als eine richtige Folge aus beständigen Gesetzen in die Natur gepflanzt, als andere, schon gewohnte Ursachen der Ungemächlichkeit, die man darum für natürlicher hält, weil man mit ihnen mehr bekaunt ist.

Die Betrachtung solcher schrecklichen Zufälle ist lehrreich. — — —

**Immanuel Kant:** Geschichte und Naturbeschreibung der merkwürdigsten Vorfälle des Erdbebens vom Jahre 1755.

**Laibach 1898.**

Buchdruckerei von Ig. v. Kleinmayr & Fed. Bamberg in Laibach.

Verlag von Otto Fischer, Buchhandlung.



## Erdbebenwarte.

*Geschichtliches.* Gleich nach der Erdbebenkatastrophe fasste die Direction über Anregung des Herrn Landespräsidenten den Entschluss, zum Zwecke wissenschaftlicher Beobachtungen der Erderschütterungen an der Staats-Oberrealschule ein selbstregistrierendes Instrument aufzustellen und wandte sich diesbezüglich an die k. k. Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus in Wien in einer Zuschrift vom 16. April 1895, Z. 218.

Die Central-Anstalt beantwortete schon am 18. April 1895, Z. 194, diese Zuschrift und sandte auf das zuvorkommendste eine Anzahl Werke, die nähere Beschreibungen solcher Apparate enthielten.

Diese Frage blieb dann in Schwebe, bis der Assistent der k. und k. Marine-Akademie in Fiume, *Albin Belar*, im Jahre 1896 zum wirklichen Lehrer an unserer Anstalt ernannt wurde. Als bereits bewährter Fachmann trat er nun in einem schriftlichen Berichte vom 4. Februar 1897 an die Direction mit dem Ersuchen um Errichtung einer Erdbebenwarte an der Staats-Oberrealschule in Laibach heran. Dieser Bericht wurde der krainischen Sparcasse befürwortend vorgelegt, worauf diese mittelst Zuschrift vom 31. März 1897, Z. 563, für die Anschaffung zweier Seismographen den namhaften Betrag von 700 fl. der Realschuldirection zur Verfügung stellte.

In Würdigung dieser für die Stadt Laibach und für das Land, besonders jedoch für die wissenschaftliche Forschung so hochwertigen Institution, ermöglichte die krainische Sparcasse dem Realschullehrer Albin Belar durch Zuerkennung des Betrages von 200 fl. eine Studienreise nach Italien, wo derselbe über die Einrichtung der in diesem Staate glänzend ausgestatteten Erdbebenwarten während der letzten Ferienzeit Studien machen konnte.

Seit 18. September 1897 ist ein Mikroseismograph nach dem Systeme Vicentini, ausgeführt unter der Leitung des Erfinders im physikalischen Institute der Universität zu Padua, im Apparaten- und Waggzimmer des chemischen Laboratoriums an einer günstig gelegenen Hauptmauer montiert und functioniert seither tadellos ohne Unterbrechung.

Über Anregung des Realschullehrers Albin Belar hatte die Maschinen-schlosserei-Firma Gustav Tönnies mit Rücksicht auf den wissenschaftlichen Zweck sich bereit erklärt einen im Princip ähnlichen Apparat unentgeltlich auszuführen und der Erdbebenwarte zu widmen. Dieser Apparat wurde Mitte Jänner in Dienst gesetzt.

Diese Firma übernahm ferner die Ausführung eines Horizontal-Doppelpendels, den sie ebenfalls kostenlos in den Dienst der Wissenschaft stellte.

Auch die Firma Albert Samassa verfertigte unentgeltlich einen kleinen Horizontal-Doppelpendel-Apparat.

Beide Instrumente wurden Ende März aufgestellt.

Gegenwärtig ist noch zur Messung der verticalen Componente der Erd-bewegungen ein neues Instrument in Padua im Baue begriffen und dürfte durch den Erfinder selbst in der Ferienzeit zur Aufstellung gelangen.

Der Realschul-Localfonds widmete einen Betrag von 500 fl. und wurden eine elektrische Uhr, die als Chronograph dient, und ein Schiffschronometer angeschafft.

Alle übrigen Adaptierungs- und Montierauslagen sowie die Einrichtungsgegenstände wurden auf Kosten der krainischen Sparcasse ausgeführt.

So wurde auf Anregung der hohen k. k. Landesregierung durch opferwillige Unterstützung der krainischen Sparcasse, des Realschul-Localfondes und der Firmen Gustav Tönnies und Albert Samassa unter der Leitung des Realschullehrers Albin Belar, der uneigennützig seine ganze freie Zeit in den Dienst der wissenschaftlichen Forschung stellt, ein Institut ins Leben gerufen, das, ausgestattet mit den neuesten Hilfsmitteln, als das erste in Österreich vollkommen imstande ist, den wissenschaftlichen Anforderungen der Erdbebenbeobachtung zu entsprechen.

Das hohe k. k. Ministerium für Cultus und Unterricht hat zur Erhaltung der Erdbebenwarte für das Jahr 1899 eine Subvention von 300 fl. jährlich in Aussicht zu stellen gefunden, wodurch der Bestand der Erdbebenwarte auch für die Zukunft gesichert erscheint.

Seine Excellenz der Herr Landespräsident Baron *Victor Hein* geruhte die Erdbebenwarte dreimal mit seinem Besuche zu beehren. Zahlreiche andere hohe Persönlichkeiten sowohl aus Laibach als auch von auswärts, ja sogar vom Auslande, haben die Warte besucht, und wurden ihnen von der Leitung stets die gewünschten Erklärungen und Auskünfte ertheilt.

Die auf der Erdbebenwarte durch örtliche, wie durch die Wirkung auswärtiger Erdbeben auf den Erdbebenzeigern (Seismographen) eingezeichneten Linienbilder (Diagramme) werden in photographischer Nachbildung auf einer Tafel, die man an einer verkehrbelebten Stelle der Stadt angebracht hat, ausgestellt, wodurch dem in Laibach begreiflicher Weise sehr regen Interesse für diese Naturerscheinungen Rechnung getragen wird.

(Aus den Mittheilungen der Direction.)

---

## Einleitung.

Keine der zahllosen Naturerscheinungen, welche die Menschheit in Staunen und Schrecken gesetzt haben, hat sich bisher der Beobachtung so unzugänglich erwiesen, wie die Erscheinungen der mannigfachen unheimlichen Bewegungen der Erdkruste, die wir als Erdbeben bezeichnen.

Auf der einen Seite unzählige Deutungsversuche, auf der andern der Mangel jeder exacten Beobachtung und Messung. — So gaben die Erscheinungen seit jeher Veranlassung zur Aufstellung von Hypothesen über ihre Ursachen, ihren Sitz oder vielmehr über ihren Ursprungsort. Die Literatur reicht in dieser Richtung bis in die älteste Zeit zurück und ist heute nur schwer in ihrer Gesammtheit zu überschauen. Wer fühlte sich da noch nicht berufen, in der Erklärung dieser Naturgewalten ein Wort mitzusprechen? Andererseits aber schien es undenkbar, diesem großen Räthsel näher zu treten, bis man sich, erst in der jüngsten Zeit, entschlossen hat, den einzig richtigen Weg, den Weg der exacten Beobachtungen zu beschreiten, um an der Hand eines tadellosen, einwurfsfreien und reichen Beobachtungsmateriales zuerst die Bewegungsart genau zu bestimmen, mit einem Worte, die physikalische Natur auch der leisesten Bodenschwankung in allen ihren Phasen genau festzuhalten, von wo aus sich mit der Zeit erst neue Wege eröffnen können, die uns zum Ziele führen — die wahre Natur der Bodenbewegungen zu erforschen: das sind die Aufgaben des jüngsten Zweiges der Naturwissenschaft, der Geodynamik.

An Hypothesen für die Natur der Bodenerschütterungen mangelte es niemals, am allerwenigsten heutzutage. Schon bei den alten Classikern finden wir verschiedenerlei Anklänge an die heutigen Erklärungsweisen. Pythagoras schreibt einem Centralfeuer den Grund der Erdbebenercheinungen zu. Aristoteles andererseits sucht die bewegende Kraft in der Luft und den Dämpfen, welche in den Höhlungen der Mutter Erde eingeschlossen sind. Andere wieder vermuthen den Grund in unterirdischen Wässern. Ein alter Einsturztheoretiker war Lucretius, welcher die Behauptung aufstellte, dass es in der Erde Höhlungen gäbe, welche durch Auswaschungen des Wassers entstanden sein sollen; sobald nun die sie tragenden Stützen nicht mehr hinreichen, sie zu halten, so erfolgen Einstürze, welche dann die Bodenerschütterungen herbeiführen. In neuerer Zeit glaubte man in den Gaspannungen des Erdinnern die veranlassende Ursache finden zu müssen.

Zu Anfang dieses Jahrhunderts führte man modernere Erklärungsversuche ins Feld, und man sprach die Ansicht aus, dass die Beben den Elektrizitätsspannungen, die unter der Erde und über derselben wirksam sind, ihre Entstehung verdanken. Die jüngst aufgestellten Hypothesen von inneren unterirdischen Ursachen sind so bekannt und durch die Tagesliteratur in die breiten Schichten des Volkes getragen, dass an dieser Stelle eine knappe Anführung derselben genügt. Die stereotype Frage in aller Mund, wenn man heute über Beben spricht, ist: Sind Sie Einsturztheoretiker? Tektoniker? Oder halten Sie gar zu den Plutonisten? vielmehr: Bekennen Sie sich zur vulcanischen Natur der Beben? — Diese paar Fragen umfassen so ziemlich einen großen Theil der modernsten und gangbarsten Erdbebenhypothesen. Nun, die Antwort ist nicht so leicht gegeben. Will man jemand zur tektonischen Theorie bekehren, so braucht man ihn nur auf irgend ein Profil (Aufriss) eines Theiles unserer festen Erdkruste aufmerksam zu machen. Man führe als Beispiel irgend einen bekannten Steinbruch an, spreche erst von den Schichten, beschreibe dabei die Krümmungen, Knicungen und Verwerfungen desselben, mache ihm die Gleitflächen begreiflich; man wird verstanden, wenn dann in übertragener Bedeutung an der Hand dieses kleinen Bildchens vom Durcheinander, welches jedermann geläufig wird, die, man könnte sagen, angeborene Anschauung, die Erde sei etwas Festes, Starres, Ruhiges — der Boden unter uns sei ruhig, — sich selbst widerlegt und das bisher Unbegreifliche zur Überzeugung wird. Die scheinbar feste, ruhige Erdkruste ist eigentlich an verschiedenen Punkten ihrer Masse in fortwährender Bewegung. Sie erzittert bald da, bald dort. Der größte Theil dieser Bewegungen ist für die groben Sinne des Menschen gar nicht wahrnehmbar, sie lassen sich nur an feinen, sehr empfindlichen Instrumenten erkennen. Die Bewegungen können auch vom Menschen wahrgenommen werden als leichtes Erzittern des Bodens, als ein leichtes Wiegen; die Erdbewegung macht sich dem Menschen als ein Schaukeln deutlicher bemerkbar, vergleichbar mit den Schwankungen eines Bootes bei mäßig bewegter See. Wir sprechen auch von aufrechten Stößen, eine Bezeichnung, welche der subjectiven Empfindung des Menschen entspringt. Die letzteren Bewegungserscheinungen sind zumeist von einem Geräusch, Sausen, Dröhnen, Donner oder kanonenschussartigen Detonationen begleitet. Gesellt sich zu diesen unheimlichsten aller Naturlaute noch das Ächzen, Klirren und Krachen der umliegenden Gegenstände, so ist die Bewegung dann auch von zerstörenden Folgen begleitet. Jede solche Bewegung, ob stark oder schwach, für Menschen oder nur für Instrumente wahrnehmbar, bezeichnen wir mit dem Worte «Erdbeben», ohne damit etwas Näheres zu bezeichnen, als eine Bewegung der festen Erdrinde, die sich in vorbezeichneter Weise unseren Sinnen zu erkennen gibt.

Für die Einsturztheorie haben wir Erscheinungen auf dem heimatlichen Boden genug; in kleinem Maßstabe spielen sich locale Beben, die keinen weiten Verbreitungsbezirk haben, auf unserem Karste nahezu täglich ab.

Was die vulcanischen Beben betrifft, so möge nur auf die mannigfaltigen Boden-Bewegungserscheinungen, wie sich solche in der Gegend vulcanisch thätiger Berge häufig abspielen, hingewiesen werden.

Gehen wir der Natur der Bodenbewegungen näher nach, so sind wir gezwungen, unter den verschiedenen, scheinbar gleichen Erscheinungen scharfe Unterschiede zu machen. Wir müssen zugeben, dass zwischen den verschiedenen Beben wesentliche, gut unterscheidbare Merkmale hinsichtlich ihrer Natur bestehen und dass wir den Begriff der Bodenbewegungen weiter auszudehnen gezwungen sind. Für die Classification der Beben müssen wir aber vor allem die geologische Beschaffenheit der Erdkruste, den jeweiligen Bewegungscharakter und insbesondere den Verbreitungsbezirk desselben genau bestimmt haben. Aus diesen gegebenen Factoren ziehen wir dann Schlüsse auf den Ausgangspunkt der Bodenbewegungen, eine bis heute noch offene Frage, die vielfach zu lösen versucht wurde, wobei man aber bis heute noch zu keiner befriedigenden Lösung gelangt ist. Solange jedoch diese Frage, die Herdtiefe eines Bebens, keine zufriedenstellende Antwort gefunden hat, solange stehen wir einem großen Theile dieser großartigen Naturerscheinungen ganz fremd gegenüber. Und auf die Frage, was sind eigentlich Erdbeben? müsste die Antwort heute noch bescheiden genug lauten: Bewegungen in unserer festen Erdkruste, deren Natur erst in einigen wenigen Fällen erforscht worden ist.

Die moderne Erdbebenforschung hat aber auch verschiedene Kräfte, welche ihre Einflüsse von außen auf die feste Erdrinde ausüben können, oder sogenannte auslösende Ursachen der Beben erkannt: Luftdruckschwankungen, große Temperaturdifferenzen, rasche Abkühlung und Erwärmung größerer Landstriche, Stellung des Mondes und anderer Weltkörper zur Erde; alle angeführten Naturkräfte mögen einen Einfluss auf die Solidität der Rinde unseres Erdkörpers ausüben. Wir sind dadurch allerdings dieser Naturerscheinung näher getreten, ohne aber damit das Ziel, welches wir in dieser Richtung anstreben, erreicht zu haben. Wo greifen diese Naturkräfte ein? Doch nur auf der Oberfläche unserer Erde. Wie tief reicht ihr Einfluss? Wie ist jene Tiefe beschaffen, von welcher die Erschütterungen ausgehen? Das sind nun die weiteren Fragen, vor welchen wir gegenwärtig stehen und die auf ihre Lösung noch warten. Unwillkürlich drängt sich weiter der zunächstliegende Gedanke auf: Werden wir diese Fragen jemals in allen Fällen beantworten können? — Fassen wir die modernen Forschungen über Erdbeben näher ins Auge, die schönen Ergebnisse, welche die junge Wissenschaft sich auf dem Wege exacter Beobachtungen bis heute erworben, so eröffnet sich uns bereits eine erfreuliche, vielversprechende Aussicht für die Zukunft, welche uns die Lösung dieser Fragen in absehbare Zeit näher rückt.

## I. Geschichte der Erdbebenbeobachtungen.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass man schon sehr früh Beobachtungen über den Verlauf der Erdbeben angestellt hat; wenigstens mit sehr primitiven Apparaten. Es ist naheliegend, aus den uns umgebenden Objecten Schlüsse auf Richtung und Stärke der Erdbewegungen zu ziehen, da ja halbwegs stärkere Erschütterungen deutliche Spuren ihrer Wirkung an beweglichen Gegenständen zurücklassen. Noch heutzutage leiten wir die Bewegungsrichtung ab aus verschobenen oder umgefallenen Möbelstücken, beobachten das Schwanken aufgehängter Gegenstände, z. B. Bilder und Hängelampen, oder verfolgen die Richtung, in welcher Flüssigkeiten durch Erdbewegungen aus offenstehenden Gefäßen verschüttet wurden, und wie oft müssten wir dabei die Erfahrung machen, dass unsere subjective Empfindung über die Stoßrichtung uns getäuscht hat.

Der ersten Beschreibung eines einfachen Apparates für die Bestimmung der Stoßrichtung begegnen wir im classischen Lande der Erdbeben, bei den Chinesen.

Wie John Milne<sup>1</sup> berichtet, soll dortselbst im Jahre 136 v. Chr. ein gewisser Chiocho ein Instrument ersonnen haben, mit welchem es möglich war, die Richtung der Beben genau zu bestimmen. Das Instrument, welches dazu diente, bestand aus einer hohlen Messingkugel, die auswendig reich mit Figuren und Inschriften geziert war. Innerhalb derselben war ein Pendel, welches in den acht Richtungen der Windrose beweglich war, angebracht. Diesen Richtungen entsprechend, waren an der Kugel auswärts Drachenköpfe angesetzt, in deren Rachen je eine Kugel lose aufgestellt war, welche, im Falle einer Bewegung des Pendels ins Rollen gebracht, in eines der acht unten aufgestellten Froschmäuler fiel.<sup>2</sup>

Von da an klafft aber eine große Lücke in der Geschichte der Erdbebenbeobachtung mittelst eigener Apparate. Erst zu Anfang des vorigen Jahrhunderts (1703) ist die Beschreibung eines Erdbeben-Messapparates von einem Franzosen, Abbé de Haute-Feuille, veröffentlicht worden; die erste dieser Art. Der von de Haute-Feuille vorgeschlagene Apparat ist das bekannte, mit Quecksilber vollgefüllte Gefäß, welches mit acht Abflussrinnen versehen ist; unter diesen Abflussrinnen sind acht kleine Gefäße fest aufgestellt, in welche das bei einer Erschütterung in Bewegung gesetzte Quecksilber abfließt. Der Apparat wird an einem ruhigen Orte aufgestellt und die Abflusstellen nach den Weltgegenden ausgerichtet. So ist es möglich, nach jeder Bewegung die Richtung und annähernd auch die Stärke, u. zw. nach der Menge des überflossenen Quecksilbers, zu bestimmen.

<sup>1</sup> John Milne, Earthquakes, London 1884.

<sup>2</sup> Ähnliche Apparate, allerdings ohne den figuralen Schmuck, kann man noch heute an italienischen Erdbebenwarten finden.

Ein italienischer Abbé hatte, unabhängig vom genannten Franzosen, 80 Jahre später eine ähnliche Erfindung gemacht und dieselbe auch durch eine Zeichnung der Öffentlichkeit übergeben. Der Apparat ist jenem von de Haute-Feuille ganz analog, ist jedoch primitiver und hat nur vier Abflussröhrchen.

Ein Erdbeben in Rom gab dem Abbé Cavalli die Veranlassung, ein solches Instrument zu bauen. Einem seiner Briefe, welcher von Mario Baratta<sup>1</sup> vor kurzem veröffentlicht worden ist, entnehmen wir folgenden interessanten Wortlaut: «Gegen 2 Uhr morgens am 9. April 1784 fühlte ich ein schwaches Erdbeben, welches stärker in Frascati, Velletri und noch anderweitig gespürt wurde. Als ich den darauf folgenden Tag in einer größeren Gesellschaft von meiner Wahrnehmung Erwähnung machte, bezweifelten einige meine Angabe, während andere, ich weiß nicht aus welchem Grunde, dieselbe direct in Abrede stellten. Um mich für die Zukunft zu versichern und die widersprechende Unwissenheit der Gegner widerlegen zu können, hatte ich, zu Hause angekommen, ein Instrumentlein eronnen, welches nach meinem Dafürhalten ohne Zweifel dieses furchtbare Naturereignis, auch wenn es noch so schwach auftreten sollte, genau aufzeichnen wird.» Aus seinen weiteren Ausführungen geht hervor, dass ihm sein neues Instrument nicht nur ein stattgefundenes Erdbeben, sondern auch Richtung und Stärke desselben anzeigt. Dieser von Cavalli vorgeschlagene Apparat hatte die verschiedensten Wandlungen durchgemacht. Cavalli selbst modificierte ihn dahin, dass es möglich wurde, auch die Zeit des Eintreffens eines Bebens festzuhalten, indem er unter die Abflussröhrchen durch Uhrwerke in Bewegung erhaltene Scheiben einstellte. Die Scheiben hatten den 24 Stunden und Minuten entsprechende und danach bezeichnete Nöpfchen, in welche im Falle eines Bebens das Quecksilber abfloss. Damit der Reihe nach mehrere Bewegungen auf diese Weise festgehalten werden konnten, so sorgte er dafür, dass im Behälter durch eine Feder am Boden das Quecksilber immer auf gleichem Niveau stand. Abbé Cavalli scheint jedoch diesen verbesserten Apparat für seine Beobachtungen auf der Sternwarte in Rom nicht in Verwendung gebracht zu haben, zum mindesten unterließ er es, in seinen von ihm herausgegebenen mehrjährigen Erdbeben-Katalogen die Stunde und Minute der Beben mitzutheilen.

Eigenthümlich ist es, dass in den modernen Werken der Physik und Geologie allerorts als der Erfinder dieses ersten Erdbebenmessers der Italiener Cacciatore gilt, obschon Baratta in seinen historischen Forschungen das nicht bestätigen kann. Um die Geschichte dieses historisch gewiss interessanten Apparates, welcher noch heutzutage an den meisten Erdbeben- und Stern-

<sup>1</sup> Mario Baratta ist ein bedeutender italienischer Erdbebenforscher, welcher sich gegenwärtig zur Aufgabe stellt, die Geschichte der vulcanischen Erscheinungen und der Erdbebenforschungen zu bearbeiten. Eine Reihe von Vorarbeiten hat er bereits veröffentlicht, denen auch die meisten der vorliegenden geschichtlichen Angaben entnommen sind.

warten ein wichtiges Inventarstück bildet, zu vervollständigen, möge noch angeführt werden, dass derselbe noch einmal im Jahre 1834 von einem Franzosen Namens Coulier erfunden wurde. Bezeichnend für den Aufschwung der jungen Wissenschaft der Erdbebenforschungen ist der heute ausgebrochene Federkrieg, wem die Priorität als Erfinder des ersten Erdbebenmessers zuzuerkennen sei.

Bis um die Mitte des vorigen Jahrhunderts hatte die exacte Erdbebenforschung keine vollkommeneren Apparate in den Beobachtungsdienst gestellt.

In Frankreich, in der Schweiz und in England (London) waren um diese Zeit außer dem Quecksilberapparate größere Behälter aufgestellt, mit Wasser gefüllt und auf der Oberfläche mit Lycopodiumpulver bestreut oder mit einer Seifenschaumschicht überzogen, welche bei einer gegebenen Schwankung die Bewegung des Wassers am Gefäße verzeichnete. Vereinzelt tritt das für die Messung der Bewegungen so naheliegende Instrument, das Verticalpendel, in den Erdbeben-Beobachtungsdienst. Zu Beginn des vorigen Jahrhunderts hatte ein phantasiereicher Münchener Naturforscher, Gruithuisen, dessen Name zwar in den exacten Wissenschaften keinen besonders guten Klang hat, Beobachtungen mit einem zehn Fuß langen Bleiloth gemacht. Das Instrument nannte er Elkysmometer. An demselben studierte er den Einfluss, welchen die Bewegung der Erde, die Nähe größerer Weltkörper auf dasselbe ausübten; in einer Abhandlung<sup>1</sup> führt er wörtlich an: «Mein Elkysmometer zeigt mir auch Erdbeben an, auch solche aus anderen Welttheilen.»

Die erste Methode, um die Bewegungen, welche das Pendel bei einem Erdbeben machte, zu beobachten und zu messen, bestand darin, dass man das untere Pendelende, bestehend aus einer Stahlspitze, in eine glattgestrichene Sandschicht spielen ließ. Diese Art der Zeichnung hatte den großen Nachtheil, dass bei stärkeren Beben die Spuren der Bewegung des Pendels sich von selbst wieder verwischten. Wieder waren es Erdbeben, welche Beobachtungen nothwendig machten und dadurch den Erfindungsgeist der Menschen weckten. Heftige Erdbeben in Ragusa bestimmten Travagini, Pendelbeobachtungen vorzunehmen, und die umbrischen Beben (1751) in Italien eiferten einen A. Bina zur Aufstellung von primitiven Pendelinstrumenten an, welchen später als Schreibfläche anstatt Sand eine Schicht feiner Asche unterstellt wurde. Die weitere Vervollkommnung in der Registriermethode bestand in einem am Ende des Pendels angebrachten feinen Pinsel, welcher, in eine Farbe getaucht, auf einem weißen Papier die Oscillationen des Pendels genau verzeichnete. Noch eine weitere Vervollkommnung erhielt die Schreibmethode des Pendels in Italien, indem berußte Glasscheiben zur Unterlage genommen wurden.

<sup>1</sup> Gruithuisen: «Lieblingsobjecte auf dem Felde der Naturforschung.» München 1817. Gruithuisen ist auch der erste Erfinder des Horizontalpendels, welchen sein Schüler Hengeller später vervollständigte.

Eine Methode, die sich wegen der geringen Reibung und Schärfe noch heute als die beste bewährt. Salsano und Zupo hatten viele interessante einschlägige Beobachtungen (1783) mit dieser Art von Instrumenten gemacht. Zehn Jahre später vervollständigte Duca della Torre auf das beste den Pendelapparat. Von den bisherigen italienischen Autoren wurden durchwegs schwere große Pendel für die Erdbebenbeobachtungen gewählt, so dass sie eigenthümliche Veränderungen der Pendelschwingungen beobachten konnten, welche 100 Jahre später durch die bekannten Foucault'schen Versuche ihre richtige Erklärung gefunden haben. Später schlägt Gilii kürzere Verticalpendel vor, die er mit einer Vorrichtung versieht, mit welcher es möglich war, die Zeit des Eintreffens eines Bebens genau festzuhalten.

Ebenso bemerkenswert wären für die Entwicklung der Erdbebenbeobachtung die zufällig an anderen, und zwar an astronomischen und meteorologischen Instrumenten beobachteten Einflüsse, welche durch nahe und ferne Erdbeben bewirkt waren. So zum Beispiel erkannte man schon vor 200 Jahren die enorm weite Verbreitung heftigerer Erdbeben über die ganze Erdoberfläche hin. Baratta<sup>1</sup> schöpft eine reiche Sammlung aus den alten meteorologischen Nachrichten wie auch aus alten Tagesblättern. Auf den meisten Sternwarten stehen übrigens seit jeher größere Wasserwagen oder Libellen im Gebrauche, die bei ihrer großen Empfindlichkeit auch schon häufig ferne Beben angezeigt haben.<sup>2</sup> Auf diese Art hatte zu Anfang des vorigen Jahrhunderts Reichenbach ferne Erdbeben beobachtet. Wagner desgleichen an der Libelle des großen Passage-Instrumentes zu Pulkowa.

Nun einige Beobachtungen an der Magnethadel. Schon im Jahre 1681 beobachtete Pater F. Eschinardi in Rom, dass seine Magnethadel eine plötzliche Ablenkung erfahren habe. Eschinardi spricht, bevor er eine Nachricht darüber erhielt, die Meinung aus, es handle sich um ein fernes Beben, welches in Malaga, in Spanien, stattgefunden haben müsse. Die Annahme Eschinardis hatte ihre vollständige Bestätigung erfahren. In der physikalischen Geographie von Kant steht die Mittheilung, dass in Hohenembs (1755) eine Magnethadel in der Dauer einer Minute um 40° südwärts abgelenkt wurde und, nachdem die seismische Bewegung vorüber war, wieder in ihre ursprüngliche Lage zurückkehrte. Im Jahre 1828 hatte Ingenieur Zobel in einem Kohlenbergwerke von Wietsch, unweit von Mühlheim, in einer Tiefe von 410 Fuß unter der Erdoberfläche folgende Beobachtung gemacht. Zobel stellte im Bergwerke Messungen mit der Bussole an, dabei fiel ihm eine auffallende Unruhe

<sup>1</sup> M. Baratta: «Per la storia della sismologia: „Sulla propagazione a distanza dei movimenti sismici.“

<sup>2</sup> Im Jahre 1895, am 14. und 15. April, notierte man das Laibacher Beben auf solchen großen Libellen in Potsdam. Bei Professor Grablovitz in Casamicciola stehen zum Zwecke von Erdbebenbeobachtungen gegenwärtig auch solche Libellen im Gebrauche.

an der Magnetnadel auf, die ihm jede weitere Messung mit derselben unmöglich machte. Die Störung dauerte an 15 bis 20 Minuten. Als er an die Oberfläche kam, erfuhr er, dass eben ein heftiges Erdbeben stattgefunden habe.

Der Astronom Fr. Carlini in Mailand spricht sich jedoch schon im Jahre 1842 gelegentlich der Erdbeben im Veronesischen dahin aus, dass der Einfluss auf die Magnetnadel rein mechanischer Natur sein müsse.

Carlini hat eine Anzahl seiner Beobachtungen in den Tagesjournalen<sup>1</sup> veröffentlicht. Für Laibach hat insbesondere die Beobachtung Carlinis vom 27. August 1840, 1 Uhr mittags, Interesse, um welche Stunde seine Magnetnadeln ein auswärtiges Beben anzeigten. Carlinis Vermuthung wurde bestätigt. Am bezeichneten Tage, wie unten folgt, hatte in der That ein starkes Beben in Laibach stattgefunden, welches sogar, wie unsere jüngste Erdbebenkatastrophe, in einigen Orten Venetiens verspürt wurde.

Mitteis<sup>2</sup> berichtet darüber Folgendes:

«1840, den 27. August, 5 Minuten nach 1 Uhr nachmittags, hörte man in Laibach ein dem Rauschen des Sturmwindes ähnliches Getöse, auf dieses folgten unmittelbar sehr bemerkbare horizontale Erdstöße oder Schwankungen, die beinahe drei Secunden anhielten. Ihre Richtung gieng von Süd nach Nord. Das Barometer stand auf 27'' 9''' , das Thermometer auf + 21° R. im Schatten, am Himmel schwebten zahlreiche Haufenwolken.

Laut eingegangenen Berichten wurde dieses Erdbeben um dieselbe Zeit an mehreren Orten Krains mit mehr oder weniger Heftigkeit wahrgenommen, namentlich in Krainburg, Vodice, Reifnitz, Jantschberg, St. Martin bei Littai, sowie auch in der benachbarten Steiermark und in Kärnten. In Klagenfurt wiederholte sich der Erdstoß nach 10 Minuten wieder, aber in viel geringerem Grade. Infolge dieses Erdbebens erhielten in Laibach mehrere Gebäude bedeutende Risse, einige Schornsteine stürzten ein, und in vielen Häusern löste sich das Malter von den Wänden ab. Besonders bemerkenswert ist die Erscheinung, dass in Laibach während des Erdbebens aus der Atmosphäre eine schwefelgelbe Materie in kleinen Tropfen niederfiel, die, vertrocknet, zerreibbar war.

Laut Bericht aus dem Markte Watsch dauerte dort das Erdbeben, dessen Schwingungen von Ost nach West angegeben werden, bei acht Secunden, infolgedessen in den Häusern von den Stuccaturen der Anwurf, von den Dächern die Ziegel in Menge herabfielen, die Häuser Risse bekamen und sonst noch Schaden an den Gebäuden angerichtet wurde. — Am 2. September um 11 <sup>3</sup>/<sub>4</sub> Uhr verspürte man in Laibach wieder einen leichten Erdstoß.

Das eben genannte Erdbeben trat auch in Steiermark mit großer Heftigkeit auf; so berichtet die «Grazer Zeitung», dass am 27. August, 1 Uhr

<sup>1</sup> Gazzetta Privilegiata di Milano, 1840.

<sup>2</sup> Drittes Jahreshaft des Vereines des krainischen Landesmuseums, 1862, Seite 104 u. 105.

nachmittags, zu St. Lorenz in der Wüste, Marburger Kreises, ein heftiges Erdbeben verspürt wurde, welches ungefähr zehn Secunden dauerte, die Richtung von Nord nach Süd hatte und von einem heftigen, donnernden Getöse begleitet war, welches einem rollenden Wagen glich. Die Fenster klirrten, Schränke und Kästen schwankten, die Leute eilten erschreckt auf die Gasse. Ebenso wurde diese Erschütterung in Windischgratz um 1 Uhr 5 Min. nachmittags, von Nord nach Südwest, mit großer Heftigkeit verspürt und dauerte  $3\frac{1}{2}$  Secunden. In der Kirche St. Ullrich, außerhalb Windischgratz, haben die Gewölbe starken Schaden genommen, und an der Hauptpfarre St. Martin ertönten heftig die Glocken. Das Thermometer zeigte  $+ 18^{\circ}$  R., der Himmel war rein und kein Lüftchen wehte. In den vorhergegangenen drei Tagen war die Hitze drückend. Diese Naturerscheinung, fügt der Berichterstatter hinzu, muss in hiesiger Gegend zu den Seltenheiten gezählt werden.»

Die Vergleichung des oben angeführten Bebens mit dem vom Jahre 1895, 14. und 15. April, ergibt wieder das gleiche Verbreitungsgebiet. Bei beiden Beben erscheinen Südsteiermark und Venetien mitgenommen. Vor 54 Jahren controlierten bereits die Italiener unsere Beben, und die Vergleichung der Beobachtungen in Italien mit den Erdbeben, welche Krain seinerzeit heimgesucht haben, würde noch für viele andere Fälle, die vielleicht viel weiter zurückreichen, eine Analogie ergeben. Bemerkenswert in dem angeführten Beispiel ist jedoch der Umstand, dass das Laibacher Beben vom Jahre 1895 in Mailand von den Instrumenten nicht verzeichnet wurde.<sup>1</sup>

Magnetnadelbeobachtungen in dieser Art machte wiederholt auch Palmieri in Neapel, so wie solche auch an anderen Sternwarten angestellt wurden. Moureaux stellte eigene Versuche in Paris an, um zu ermitteln, ob der Einfluss der Magnetnadeln rein mechanischer Natur sei oder ob nicht auch andere Ursachen die Ablenkungen der Magnetnadeln herbeiführen. Zu diesem Zwecke construierte er zwei gleich große Nadeln, die er unter gleichen Bedingungen aufhängte. Die eine Nadel wurde magnetisch gemacht, die zweite nicht. Leider fehlen Angaben über seine etwaigen Erfahrungen mit diesen Nadeln.

Recht interessante Diagramme (Aufzeichnungen oder Spurbilder) erhält man in neuerer Zeit von Magnetographen,<sup>2</sup> das sind empfindlich aufgehängte Magnetnadeln, an deren Enden Spiegelchen angebracht sind, vermittelt welcher ein Lichtstrahl auf ein lichtempfindliches Papier reflectiert wird. Der Papierstreifen oder die Papierscheibe wird durch ein Uhrwerk weiter bewegt. Sobald vollkommene Ruhe herrscht, wird der Lichteindruck eine gerade Spur auf dem lichtempfindlichen Papier hinterlassen, bei jeder beliebigen Störung jedoch werden die Schwankungen der Magnetnadel vom

<sup>1</sup> Siehe «Beiträge zum Erdbeben von Laibach 1895» vom Autor, Seite 15.

<sup>2</sup> Die Sternwarte in Pola sowie mehrere deutsche Sternwarten registrierten mit den Magnetographen das Laibacher Beben vom Jahre 1895.

Lichtstrahl auf dem Papiere getreulich nachgebildet erscheinen. Diese Art von Aufzeichnungen ist insoferne wissenschaftlich, als sie heutzutage bei der modernen Erdbebenmessung vielfach in Anwendung kommt.

In diese Reihe von Beobachtungen gehören auch noch verschiedene andere, die mit astronomischen Instrumenten bei Beobachtungen der Gestirne gemacht wurden. So hatte Oriani, Director der Sternwarte «Brera» in Mailand, im Jahre 1783 die auffallende Beobachtung gemacht, dass die Sonnenscheibe in seinem großen Fernrohre rasch hintereinander hin und her sich bewege. Nachdem Oriani alle Nebenumstände geprüft hat, ist er zur Erkenntnis gelangt, dass die Ursache dieser scheinbaren Bewegung der Sonnenscheibe in der Unruhe der Erde zu suchen sei, das heißt in der durch die Erschütterung des Bodens bewirkten Bewegung des Fernrohres, da jeder andere Einfluss, durch Wind oder vorüberfahrende Wagen, ausgeschlossen war. So gelangte Oriani zur richtigen Erkenntnis, dass die leichte Bewegung von fernen Beben herrühre, und in der Regel fand seine Annahme auch eine Bestätigung.

Aus den ausführlichen Beobachtungen, welche Oriani für das Jahr 1783 veröffentlicht hatte, geht hervor, dass in diesem Jahre der Boden sehr unruhig gewesen sein muss. Leider fehlen uns bis jetzt Mittheilungen von Krain<sup>1</sup> aus den letzten Jahrzehnten des vorigen Jahrhunderts, welche mit jenen von Oriani verglichen werden könnten.

So unvollkommen auch die ersten Versuche mit Verticalpendeln waren, um die Bodenbewegungen in Spurbildern festzuhalten, so ist demungeachtet viel Zeit verflossen, bis man daran gegangen ist, dieselben entsprechend umzugestalten. Erst um die Mitte dieses Jahrhunderts begegnen wir in Japan dem ersten Pendelapparate, bei welchem die Schreibfläche durch ein Uhrwerk fortbewegt wird.

Diese Anordnung des beweglichen Registrierpapiers ermöglichte eine genauere Analyse der Pendelbewegungen, indem die Aufzeichnungen auseinandergezogen erscheinen und entzifferbar waren. Ebenso wurde für eine genauere Zeitnotierung gesorgt. Der Italiener Brassart, Mechaniker in Rom, machte die sinnreiche Erfindung, dass jede Bewegung des Pendels in zwei Componenten, die aufeinander senkrecht stehen, zerlegt wird, was als ein bedeutender Fortschritt bezeichnet zu werden verdient. Das Brassart'sche Princip ist noch bei den modernsten Verticalpendeln angenommen.

Man könnte sagen: Japaner, Italiener, Deutsche und Engländer wetteifern in den letzten Decennien an der Vervollkommnung der Erdbeben-Messapparate.

<sup>1</sup> Es wäre eine sehr dankbare Arbeit, einen genauen Katalog sämtlicher Beben, die sich im Laufe der Zeit in Krain ereignet haben, zusammenzustellen und zu veröffentlichen; es würde damit der Erdbebenforschung gewiss sehr gedient werden. Vom 18. Jahrhunderte sind übrigens von Krain nur zwei Beben bekannt, und zwar vom 6. December 1784 und 11. April 1786. (Dimitz, Geschichte Krains, IV., p. 229.) Oriani's Beobachtungen dürften mit den großen Beben, die im Jahre 1783 in Calabrien stattgefunden haben, im Zusammenhange stehen.

Als ein neues System von Seismographen führte im Jahre 1870 Zöllner das Horizontalpendel ein, welches bis heute in den verschiedenartigsten Typen ausgebaut wurde. Horizontalpendel<sup>1</sup> werden sie deshalb genannt, weil sie nur in der horizontalen Ebene schwingen können.<sup>2</sup> Um die Vervollkommnung dieses Instrumentes machten sich insbesondere die Deutschen verdient; allein nicht minder beteiligten sich an der Arbeit auch die Italiener und Engländer. Für ferne Beben sind dies heutzutage die vollkommensten Instrumente.

In den Erdbebenländern Japan und Italien finden wir außer dem Vertical- und Horizontalpendel in den verschiedenartigsten Formen auch noch Instrumente, welche auf hydrostatischer Grundlage beruhen und mit beständiger Registriervorrichtung versehen sind. Hiezu werden zumeist offene Gefäße oder Röhren verwendet, die mit Wasser oder Quecksilber gefüllt werden. Um die Bewegungen der Flüssigkeiten controlieren zu können, sind bei einigen dieser Instrumente Schwimmer angebracht; Hebelarme, welche vom Schwimmer ausgehen, zeichnen auf einem rotierenden Papier die Oberflächen-Wellen, welche durch Erschütterungen auf der Flüssigkeit hervorgerufen werden, auf.

Da wir bei Bodenbewegungen verschiedene Bewegungsarten zu messen haben, so ergibt sich daraus auch die Nothwendigkeit, dementsprechende Instrumente aufzustellen, welche diesen Bewegungen angepasst sind. Alle nach den vorangeführten Principien construierten Instrumente sind hauptsächlich dazu bestimmt, die horizontale Bewegung zu messen; nun muss aber bei einem Beben auch die verticale Componente gemessen werden. Die verschiedenen bisher in Gebrauch gesetzten Instrumente entsprechen auch nur annähernd der Anforderung, die man an solche stellt.<sup>3</sup> Die besten Verticalseismometer sind die von den Engländern Ewing, Gray und Milne vorgeschlagenen.

Außer den angeführten Typen von Instrumenten gibt es noch eine Anzahl verschiedener Apparate, welche die Zeit des Eintreffens einer Bewegung festhalten und welche den Namen Seismokope oder, wie wir sie nennen, Zeitmelder führen. Es sind dies durchwegs Instrumente von untergeordneter Bedeutung und haben nur dann einen Wert, wenn zugleich Beobachtungen mit den beständig registrierenden Apparaten gemacht werden.

Am empfehlenswertesten als Zeitmelder ist der vom Professor Cancani in Rom construierte Apparat. Derselbe besteht aus einer kleinen Dunkelkammer. In der Camera liegt eine lichtempfindliche Platte bereit und in der entsprechenden Entfernung von dem Objectiv (eine einfache Linse) ein Chronometer. In der Nähe des Chronometers ist ein Glühlämpchen angebracht.

<sup>1</sup> Sieh die classischen Arbeiten hierüber: E. Rebeur-Paschwitz und R. Ehlert in den Beiträgen zur Geophysik, 1892—1895. — <sup>2</sup> Weiteres hierüber siehe in der Beschreibung der Erdbebenwarte in Laibach. — <sup>3</sup> Das neueste im letzten Jahre von Professor Vicentini und Pacher erfundene «Verticalinstrument», welches nach einjährigem Studium in Padua vorzügliche Dienste geleistet hat, ist bereits für die Laibacher Erdbebenwarte erworben.

Sobald eine Bodenbewegung eintritt, wird die Glühlampe durch Stromschluss aufleuchten, und auf der lichtempfindlichen Platte ist der Zeitpunkt festgehalten, wo das belichtete Zifferblatt der Uhr photographiert wird.<sup>1</sup> Auch von diesem Apparate gibt es eine Menge Abänderungen. Prof. L. Pfaundler<sup>2</sup> hatte vor kurzem eine neue Art vorgeschlagen.

Wenn wir auf die Geschichte der Entwicklung<sup>3</sup> der Erdbeben-Messinstrumente zurückblicken, so finden wir, dass die anfänglichen Versuche einer Aufzeichnung von Beben eben in dem allerletzten Decennium gewaltige Fortschritte gemacht haben, wozu hauptsächlich die classischen Arbeiten über den Bewegungscharakter des Bodens bei Beben von Agamemnon, Baratta, Cancani, Ehlert, Ewing, Grablovitz, Gray, Mallet, John Milne, Omori, Rebeur-Paschwitz, Schmidt, Tacchini, Vicentini u. a. m. beigetragen haben. Nach jedem größeren Beben sehen wir in den Nachbarstaaten neue Beobachtungswarten entstehen, welche mit immer vollkommeneren Typen von Instrumenten ausgestattet werden. Auch für Laibach war die Katastrophe vom Jahre 1895 bestimmend; der Gedanke, einen Erdbebenmesser in Laibach aufzustellen, ist von der höchsten Landesstelle ausgegangen, leider konnte er damals nicht sogleich, wie zu wünschen gewesen wäre, verwirklicht werden.<sup>4</sup>

## II. Erdbeben-Beobachtungsdienst.

In Europa steht in der Einrichtung des Erdbeben-Beobachtungsdienstes Italien allen Ländern voran, und dieselbe muss geradezu mustergiltig genannt werden; wir können es daher nicht unterlassen, uns ausführlicher mit der Entwicklung der Erdbebenbeobachtungen in Italien zu befassen.

Director Tacchini, den man als Schöpfer dieser Organisation bezeichnet, war so freundlich, dem Verfasser ausführliche Mittheilungen darüber zur Verfügung zu stellen, wofür ihm an dieser Stelle der geziemende Dank ausgesprochen werden soll. Im Nachhange sollen die übrigen Länder Europas Erwähnung finden, welche für Erdbebenbeobachtungen bereits Vorsorge getroffen, und schließlich soll der außereuropäischen Erdbebenwarten gedacht werden.

In Italien ist heute der Erdbeben-Beobachtungsdienst verbunden mit der meteorologischen Centrale, welcher von drei Ministerien, denen für Ackerbau, für Unterricht und für öffentliche Arbeiten, im Jahre 1879 gegründet worden ist und vom Ackerbaumministerium verwaltet wird.

Die meteorologische und geodynamische Centrale hat ihren Sitz im Gebäude des Collegio Romano, welches bis zum Jahre 1870 Eigenthum

<sup>1</sup> Zur Zeit der Erdbebenkatastrophe in Laibach hatte dieser Zeitmesser den Augenblick des Eintreffens der Bodenbewegung in Rocca di Papa festgehalten. — <sup>2</sup> Über einen Erdbeben-Registrator mit elektrisch-photographischer Aufzeichnung des Zeitmomentes des Stoßes. Sitzb. der kais. Akad. der Wissenschaften, Abth. II., 1897. — <sup>3</sup> Zum Aufschwung in der Vervollkommnung der Instrumente haben nicht wenig Ausstellungen von Erdbebenmessern beigetragen. Japan hatte im Uyeno-Park im Jahre 1883 eine große Ausstellung von Erdbeben-Messinstrumenten veranstaltet, ein Jahr später die Italiener in Turin. Gegenwärtig sind auf der Turiner Ausstellung wieder einige Seismographen aufgestellt. <sup>4</sup> Siehe unten, Mittheilungen der Direction der k. k. Oberrealschule bei »6. Erdbebenwarte«.

der Jesuiten war, gegenwärtig jedoch in dem Besitze des Staates ist. Die Leitung der Centrale für Meteorologie wurde im Jahre 1879 vom Ackerbauministerium dem Prof. Pietro Tacchini übergeben, welcher dieselbe vollständig organisierte; zu gleicher Zeit hatte das Unterrichtsministerium ihm die Leitung der Sternwarte des Collegio Romano anvertraut, welche bis dahin vom P. Secchi geleitet worden war.

Das Ackerbauministerium hatte eine eigene Commission unter dem Vorsitze des Physicus Prof. Blaserna eingesetzt, damit ein Programm ausgearbeitet werde, auf welche Weise Beobachtungen über Erdbeben in Italien anzustellen wären; zu diesem Behufe musste ein eigenes Amt aufgestellt werden, um die Untersuchungen in den verschiedenen Regionen Italiens zu leiten. Aus ökonomischen Gründen musste auch die Organisation eines solchen ausgedehnten Arbeitsgebietes dem Prof. Tacchini,<sup>1</sup> mit dem Decrete vom 9. Juni 1887, übergeben werden. Der Erdbeben-Beobachtungsdienst wurde demnach mit der meteorologischen Centrale vereinigt, dieselbe führt nunmehr den amtlichen Titel: «Uffizio Centrale di meteorologia e geodinamica.» Director Tacchini leitet somit die beiden Centralen und außerdem die große Sternwarte, an welche ein sehr interessantes astronomisches Museum angeschlossen ist. Es ist vorauszusehen, dass nach dem Abgange des gegenwärtigen Directors die beiden Centralen getrennt verwaltet werden müssen, denn es ist nicht zu erwarten, dass sich ein Nachfolger von der Vielseitigkeit eines Tacchini findet.

Die genannte Centrale hat folgende Stellen: 1 Director, 7 Assistenten, 3 Rechner, 1 Secretär, 2 Dienerschaft.

Die Direction der Centrale bilden zwei Vertreter des Ackerbauministeriums und außerdem je ein Vertreter des Ministeriums für Unterricht, öffentliche Arbeiten, Marine und des Telegraphendienstes. Das Ackerbauministerium beruft die genannten Directionsmitglieder alljährlich zu einer Conferenz ein, wo die einschlägigen den Dienst betreffenden Angelegenheiten erledigt werden.<sup>2</sup>

Die Erdbebenwarten werden in solche erster Ordnung und in solche zweiter Ordnung geschieden. Erster Ordnung sind im ganzen 15 Warten, die alle mit beständig registrierenden Instrumenten versehen sind. Solcher Warten, wo nur Erdbebenankündiger in Verwendung stehen, gibt es in Italien 150. Die größte Anzahl dieser Erdbebenwarten sind mit den meteorologischen Stationen vereinigt. Nur einige sind selbständig, wie z. B. jene von Ischia, Rocca di Papa (bei Rom) und Pavia. Die Commission hatte ursprünglich die Errichtung von Erdbebenwarten außerhalb bewohnter Plätze beschlossen, weit von der Bewegung einer Stadt und der Eisenbahnen; um das durchzuführen, müssten jedoch große Geldmittel zur Verfügung gestellt

<sup>1</sup> Director Tacchini hatte aus diesem Grunde keine Gehaltserhöhung erfahren.

<sup>2</sup> In der Handschrift des Directors Tacchini schließt sich eine ausführliche Beschreibung des ganzen meteorologischen Dienstes und seiner Organisation in Italien an.

werden. Übrigens vermag man nach den heutigen Verbesserungen an den Instrumenten nahezu immer mit Bestimmtheit die Bewegung der Erdbeben von den Erschütterungen der Wagen, des Windes und bewegter See zu unterscheiden; gewiss wäre aber mindestens eine Erdbebenwarte an passender Stelle, weit ab von bewohntem Boden, für die exacte Beobachtung nur förderlich.

Die Centrale in Rom verfügt über eine Anzahl von Berichterstattern, welche in ganz Italien vertheilt sind und die im Falle einer Erschütterung ihre persönliche Wahrnehmung der Centrale auf vorgedruckten portofreien Karten mittheilen. Solcher Correspondenten gibt es 650, die der Centrale zur Verfügung stehen. Desgleichen haben die Erdbebenwarten die Aufgabe, jede Erschütterung oder einen Vulcanausbruch telegraphisch<sup>1</sup> an die Centrale anzuzeigen. Unter Zugrundelegung dieser Mittheilungen wird, im Falle eines Bebens, von der Centrale eine Karte entworfen, um sofort einen annähernden Einblick über die Ausdehnung der Erscheinung zu gewinnen. Nach Thunlichkeit gehen dann von der Centrale Fragebogen an die einzelnen Orte, um das Bild der Verbreitung der Erdbewegungen zu vervollständigen. Die Leiter der Haupt-Erdbebenwarten prüfen die ihnen zugekommenen Mittheilungen und zergliedern die Bilder, welche sie von den Beben an den Instrumenten erhalten.

An der Centrale in Rom hat überdies die «Società sismologica italiana» ihren Sitz, welche im Vereine mit dem Ackerbauministerium einen Jahresbericht veröffentlicht, in welchem Abhandlungen, betreffend die Erdbebenerscheinungen, sowie Beschreibungen von Erdbeben-Messinstrumenten und sämtliche Nachrichten, welche der Centrale über stattgefundene Erdbeben mitgeteilt werden, Aufnahme finden. Die letzteren werden allen Correspondenten übermittelt. Im Falle, dass irgendwo eine stärkere Erdbebenkatastrophe oder ein Vulcanausbruch stattfindet, so beauftragt das Ministerium sofort den zunächst wohnenden Director einer Erdbebenwarte und bestimmt überdies eine eigene Commission, welche an Ort und Stelle Studien und Erhebungen zu pflegen hat.

Die Centrale veröffentlicht die Annalen der Meteorologie und Geodynamik. Jeder Band zerfällt in mehrere Abtheilungen, in welchen ausführlichere Studien über Meteorologie und Geodynamik erscheinen. Die letzten Annalen sind im Jahre 1896 erschienen, und es ist nur zu bedauern, dass gegenwärtig die Mittel fehlen, um sie regelmäßig wie früher erscheinen zu lassen.

Die Centrale gibt täglich ein Bulletin über meteorologische und Erdbebenbeobachtungen heraus, zugleich wird nach auswärts telegraphischer Bericht erstattet. Das Bulletin wird jeden Abend an die meisten Observatorien und Institute versendet und bildet eine wertvolle Sammlung von Daten für diejenigen, welche sich mit der Vorhersage des Wetters befassen. Jeden

<sup>1</sup> Auch die telegraphischen Mittheilungen, so weit sie den Erdbebendienst betreffen, sind frei von jeder Taxe.

zehnten Tag erscheint eine meteorologisch-agrarische Übersicht mit einer Zeichnung, welche die Vertheilung des Regens und der Temperatur für die Decade illustriert. Zugleich wird ein Saatenstandsbericht angefügt aus den verschiedenen Theilen von Italien. Diese Publication wird in großer Menge vertheilt und versendet, weil sie von einschneidender Bedeutung für die Land- und Kaufleute ist.

Vom Verfasser wurden im Vorjahre die wichtigsten italienischen Erdbebenwarten, wo Instrumente aufgestellt sind, besucht, ein ausführlicherer Bericht hierüber folgt an anderer Stelle. Es sei gestattet, hier nur anzuführen, dass die ganze Einrichtung der Erdbebenwarten mustergiltig genannt werden kann und den besten Eindruck auf den Besucher hinterlässt. Die einzelnen Leiter der Stationen sind selbst tüchtige Fachleute, von welchen jeder bereits die Seismologie um ein oder mehrere neue selbst ersonnene und gebaute Apparate bereichert hat, zudem ist jeder größeren Erdbebenwarte, oder wie es die Italiener nennen: «Stazione Geodinamica», eine ausreichende Menge Hilfspersonales zugewiesen. Man muss staunen, welche großen materiellen Opfer Staat und Land hiefür aufbringen<sup>1</sup>.

Was die Vertheilung der größeren Warten anbetrifft, so sind dieselben hauptsächlich in der Nähe von vulcanischen Gebieten aufgestellt, auch die Nebenstationen sind am dichtesten im Umkreise thätiger Vulcane. Als Beispiel mögen angeführt werden die Erdbebenwarten in Sicilien. Die Hauptwarte, welcher alle übrigen kleineren unterstehen, ist in Catania, am Fuße des Ätna, an der Universitäts-Sternwarte untergebracht. Ihr unterstehen in Sicilien 37 kleinere und größere Erdbebenwarten, wovon auf das Gebiet des Ätna 10 Warten entfallen. Erdbebenwarten, welche nur Erdbebenmelder besitzen, sind in der Regel mit der jeweiligen Telegraphenstation verbunden. Der Leiter der Telegraphenstation bekommt vom Staate hiefür eine besondere Entschädigung von etwa 30 Lire jährlich.

Wie schon aus dem Berichte des Directors Tacchini hervorgeht, werden alle Beben, die in Italien und auch anderswo beobachtet werden, seit drei Jahren in dem «Bollettino della società sismologica italiana» veröffentlicht.<sup>2</sup>

Als Vorläufer dieser Mittheilungen in Italien wäre die periodische Zeitschrift, welche seit dem Jahre 1874 in Rom erscheint, anzuführen: «Bollettino del Vulcanismo Italiano», von welchem bis heute 16 Bände erschienen sind. Geleitet wird derselbe vom italienischen Nestor der Vulcan-Theorien und Erdbebenkunde: Professor Michele de Rossi, der sich um diese Wissenschaften viele Verdienste erworben hat.

<sup>1</sup> Für die Erdbebenwarte Casamicciola (auf Ischia) stellen sich die jährlichen Ausgaben wie folgt: 3000 Lire für den Director und 1800 Lire für die Instandhaltung der Warte.

<sup>2</sup> Auch die Erdbebenwarte in Laibach sendet für diese Mittheilungen kurze Berichte.

In Österreich hat die Katastrophe von Laibach Veranlassung zur Gründung einer eigenen Erdbebencommission im Schoße der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften gegeben, welche die ihr geeignet erscheinende Organisation durchzuführen hätte. Wir führen hier im Wortlaute den Beschluss der Erdbebencommission der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften an.<sup>1</sup>

Die Aufgaben, welche sich diese Commission zunächst stellte, sind zweierlei Art:

1.) Es wurde als wünschenswert befunden, eine möglichst vollständige und zuverlässige Zusammenstellung aller historisch beglaubigten Erdbeben im Bereiche des österreichischen Staatsgebietes anfertigen zu lassen. Dabei erschien es aus sachlichen Gründen zweckmäßig, eine Theilung des Stoffes nach den Erfordernissen der topischen Geologie vorzunehmen, und wurde beschlossen, in erster Linie einen Erdbebenkatalog des Gebietes der Ostalpen in das Auge zu fassen und mit der Ausführung dieser Aufgabe, für deren Bewältigung ein Zeitraum von drei Jahren angenommen wurde, Herrn Professor Dr. Rudolf Hoernes in Graz zu betrauen.

Ein Erdbebenkatalog, welcher alle jene Daten umfassen soll, die zur Vergleichung der früheren mit den späteren Erschütterungen von Interesse sind, muss als ein dringendes Bedürfnis der österreichischen Erdbebenforschung bezeichnet werden. Derzeit besitzen wir nur für einzelne Länder — so für Niederösterreich durch Eduard Sueß, für Kärnten durch Hans Hofer — Zusammenstellungen der früheren Erdbeben. Diese Zusammenstellungen haben gezeigt, wie wichtig die genaue Erhebung der auf die älteren Beben Bezug habenden Daten aus den alten Chroniken, Landesarchiven u. s. w. ist, da immer wieder dieselben Orte von Erschütterungen heimgesucht werden, immer wieder dieselben Stoßlinien neuerdings in Action treten. Es muss daher der Wunsch ausgesprochen werden, dass die Nachrichten über die früheren Erdbeben auch in jenen Ländern, wo dies noch nicht oder nicht mit ausreichender Vollständigkeit geschehen ist, gesammelt und in brauchbarer Form zusammengestellt werden. Für Krain ist beispielsweise eine ältere Zusammenstellung von H. Mitteis vorhanden.<sup>2</sup> Das dort gegebene Verzeichnis enthält aber eine Lücke von 1691 bis 1799 und bedarf wohl auch **sonst noch sehr der Ergänzung**. Aus neuerer Zeit wären für Krain die wertvollen, bisnun wenig benützten handschriftlichen Aufzeichnungen<sup>3</sup> von Karl Deschmann bemerkenswert, welche insbesondere die Laibacher Beben aus den Jahren 1855 bis 1885 betreffen.

2.) Als ihre wichtigste Aufgabe betrachtete aber die Commission die Organisation eines Erdbebendienstes in den österreichischen Ländern. Diese

<sup>1</sup> Mittheilungen der Erdbebencommission der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien, I. Berichte über die Organisation der Erdbebenbeobachtung nebst Mittheilungen über die während des Jahres 1896 erfolgten Erdbeben. — <sup>2</sup> Jahresbericht des Vereines des krain. Landesmuseums, Bd. III. — <sup>3</sup> Wie wir vernehmen, bearbeitet dieselben Prof. Seidl in Görz.

Organisation umfasst *a*) die Errichtung einer Anzahl von seismographischen Stationen durch die Aufstellung selbstregistrierender Erdbebenmesser, *b*) die Bildung eines Netzes von permanenten Beobachtungsposten.

Nachdem die vorbereitenden Studien über die zu wählenden Instrumente beendet sind, hofft die Commission im Laufe des Jahres 1897 an die Activierung einiger seismographischen Stationen schreiten zu können. Es ist in Aussicht genommen, solche Stationen an den astronomischen Observatorien, respective physikalischen Instituten, in Pola, Triest, Graz, Innsbruck, Kremsmünster, Wien, Prag und Lemberg zu errichten. Wir behalten uns vor, über die Einrichtung dieser Stationen bei einer späteren Gelegenheit zu berichten.

Bei der Bildung des Beobachternetzes ging die Commission von der Anschauung aus, dass es am zweckmäßigsten sein dürfte, in den einzelnen Provinzen Centralsammelstellen für die Einholung der Erdbebenberichte zu schaffen. Zu diesem Ende wurden für die einzelnen Ländergebiete Referenten gewonnen, welchen die Aufgabe zufiel, die localen Netze durch Heranziehung hiezu geeigneter Persönlichkeiten zu bilden. Die von der Commission hinausgegebenen Instructionen, Fragebogen u. s. f. wurden außer in deutscher noch in den wichtigsten anderen Landessprachen in großer Anzahl durch die Herren Referenten zur Vertheilung gebracht. Ein directer Verkehr der Commission mit den Beobachtern findet daher nicht statt. Die Beobachter berichten an die Referenten und diese leiten die gesammelten Berichte an die Commission.

Seit dem Beginne der diesbezüglichen Verhandlungen hat der Stand der Referenten bereits einige Veränderungen erfahren. Im Jänner 1897 setzt sich der Stand derselben in folgender Weise zusammen:

Kronland, respective Referatsbezirk	Referent	Wohnort
Niederösterreich	Prof. Dr. Franz Noë	Wien (Meidling)
Oberösterreich	Prof. Johann Commenda	Linz
Salzburg	Prof. Eberhard Fugger	Salzburg
Steiermark	Prof. Dr. Rudolf Hoernes	Graz
Kärnten	Ferdinand Seeland, k. k. Ober-Bergrath	Klagenfurt
Görz und Krain	Prof. Ferdinand Seidl	Görz
Gebiet von Triest	Eduard Mazelle, Adjunct des astronomisch-meteorologischen Observatoriums der k. k. Handels- und nautischen Akademie	Triest
Dalmatien und Istrien	Eugen Gelcich, Director der Handels- und nautischen Akademie	Triest

Kronland, respective Referatsbezirk	Referent	Wohnort
Deutsch-Tirol und Vorarlberg	Prof. Dr. Josef Schorn	Innsbruck
Wälsch-Tirol	Prof. Josef Damian	Trient
Böhmen, Deutsche Gebiete	Prof. Dr. Friedrich Becke	Prag
Böhmen, Öechische Gebiete	Prof. Dr. Johann Woldřich	Prag
Mähren und Schlesien	Prof. Alexander Makowsky	Brünn
Galizien	Prof. Dr. Ladislaus Szajnocha	Krakau
Bukowina	Anton Pawłowski, k. k. Ober-Baurath	Czernowitz

Bisher ist bereits die fünfte Mittheilung der Erdbebencommission der kais. Akademie erschienen, die ein reiches Materiale über Erdbebenbeobachtungen in Österreich veröffentlicht, das von weit über 2000 Berichterstattem zusammengetragen worden ist, und auch einige Monographien über Erdbeben in Böhmen sind bereits als Früchte dieser zweckmäßigen Institution anzuführen. Dem letzten Berichte entnehmen wir, dass die seismographischen Stationen (Erdbebenwarten), vorläufig nur vier, in kürzester Zeit in Thätigkeit treten werden, und zwar in Triest, Kremsmünster, Wien und Lemberg.

In Triest werden die Instrumente (dreifach modificierte Horizontalpendel, System Rebeur-Ehlert mit photographischer Registrierung) in dem astronomisch-meteorologischen Observatorium der k. k. Handels- und nautischen Akademie aufgestellt; Leiter Ed. Mazelle. In Kremsmünster an der Stiftssterne und geleitet vom Stiftsastronomen Professor P. Franz Schwab. In Wien werden die Instrumente in der k. k. Universitäts-Sterne auf der Türkenschanze aufgestellt, die Leitung derselben übernimmt Director E. Weiß, und in Lemberg wird die Aufstellung am physikalischen Institute der Universität erfolgen, die Leitung derselben besorgt Professor Laška. Die Mittel zur Anschaffung der Instrumente wurden der akademischen Treitl-Stiftung entnommen.<sup>1</sup>

In Ungarn besteht seit der Katastrophe von Agram (9. November 1880) eine Erdbebencommission, welche bisher eine dankenswerte Thätigkeit entfaltet. Eine ähnliche Einrichtung der Erdbebenbeobachtung, wie sie Österreich getroffen hat, besitzt von den Culturstaaten seit längerer Zeit nur noch die Schweiz. So haben also von allen europäischen Staaten nur Italien, Österreich-Ungarn und die Schweiz einen staatlich organisierten

<sup>1</sup> Nach der Mittheilung der kais. Akademie der Wissenschaften (Erdbebencommission) werden demnächst auch in Sarajewo und Klagenfurt aus privaten Mitteln (ähnlich wie in Laibach durch die krain. Sparcasse) Erdbeben-Messinstrumente aufgestellt werden.

Erdbebenbeobachtungsdienst. Im deutschen Reiche bereitet man die Organisation vor; aber schon seit längerer Zeit besteht wenigstens in den oberrheinischen Ländern eine der schweizerischen ähnliche öffentliche Einrichtung der Erdbebenbeobachtung.

Mit Freuden muss man daher die Entschließung begrüßen, die jüngsthin am zwölften deutschen Geographentage zu Jena (April 1897) über Anregung unseres Landsmannes Herrn Professor Dr. A. Supan gefasst wurde.

Dieselbe lautet:

«I. Der deutsche Geographentag erachtet die Einrichtung systematischer Erdbebenbeobachtungen in allen Ländern für eine im Interesse der Wissenschaft wie des öffentlichen Wohles nicht länger aufzuschiebende Maßregel, und spricht die Hoffnung aus, dass die deutschen Regierungen baldigst die dazu nöthigen Schritte unternehmen werden.

«II. Die im japanischen Erdbebenkataloge von Milne durchgeführte Methode der Verarbeitung des Beobachtungsmateriales wird als ein sowohl in wissenschaftlicher wie in praktischer Hinsicht nachahmenswertes Muster empfohlen.

«Für den Fall der Annahme dieser Resolution stelle ich dann weiter den Antrag, dass der Centralausschuss des Geographentages beauftragt werde, die betreffenden Behörden oder einzelne maßgebende Persönlichkeiten in geeigneter Weise von dem Beschlusse des Geographentages in Kenntnis zu setzen.»

In Griechenland besteht schon seit mehreren Jahren eine Centralstelle, wo Erdbebennachrichten gesammelt und monatlich veröffentlicht werden.<sup>1</sup> Auch die seit jeher starken Erschütterungen ausgesetzte Türkei sammelt und veröffentlicht Erdbebenberichte. Zu Anfang dieses Jahrzehntes, als in Constantinopel eine Anzahl heftiger Erdbeben sich ereignete, beschloss die türkische Regierung eine Erdbebenwarte nach italienischen Mustern in Constantinopel einzurichten, bestellte hiefür in Rom die nothwendigen Instrumente und verschrieb sich auch einen erfahrenen Beobachter. Tacchini hatte Herrn Agamemnon<sup>2</sup> dahin entsendet. Es sei nun gestattet, dieses Ereignis zu Ende zu erzählen, weil es gar so bezeichnende Züge an sich trägt, die eine gewisse Verwandtschaft mit allen derartigen Geburtswehen nicht verleugnen. Agamemnon traf in Constantinopel ein, auch die Instrumente sind wohlverpackt angekommen. Die Wahl des Aufstellungsortes scheint schwierig gewesen zu sein, da nichts Passendes zur Verfügung stand. Schließlich entschloss sich die Regierung, dem Erdbebenforscher eine Holzbaracke einzuräumen, die aber Agamemnon für seine feinen Instrumente als absolut unbrauchbar zurückweisen musste. Mittlerweile

<sup>1</sup> Eine sehr verdienstvolle Monographie über griechische Beben und einen Erdbebenkatalog als Nachtrag zu den Katalogen Perreys und Mallets veröffentlichte Dr. J. F. Schmidt, Director der Sternwarte in Athen, in seinen «Studien über Erdbeben», Leipzig 1879.

<sup>2</sup> Agamemnon, Erfinder mehrerer Seismographen, ist gegenwärtig wieder in Rom Adjunct an der Centrale.

hörte es zu beben auf und man dachte weiter nicht mehr an eine Erdbebenwarte. Am allerwenigsten war man gewillt, irgend welche Kosten für die Aufstellung und Herrichtung der nothwendigen Räumlichkeiten auszulegen. Man begnügte sich damit, die wohlverpackten Instrumente und den dazu nothwendigen Beobachter für den Nothfall im Hause zu wissen!<sup>1</sup> Agamemnon blieb drei Jahre in Constantinopel und machte sich an der meteorologischen Centrale nützlich, indem er die Bibliothek ordnete.

In Deutschland befassen sich schon seit langem einzelne physikalische Institute und Sternwarten mit einschlägigen Instrumenten, indessen geht man daran, den Beobachtungsdienst auch in Deutschland zu regeln.

An erster Stelle verdient die Straßburger Sternwarte Erwähnung, wo die Schöpfer der neuesten Horizontalpendel-Apparate, Rebuer-Paschwitz und Ehlert, ihre interessanten, grundlegenden Beobachtungen machten. G. Gerland, ordentlicher Professor der Geographie, hat an der Straßburger Kaiser-Wilhelm-Universität eine Schule der Geophysik begründet, die sich zur Aufgabe stellte, den Fragen der modernen Erdbebenforschung näherzutreten. Von Straßburg gieng auch der Aufruf aus, auf den wir noch später zurückkommen werden, zur Schaffung eines Netzes internationaler Erdbebenwarten, welche die ganze Erdoberfläche umfassen soll.

Hier sollen weitere Städte in Europa namhaft gemacht werden, wo bisher mit verschiedenen Instrumenten Erdbenbeobachtungen gemacht wurden, wobei wir jedoch keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben.

Deutsches Reich: Potsdam,<sup>2</sup> Wilhelmshaven,<sup>3</sup> Hohenheim bei Dresden,<sup>4</sup> Straßburg, Stuttgart, Tübingen, Biberach, Ravensburg.

England: Edinburgh, Newport (Insel Wight) und Birmingham.<sup>5</sup>

Holland: Utrecht.<sup>6</sup>

Frankreich: Paris, Grenoble.

Russland: Petersburg, Nikolajew, Charkow.<sup>7</sup>

Rumänien: Bukarest.

<sup>1</sup> Nach einer Mittheilung Agamemnons aus dem Vorjahre sollen noch gegenwärtig in Constantinopel die Apparate in den Kisten verpackt sein! — <sup>2</sup> Wie Wilhelmshaven mit Variationsapparaten versehen. Seit Ende 1896 ist ein Horizontalpendel nach dem Principe Gray-Milne mit photographischer Registrierung aufgestellt. Das kön. geodätische Institut bekommt bald vollkommeneres Horizontalpendel. — <sup>3</sup> Beobachtet Beben an den photographisch registrierenden erdmagnetischen Variationsinstrumenten (für Declination, Horizontal- und Verticalintensität). — <sup>4</sup> Hohenheim nennt sich «Seismometer-Station» und besitzt eine Reihe von Instrumenten, welche in die Kategorie von Erdbebenmeldern für verschiedene Bewegungsarten des Bodens gehören. Selbst registrierende Instrumente, wie sie Laibach besitzt, sind bisher in Hohenheim noch nicht aufgestellt. Seit dem Jahre 1897 werden die Erdbebenbeobachtungen im meteorologischen Jahrbuche der kön. württembergischen meteorologischen Centrale publiciert. Leiter der Station ist Professor Mack. — <sup>5</sup> Die Engländer besitzen vorzügliche Erdbebenmessinstrumente. — <sup>6</sup> Meteorologisches Institut, beobachtet Beben an den Magnetographen. — <sup>7</sup> In Russland sind zumeist photographisch registrierende Horizontalpendel aufgestellt, ähnlich wie in England. Die Beobachtungen werden in den «Notices de la société astronomique Russe» veröffentlicht.

Das Mutterland der exacten Erdbebenforschung ist jedoch Japan. Japan ist auch den Italienern in dieser Beziehung voraus. Zum Studium der Beben kann man Japan geradezu als einen classischen Boden betrachten. Es genügt anzuführen, dass nach den Aufzeichnungen John Milnes in den acht Jahren, d. i. von 1885 bis 1892, nicht weniger als 8831<sup>1</sup> Erdstöße vorgekommen sind; es entfallen also durchschnittlich etwas über zwei auf den Tag. Etwa gegen 968 Erdbebenwarten sind seit dem Jahre 1895 im Lande gleichmäßig vertheilt, die mit den empfindlichsten Instrumenten, zumeist englischer Erfindung, ausgestattet sind.

Zur Heranbildung des nothwendigen Beobachtermaterialies ist auf der kaiserlichen Universität in Tokio eine Lehrkanzel für Seismologie errichtet worden, und seit dem Jahre 1891 besteht in Japan eine vom Staate eingesetzte Erdbebencommission, bestehend aus 25 Mitgliedern, welcher jährlich 25.000 fl. ausschließlich für Erdbebenforschungszwecke zur Verfügung stehen.

Hervorragende Verdienste um die Schöpfung dieser Stationen in Japan hatte sich der Engländer John Milne erworben, sowie auch für die weitere Durchführung, zweckentsprechende Sammlung und Veröffentlichung der Erdbebenbeobachtungen. Von ihm ist der Vorschlag ausgegangen, die Verbreitung jedes Erdstoßes kartographisch darzustellen,<sup>2</sup> die Lage der Ursprungsstelle soweit als möglich zu ermitteln und die Fläche der Schütterzone planimetrisch zu berechnen.

Die mustergiltige Einrichtung in Japan besteht darin, dass ein Erdbebenkatalog von der Centralstelle herausgegeben wird, in welchem über jeden Stoß folgende Angaben<sup>3</sup> gemacht werden:

- 1.) Tag und Tageszeit,
- 2.) die Fläche des betreffenden Gebietes,
- 3.) die Lage des Hauptschüttergebietes.

Zur Vereinfachung der Bezeichnungsweise desselben ist Japan in 2200 Quadrate von je 100 englischen Quadratmeilen, d. i. etwa 230 km<sup>2</sup>, also in der Größe des Laibacher Moores, mit fortlaufender Numerierung eingetheilt, und unter der Überschrift Epicentrum wird nur die betreffende Nummer angeführt.

4.) Die Ausdehnung des gesammten Schüttergebietes wird durch die Angabe der Grenzquadrate bezeichnet. In der letzten Spalte werden noch

---

<sup>1</sup> Vor dieser Zahl darf man nicht zurückschrecken, — was die Häufigkeit der Beben anbetrifft, stehen wir in den Alpenländern nicht viel nach, wenn auch nicht der Intensität nach. Wären bei uns seit April 1895 alle Beben mit empfindlichen Instrumenten gemessen worden, so hätten wir sicher im Verhältnis eine annähernde Summe von Erdstößen erhalten. Nach dem officiellen Ausweise von 1897 hat Österreich in diesem Jahre 203 Erdbebenstage gehabt. — <sup>2</sup> A. Supan: Vorschläge zur systematischen Erdbebenforschung in den einzelnen Ländern. (Verhandlungen des XII. deutschen Geographentages zu Jena 1897.) — <sup>3</sup> Nach A. Supan a. a. O.

besondere Bemerkungen, die sich fast ausschließlich auf begleitende Schallphänomene beziehen, hinzugefügt.

Professor A. Supan beleuchtet auch die ins Auge springenden Vortheile, welche eine so systematische Einrichtung von Erdbebenbeobachtungen, die sich dazu noch durch Kürze und Schärfe auszeichnen, mit sich bringt. Die japanischen Erdbebenverzeichnisse enthalten alles, was zur Lösung der seismologischen Hauptfragen nothwendig ist. Wir ersehen aus denselben, wie das Epicentrum selbst an einem und demselben Tage kleine Verschiebungen erleidet und wie die seismischen Wellen oft innerhalb weniger Stunden bald größere, bald kleinere Kreise ziehen; wir können die primären Schüttergebiete nicht bloß kartographisch festlegen, sondern auch nach der Häufigkeit, der Dauer der Bewegung und dem Grade der Fernwirkung unterscheiden.<sup>1</sup>

Die japanischen Kataloge werden sich sicher als eine wahre Fundgrube für seismologische Forschung erweisen. Schon jetzt, betont Supan in seinem Vortrage, darf der tektonische Ursprung der meisten japanischen Beben als sichergestellt betrachtet werden; und wenn sich die Folgerungen Omoris,<sup>2</sup> dass die Zahl der Nachstöße proportional ist der durch den Hauptstoß erschütterten Fläche, bei weiterer Prüfung bewahrheiten sollte, so wäre damit ein praktisch wichtiger Einblick in das noch immer so geheimnisvolle Erdbebenphänomen gewonnen. Weiters erwähnt Professor Supan einer kurzen interessanten Abhandlung Knotts, in welcher auf Grundlage jenes Kataloges das Problem der lunaren Periodicität<sup>3</sup> in den seismischen Vorgängen mit Erfolg behandelt wird.

Professor Supan empfiehlt daher die japanische Methode, welche einen großen Fortschritt bedeutet, in Europa nachzuahmen.

Nicht zu vergessen ist die reiche japanische Erdbebenliteratur. Eine einschlägige Zeitschrift besteht in Japan seit dem Jahre 1880 bis 1891, das ist «Transactions of the seismological Society of Japan» mit 19 Bänden, in welchen eine reiche Literatur aufgespeichert ist. Als Fortsetzung erschienen dann von John Milne herausgegeben: «The Seismological Journal of Japan» (von 1893 bis 1895), 3 Bände; «Printed at the office of the „Japan Mail“, Jokohama.

---

<sup>1</sup> Die Erdbebenwarte in Laibach hat bisher eine Reihe von höchst wissenswerten Erdbebenbeobachtungen aus nahen und fernen Erdbebenherden zu verzeichnen, die nach obigen Gesichtspunkten geordnet an anderer Stelle veröffentlicht werden sollen. — <sup>2</sup> Fusakicki Omori, Rigakuski, Lecturer of Seismologie in the Imperial University of Japan, and Member of the Imperial Earthquake Investigation Committee. Omori ist ein bekannter japanischer Erdbebenforscher, welcher zum Studium der Erdbebenwarten vor kurzem ein ganzes Jahr in Europa zubrachte. Längeren Aufenthalt hatte er in Italien, hauptsächlich in Rom, und in Deutschland an der Straßburger Universität genommen. — <sup>3</sup> Auch Davison hat erfolgreiche Arbeiten darüber veröffentlicht.

Von außereuropäischen Ländern wären noch Südamerika und Neuseeland anzuführen, wo in neuerer Zeit auch der Erdbebenbeobachtungsdienst nach japanischem Muster ins Leben gerufen wurde.

Zum Schlusse sei nicht vergessen der geplanten internationalen Unternehmung behufs Gründung eines Netzes von Erdbebenwarten, die systematisch auf der ganzen Erdoberfläche zu vertheilen wären.

Zu dem Zwecke ist im October 1895 von Straßburg aus ein Aufruf<sup>1</sup> erlassen worden, wo auf die Wichtigkeit dieser Einrichtung hingewiesen wird. Den Aufruf haben die bedeutendsten Männer auf dem Gebiete der Erdbebenforschung gezeichnet, wir finden darunter Namen aus dem Deutschen Reiche und Österreich, aus England, Frankreich, Italien und Russland, ebenso aus Amerika und Japan.

Bisher wurde die Gründung von zehn internationalen Erdbebenwarten geplant, die Wahl trifft vorläufig folgende Orte von dem Nullmeridian von Tokio in Japan nach Westen angereiht. Der Antipodenpunkt liegt in der Breite von Buenos-Ayres, etwas östlich von der Küste Südamerikas, im atlantischen Ocean.

- |                   |                             |
|-------------------|-----------------------------|
| 1.) Shanghai 16°, | 6.) Takubaya, Mexico 102°,  |
| 2.) Hongkong 26°, | 7.) Port Natal 121°,        |
| 3.) Calcutta 47°, | 8.) Capstadt 136°,          |
| 4.) Sidney 69°,   | 9.) Santiago de Chile 154°, |
| 5.) Rom 89°,      | 10.) Rio de Janeiro 167°.   |

Das sind Orte, welche Observatorien besitzen, die leicht mit den entsprechenden gleichartig ausgestatteten Apparaten eingerichtet werden können.

Dass dieses Netz von Beobachtungswarten die ganze Erdenrunde umspannen muss, hat nicht am wenigsten seinen Grund in einem Umstande, der sich erst aus den jüngsten Beobachtungen, welche mit feinen Instrumenten an verschiedenen Punkten der Erde gemacht wurden, ergeben hat. Die Bilder der Bodenbewegungen, die man von fernen Beben erhält, sind ganz charakteristisch und zeigen zweierlei verschiedene Bewegungsarten, die sich voneinander deutlich unterscheiden. Daraus lässt sich schließen, dass die eine Art der Bewegung mit der rascheren Fortpflanzungsgeschwindigkeit ihren Weg mitten durch die Erde nimmt und eine zweite Bewegungsart langsamer flacher Wellen über die Oberfläche der Erde sich verbreitet. Ein reiches Beobachtungsmateriale liegt bereits vor. Aufgabe des internationalen Erdbebenbeobachtungsdienstes soll es sein, auf diesem Gebiete weiter vorzudringen und genau festzustellen, wie weit bei verschiedenen größeren Beben das Ausdehnungsgebiet der Bewegung reicht, eine genaue Controle auch der leichtesten Zitterbewegung unserer ganzen Erdkruste, Aufgaben, welche im kleinen für erschütterte Gebiete einer localen Erdbebenwarte und der menschlichen Selbstbeobachtung zufallen.

<sup>1</sup> Von Rebeur-Paschwitz.

Sehr beachtenswert sind hiebei die Vorschläge, welche Director Grablovitz<sup>1</sup> über zweckmäßige Vertheilung dieser internationalen Erbebenwarten macht. Er geht von der Ansicht aus, dass bei dem Vorschlage, welcher im genannten Aufruf enthalten ist, viel zu willkürlich vorgegangen worden sei, indem man sich an die bereits bestehenden Sternwarten und andere wissenschaftliche Institute anlehnte, ohne besondere Rücksicht auf die natürlichen Bedingnisse unseres Erdballes, ohne die deutlich vorgezeichneten Linien, längs welcher geologische Brüche gehen und auf welchen die Vulcane vertheilt sind, in Rücksicht gezogen zu haben. Grablovitz empfiehlt, von diesen Gesichtspunkten ausgehend, 18 Stationen.

Es lässt sich augenblicklich nicht sagen, wie weit die Durchführung dieses Planes schon gelungen oder ob er überhaupt in Angriff genommen wurde, da dabei verschiedene Fragen, in erster Linie wirtschaftlicher Art, zum Beispiel, wer die Kosten der Einrichtung und Erhaltung zu tragen hätte, zuerst gelöst werden mussten. Eine Lösung, die auch nur durch internationale Vereinbarungen getroffen werden könnte.

### III. Die Erdbebenwarte an der k. k. Oberrealschule in Laibach.

Die Erdbebenkatastrophe in Laibach, meiner Heimatstadt, welche ich persönlich gelegentlich eines Osterurlaubes mitmachte, gab mir, als ehemaligem Schüler des Professors Sueß, Anregung genug, Studien über das geheimnisvolle Phänomen anzustellen, die als Beiträge in den Mittheilungen des naturwissenschaftlichen Vereines vor zwei Jahren veröffentlicht wurden. Dank dem Entgegenkommen der meteorologischen Station an der k. u. k. Marine-Akademie in Fiume, hatte ich in kurzer Zeit verhältnismäßig viel Beobachtungsmaterial aus Österreich gesammelt, welches durch exacte Beobachtungen, die mir aus Italien in reichlicher Menge zugekommen sind, noch entsprechend ergänzt wurde. Eine Anzahl kleinerer Abhandlungen über das Laibacher Beben, wie solche von den meisten italienischen Erdbebenwarten herausgegeben werden, sind mir in liebenswürdigster Weise von den italienischen Autoren zur Verfügung gestellt worden, aus welchen ich ein klares Bild über die zweckmäßige Einrichtung italienischer Erdbebenwarten erhalten habe. Mein einziger Wunsch blieb noch offen, die Einrichtung solcher Erdbebenwarten in Italien aus eigener Anschauung kennen zu lernen, um dann meiner von dem Erdbeben heimgesuchten Vaterstadt zur Einrichtung einer Erdbebenwarte entsprechende Vorschläge zu machen. Der Zufall brachte mich nun selbst nach Laibach in dauernde Stellung, ehe ich's erhoffen konnte. Der erste Ferialurlaub war für eine italienische Studienreise bestimmt, um an der

<sup>1</sup> Bollettino della società sismologica italiana, Vol. II. 1896, p. 222: Sulla questione della rete geodinamica mondiale.

Hand gesammelter Erfahrungen zur Errichtung einer Erdbebenwarte eine Anregung geben zu können. Doch bevor noch das erste Semester in Laibach zu Ende war, bestimmten mich häufige leichtere Erschütterungen und insbesondere aber eine heftigere Erdbewegung am 17. Jänner 1897, die unter der Bevölkerung eine entsprechende Aufregung hervorgerufen hatte, Schritte zur Errichtung einer Erdbebenwarte zu unternehmen. Da muss nun an dieser Stelle des freundlichen Entgegenkommens von Seite des Herrn Realschuldirectors Junowicz dankend gedacht werden, welcher nicht müde wurde, mich bei den nöthigen Schritten von Anfang an bis jetzt mit Rath und That zu unterstützen. Mit den örtlichen Verhältnissen besser vertraut und reich an Erfahrungen, die er sich schon behufs Aufstellung eines Seismometers gesammelt hatte, erkannte Herr Director Junowicz sofort, dass nur ausgiebige private Geldmittel rasch zu einem befriedigenden Ziele führen werden. Welche Schritte die Direction zu diesem Ziele einschlug, ist aus dem beigegebenen Berichte derselben in dem Jahresberichte der Anstalt zu entnehmen, und ich begnüge mich, den Leser darauf zu verweisen. Hier verdient jedoch auch angeführt zu werden, in welcher zuvorkommender Weise die Herren Tacchini, Director der meteorologischen Centrale in Rom, Vicentini, Universitätsprofessor in Padua, Gerland, Universitätsprofessor in Straßburg, und der Director der Erdbebenwarte in Casamicciola (Ischia), unser Landsmann Herr Grablovitz, mir mit Rathschlägen zur Seite standen. Die schwierigste Frage, die Wahl von passenden Instrumenten für Laibach, war insoferne leicht zu lösen, als die von den genannten Herren gemachten ausführlichen Vorschläge im ganzen und großen gleichlautend waren.

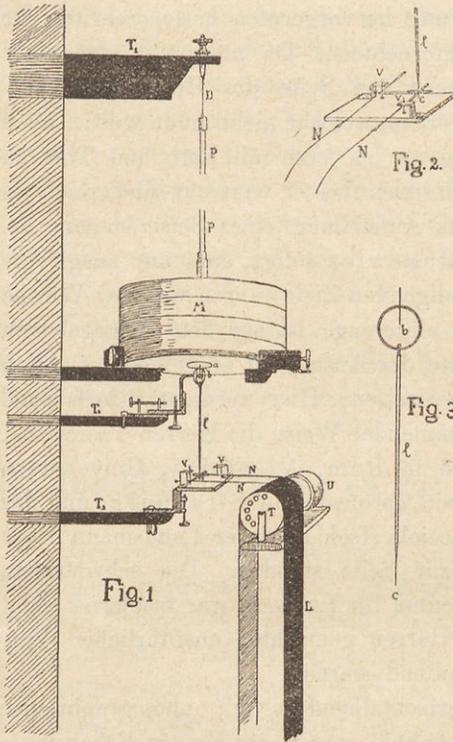
An die Anschaffung eines Horizontalpendels mit photographischer Registrierung, als das anerkannt beste, konnte wegen der großen Erhaltungskosten von allem Anfang an nicht gedacht werden.

Die Wahl fiel auf einen Vicentini'schen Mikroseismographen (kurzes Verticalpendel) und ein langes Verticalpendel nach Vicentini, von welchen das erstere die fernsten Beben und das letztere locale Erdstöße registrieren sollte. In großmüthigster Weise hatte das größte vaterländische Institut, die krainische Sparcasse, zur Anschaffung dieser beiden Instrumente die nothwendigen Geldmittel bewilligt, so dass bald der Auftrag nach Padua zur Ausführung der Instrumente gegeben werden konnte.

Anfangs Juli vorigen Jahres war bereits der Mikroseismograph im physikalischen Institute der Universität Padua fertiggestellt worden, allwo nach Schulschluss der Autor eintraf, um die Behandlung dieses empfindlichen Instrumentes in allen Theilen kennen zu lernen.

Es ist nicht uninteressant, wenn hier angeführt wird, dass das erste Beben, welches das neue für Laibach bestimmte Instrument in Padua registriert hatte, ein Beben von Laibach war, und zwar jenes vom 15. Juli 1897. Das Instrument hatte die Feuerprobe wunderbar überstanden.

Professor Vicentini hatte seinen Mikroseismographen<sup>1</sup> zu Anfang des Jahres 1894 auf der Universität in Siena, wo er damals Universitätsprofessor und Director des meteorologischen und geodynamischen Observatoriums war, construiert.



Vicentinis Mikroseismograph.

Der Mikroseismograph, wie er in nebenstehender Zeichnung<sup>2</sup> (Fig. 1) in seinen Haupttheilen schematisch dargestellt ist, besteht aus einem  $1\frac{1}{2}$  m langen Pendel  $P$ , oben an einem in der Mauer eingelassenen T-Träger  $T_1$  befestigt und freihängend. Das Stück  $D$  ist ein 1.5 mm starker Stahldraht. Die Pendelmasse  $M$  besteht aus Bleischeiben und ist 100 kg schwer. In der Pendelmasse steckt durch eine federnde Klemmvorrichtung ein sehr leichtes Hebelstück  $l$  (Fig. 3), welches mit der kürzeren Spitze  $b$  in einem Glashütchen, welches von der Mauer aus durch einen eisernen Träger  $T_2$  gehalten wird, aufruhet; mit dem unteren Ende (Spitze  $c$ ) spielt das Hebelstück in ein horizontal liegendes Nadelpaar ein (Fig. 2), welches an dieser Stelle zwei Gabeln, die senkrecht aufeinander stehen, darstellt. Jede dieser Nadeln ist um eine Achse  $VV$  in der horizontalen Ebene beweglich; verzeichnet wird die Bewegung durch feine Glasfäden, welche an den Nadeln angebracht sind und die auf einem schwach beruhten Papierbande  $L$ , welches auf der Trommel  $T$  durch das Uhrwerk  $U$  weiterbewegt wird, leicht aufrufen. Die Glasfäden sind flach gezogen, um eine möglichst geringe Elasticität in der horizontalen Ebene, das ist parallel zur Registrierfläche, zu erreichen. Die Enden der Glasfäden sind zu kleinen Kügelchen verdickt, die jedoch so klein sein müssen, dass sie mit freiem Auge nicht wahrnehmbar sind, weil sie sonst zu grobe Linien zeichnen würden und weil sich auch Ruß hinter der Kugel ansammeln könnte. Durch das Hebelstück  $l$  und die horizontal liegenden Nadeln wird beim Mikro-

<sup>1</sup> Hier folgt eine ganz kurze Beschreibung des Instrumentes; ausführlicher ist dieselbe behandelt bei Giulio Pacher: «I Mikrosismografi dell' istituto di fisica della R. Università di Padua» und in der glänzenden Monographie: «Zusammenstellung, Erläuterung und kritische Beurtheilung der wichtigsten Seismometer etc.» von Dr. R. Ehlert. (Beiträge zur Geophysik, III. Bd., 3. Heft, Leipzig 1897.) — <sup>2</sup> Diese wie die nächstfolgende sind nach Skizzen des Verfassers ausgeführt von Ernst Stöckl in Laibach, wofür ihm an dieser Stelle der gebührende Dank ausgesprochen sei.

seismographen eine Vergrößerung von nahezu ins Hundertfache erreicht. Zugleich wird durch die letzteren jede Bewegung in zwei Componenten zerlegt. Die Gabeln der Nadeln werden bei der Montierung so gestellt, dass die eine die Bewegung nach O.-W., die zweite nach S.-N. aufnimmt. Selbstverständlich kann nach jedem beliebigen Ausschlage jede Richtung sofort herausgelesen werden.

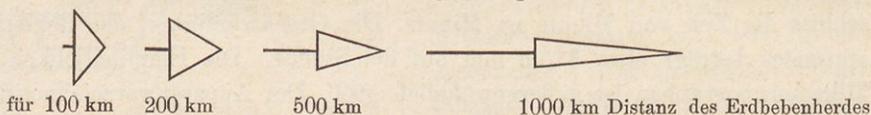
Sobald der Boden in langsames Schwingen geräth, wie zum Beispiel bei fernen Beben, so folgt das kurze Pendel den Bewegungen, die vom Boden durch die Mauer übertragen werden. Die Bewegung des Pendels theilt sich den Nadeln mit, welche die Bewegung auf das Papierband zeichnen. Bei kurzen Schütterwellen, «Zittern», steht die Masse des Pendels infolge der Trägheit desselben still, und der verticale Hebelarm  $l$ , welcher von der Mauer aus vom Träger  $T_2$  getragen wird, beginnt dann das Erzittern der Mauer den Nadeln mitzutheilen und die Bewegung wird wieder auf dem Bande gezeichnet. An der Seite bezeichnet ein einfacher Chronograph durch Stromschluss die Zeit von Minute zu Minute. Die Geschwindigkeit des Registrierapparates beträgt etwa 315·5 mm auf die Stunde. Die Empfindlichkeit des Mikroseismographen ist außergewöhnlich groß. Der Apparat verzeichnet nicht nur Bewegungen des Bodens, welche von Menschen verspürt werden, sondern auch leichte Schwingungen, welche für unsere groben Sinne absolut nicht mehr wahrnehmbar sind. Der Mikroseismograph verzeichnet unter anderem auch täglich die Erschütterung, welche im Hause durch die Schüler verursacht wird. Anstatt einer geraden ungestörten Linie, wie in der Nacht, so tritt zum Beispiel bei Tag in den Zwischenstunden eine Schummerung auf, indem hauptsächlich die O.-W.-Nadel (Front der Hauptmauer, auf welcher das Instrument montiert ist) fortwährend kurze Ausschläge nach links und rechts macht. Solche Störungen sind am Bande deutlich sichtbar. Jeder Wagen lässt sich bei einiger Übung als Personenwagen oder Lastwagen, auch ob er in raschem Tempo oder langsam fährt, deutlich unterscheiden. Störungen verursachen ferner auch Kanonenschüsse am Castell (kurze Ausschläge), Donner, Wind, Sturm, fahrende Eisenbahnzüge. Fällt zum Beispiel ein Erdbeben zufällig mit einer dieser Störungen zusammen, was schon häufig der Fall war, so erscheinen den größeren Ausschlägen, welche durch Erdbewegungen erzeugt werden, die localen Zitterbewegungen übergelagert, ähnlich wie den großen Meereswellen kleine Kreiselwellen übergelagert sind, so dass jede Verwechslung vollkommen ausgeschlossen erscheint. In gewisser Hinsicht kommen kleinere locale Störungen nicht ganz unerwünscht, weil man aus denselben die jeweilige Empfindlichkeit des Instrumentes beurtheilen kann.

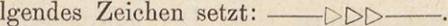
Der Mikroseismograph hatte bisher eine Reihe sehr interessanter Bebenbilder oder Diagramme gegeben, nicht nur localer Erdbewegungen, die von Menschen verspürt wurden, sondern eine Reihe von Beben aus Italien, Griechenland und Kleinasien, ja sogar von den Antipoden her. Jedes Diagramm

lässt annähernd die Entfernung des Erdbebenherdes und die Richtung desselben abschätzen. Um in aller Kürze eine Erklärung dafür zu geben, möge hier angeführt werden, dass jedes locale Beben den Hauptausschlag an erster Stelle aufweist, was durch das vom Verfasser vorgeschlagene

conventionelle Zeichen  zum Ausdrucke gebracht wird. Das conventionelle Zeichen ist eine behufs einer vereinfachten Berichterstattung hergestellte schematische Darstellung des jeweiligen Diagrammes.

Ist der Erdbebenherd nicht unmittelbar unter Laibach selbst, so erscheinen am Diagramme zuerst kurze Ausschläge, deren Dauer von der Distanz des Epicentrums abhängig ist. Je weiter der Ort des Ursprunges, desto länger dauern diese kurzen Ausschläge, genannt die Vorphase oder die vorbereitende Periode. Es wurden hiefür von mir folgende conventionelle Zeichen vorgeschlagen:



welche vielleicht noch dahin zu ergänzen wären, dass man für ein Bebenbild, an welchem mehrere Maxima auftreten, folgendes Zeichen setzt: . Treten nur lange Wellenlinien auf, Sinuslinie, so ist der Erdbebenherd (10.000 km) etwa bei den Antipoden, Zeichen hiefür: . Die Richtung ergibt im allgemeinen die Resultierende aus den beiden Componenten O.-W. und S.-N.

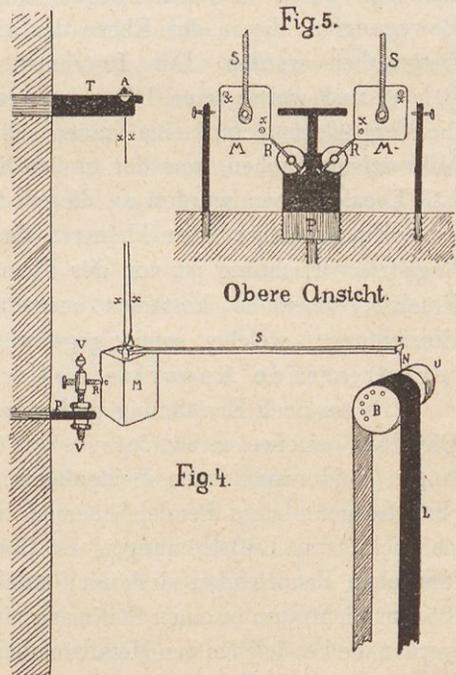
Der Mikroseismograph hatte alle Hoffnungen, die auf ihn gesetzt wurden, erfüllt, nur bei stärkeren localen Erdstößen wäre es nicht möglich gewesen, die Intensität der Erdstöße zu messen. Bisher waren in Laibach zwei so starke Erschütterungen, und zwar am 5. Februar und 17. April l. J., bei welchen die Nadeln des Mikroseismographen über die ganze Papierbandbreite abgelenkt wurden.

Es war nun zunächst daran zu denken, durch Aufstellung eines zweiten Instrumentes diesem Übelstande abzuhelfen. Dass dies möglich war, verdankt die Erdbebenwarte einzig und allein der Maschinenbaufirma Tönnies in Laibach, welche mit großen materiellen und Zeitopfern, die gewiss schwierige und langwierige Construction und Ausführung eines zweiten Seismographen mit seltener Ausdauer in Angriff nahm. Wenn man bedenkt, dass der genannten Firma nur flüchtige, akademische Skizzen, die im Augenblick in Padua aufgenommen wurden, als Vorlage dienen mussten, so wird man die Schwierigkeiten ermessen, mit welchen die genannte Firma zu kämpfen hatte. Der Apparat ist trotzdem vorzüglich gelungen und unterscheidet sich vom Mikroseismographen in gewisser Beziehung nur unwesentlich. Die Pendel-

stange hat dieselbe Aufhängeart; anstatt der Bleischeiben wurde als Pendelmass ein massiver Eisencylinder genommen mit rund 100 kg Gewicht. Mit dem Gewicht in starrer Verbindung ist nun die Nadel  $l$ , welche in das Nadelkreuz der Schreibnadeln einspielt. Der Träger  $T_2$  (Fig. 1) entfällt hier. Die Bewegung des Pendels geht hier ohne Übersetzung auf die Schreibnadeln über. Die Reibung ist so stark herabgemindert, dass bei einem künstlichen Ausschlage von 3 bis 4 mm, welcher durch Berühren des Pendels herbeigeführt wird, die Schreibnadeln 15 bis 20 Minuten lang zeichnen. Die Vergrößerung ist nahezu zehnfach (während sie bei Mikroseismographen eine hundertfache ist). Der Seismograph wurde in dieser Ausführung von Professor Vicentini vorgeschlagen, und ist der erste dieser Art in Laibach aufgestellt worden. Bisher brachte er alle auswärtigen Beben (ausgenommen Sinuslinien), wobei die einzelnen Bewegungsphasen sehr deutlich unterscheidbar sind. Am schönsten und deutlichsten zeichnete er stärkere locale Beben, die er ganz ungestört wiedergegeben hatte. Der Hauptausschlag betrug bei dem seit der Aufstellung stärksten Beben (am 17. April l. J.) etwa einen Centimeter.

Von den Instrumenten, welche ich an den italienischen Stationen gesehen, gefiel mir wegen der Einfachheit, großer Empfindlichkeit und Präcision am besten noch das Horizontal-Doppelpendel vom Director Grablovitz in Casamicciola (Ischia). Zur Vervollständigung der Erdbebenwarte in Laibach erschien die Anfertigung eines solchen dringend geboten. Wieder ist es die opferwillige Firma Tönnies, welche der Erdbebenwarte hilfreich zur Seite stand und an der Lösung der Aufgabe, dem Bau eines Horizontalpendels nach Grablovitz, in abgeänderter Form, lebhaften Antheil nimmt. In dem neuen Horizontal-Doppelpendel erscheinen alle Vortheile des Principes von Grablovitz ausgenützt, und die Registriervorrichtung Vicentinis, die in ihrer Art vorzüglich ist, wurde im großen und ganzen dem Grablovitz'schen Horizontalpendel angepasst.

Dasselbe besteht aus einer circa 20 kg schweren Masse  $M$  aus Zink (Fig. 4, Seitenansicht des einen Pendels), welche auf zwei feinen Drähten (Länge 2625 mm, bifilar) hängt, die auf einem eisernen Träger  $T$  in einer kleinen



Grablovitz' Horizontal-Doppelpendel, abgeändert nach Belar.

konischen Hülse  $a$  befestigt sind. Die Zinkmasse hat bei  $c$  ein kleines Glasnöpfchen. Mit diesem Glasnöpfchen stützt sich die ganze Masse  $M$  auf eine feine Stahlspitze  $R$ , welche auf dem Eisenträger  $P$  mittelst eines verticalen Zwischenträgers (Metallsäule) auf und ab verstellbar und durch ein Schraubengewinde nach vorne und rückwärts verschiebbar ist, um den Unterstützungspunkt nach Bedarf zu Regulierungszwecken einstellen zu können. Nach vorne ist an der Pendelmasse ein horizontal liegender Holzstab  $S$  befestigt, an dessen Ende ein kleiner Reiter  $r$  aus Aluminium in eigenen Kerben aufsitzt. An das Aluminiumplättchen ist mit Wachs ein feiner, flach gezogener, am unteren Ende zu einer kleinen Kugel ausgeschmolzener Glasfaden befestigt,  $N$ , welcher nach abwärts hängt und recht zart die berußte Schreibfläche berührt. Sobald eine Neigung des Bodens stattfindet, und selbst beim leisesten Luftzug, wird die Pendelmasse, deren Unterstützungspunkt etwas nach rückwärts verschoben ist (von der Normalen des Aufhängepunktes), und damit das Horizontalpendel sofort in Schwingungen gerathen, deren Schwingungsdauer durch die Verschiebung des Unterstützungspunktes (die Stahlspitze) beliebig geändert werden kann. Unser Horizontalpendel hat eine Schwingungsdauer von sieben Secunden. Nachdem die Reibung eine sehr geringe und nur so groß als die Schwere des Reiters ist, so wird die Bewegung nur langsam erlöschen. Der Horizontalpendel-Apparat (ein Zwillingpendel, siehe Fig. 5, obere Ansicht) setzt sich aus zwei solchen Pendeln zusammen, deren Achsenstellungen um  $90^\circ$  voneinander abweichen, damit Bewegungen, die in der Ebene des einen Pendels liegen, von dem anderen festgehalten werden. Das Instrument reagiert insbesondere auf sehr ferne Beben, und waren seine Diagramme von sehr fernen Beben, trotzdem dass die Vergrößerung nur eine kaum zehnfache ist, oftmals deutlicher als am Mikroseismographen, was der großen Reibung an dem letzteren zuzuschreiben ist. Locale Beben wurden an diesem Instrumente bisher keine gemessen.

Ein ähnlicher, aber kleinerer Horizontalpendel-Apparat mit beständiger Registriervorrichtung ist von der Firma Samassa in Laibach in bekannter Präcision ebenfalls kostenlos ausgeführt worden und vervollständigt die Einrichtung, welche somit gegenwärtig im ganzen vier beständig registrierende Apparate besitzt.

Es sei noch Erwähnung gethan zweier Zeit- und Erdbebenmelder. Dieselben bestehen, u. zw. das eine aus einem 1 m, das andere aus einem 0.5 m langen goldumspunnenen Seidenfaden, an deren Enden konische Gewichtchen hängen. Diese Pendelchen sind in eine Glasröhre eingeschlossen, damit sie nicht von Luftströmungen in Bewegung gesetzt werden können. Die konischen Pendelenden sind mit Platinblech überzogen und spielen mit circa 0.5 mm Lichtraum in einen Platinring ein. Sobald die leiseste Bewegung auftritt, werden die Pendelchen den Metallring berühren, wodurch ein elektrischer Contact hergestellt wird. Der elektrische Strom setzt eine kleine Pendeluhr, welche immer auf 12 Uhr eingestellt ist, in Gang und ein Läutewerk wird ausgelöst.

Über das Instrument zur Messung der verticalen Componente, Erfinder Dr. Pacher, das anstatt eines langen Pendels, von welchem wegen Schwierigkeiten der Aufstellung Umgang genommen wurde und welches für Laibach bestellt worden ist, demnächst in Padua fertiggestellt werden wird, kann gegenwärtig zur Wahrung der Priorität des Erfinders noch nichts veröffentlicht werden.

Die Vicentini'schen Instrumente und das Horizontalpendel von Grablovitz hatten in der oben angeführten, preisgekrönten kritischen Abhandlung des Dr. R. Ehlert eine ihnen würdige Beurtheilung gefunden, welche hier angeführt zu werden verdient. Dr. Ehlert betont bei den Vorschlägen über die Auswahl der Instrumente: «Die besten Verticalpendel sind offenbar die von Vicentini.»<sup>1</sup> Und bei Beschreibung und Beurtheilung dieser Seismographen:<sup>2</sup> «Von den graphisch-mechanischen Methoden aber ist diese von Vicentini so vervollkommnete sicher die vorzüglichste.»

Und über das Instrument<sup>3</sup> von Grablovitz: «Das vollkommenste aller mechanisch registrierenden Horizontalpendel ist entschieden das neue, große Instrument, welches Grablovitz im Observatorium Porto d'Ischia Anfang 1896 aufgestellt hat.»

«Das Horizontalpendel von Grablovitz stellt für sich ein Ideal dar. Als Nebeninstrument dürfte dieser Seismograph an allen Stationen recht sehr zu empfehlen sein.»

Da die umfassende Arbeit des Dr. Ehlert, welche eine klare Übersicht über alle alten und modernen Typen der Erdbeben-Messapparate erlaubt, erst kürzlich erschienen ist, nachdem schon die Laibacher Erdbebenwarte eingerichtet war, so können wir in Laibach uns schmeicheln, eine glückliche Wahl der Instrumente getroffen zu haben. Es darf jedoch nicht unerwähnt bleiben, dass Dr. Ehlert sein Instrument (dreifaches Horizontalpendel) mit photographischer Registriervorrichtung allen voranstellt, und nicht mit Unrecht, weil mit demselben der höchste Grad der Empfindlichkeit erreicht wird. Zur Messung der täglichen Bodenschwankungen und Zitterbewegungen (Tremors) etc. dürfte das Ehlert'sche Horizontalpendel bisher Unerreichtes leisten, ob aber dasselbe auf einem Gebiete wie Laibach, wo auch stärkere locale Beben auftreten können, sich bewähren würde, das müsste erst die Erfahrung lehren. Dazu kommt noch ein weiterer Umstand: der hohe Kostenpunkt und die kostspielige Instandhaltung des Ehlert'schen Apparates. (Anschaffungspreis mit 1200 Mark, Erhaltungskosten bis 870 Mark jährlich.) Wenn man diesem Betrage die Reichhaltigkeit der Instrumente unserer Erdbebenwarte, deren Erhaltungskosten, soweit es gegenwärtig absehbar ist, jährlich etwa 500 fl. betragen, gegenüberstellt, so kann die Einrichtung einer Erdbebenwarte, wo nicht größere Beträge zur Verfügung stehen, nach unserem Muster wärmstens

<sup>1</sup> Ebenda, S. 471. — <sup>2</sup> Ebenda, S. 386. — <sup>3</sup> Ebenda, S. 400.

empfohlen werden. Der Vorzug der Laibacher Erdbebenwarte ist also, dass die allerneuesten und besten Erdbebenapparate bei ihr an einem Platze vereinigt sind, was sonst bei keiner derartigen Anstalt bisher sich vorfindet.

Der Vicentini'sche Mikroseismograph verspricht ein Normalinstrument zu werden; jede größere Erdbebenwarte in Italien wird bereits mit einem solchen eingerichtet. Auch für England hatte jüngstens John Milne einen completen Mikroseismographen bestellt, was viel bedeuten will, nachdem John Milne bisher ausschließlich für die photographische Registriermethode eingetreten ist, wie er es ausdrücklich in einem Schreiben an die Laibacher Erdbebenwarte betont hat.

Die Laibacher Erdbebenwarte steht mit den wichtigsten auswärtigen Erdbebenwarten in steter Verbindung und sendet kurze Berichte an die Hauptwarten, wo die Nachrichten gesammelt und herausgegeben werden, und zwar nach Rom und Straßburg. Das nächste Ziel, welches sich die Laibacher Erdbebenwarte vorgesteckt hat, ist die Herausgabe und Bearbeitung der bisher notierten Erdbebendiagramme.

Geplant wird die Gründung von Erdbebenwarten zweiter Ordnung in Krain, sobald die nothwendigen Mittel zur Verfügung gestellt werden. Gegenwärtig wird an dem Entwurf eines einfachen leicht zu bedienenden und nicht zu kostspieligen Erdbebenmessers gearbeitet. Wir können zum Schlusse die Wichtigkeit der secundären Stationen nicht unerwähnt lassen und müssen ausdrücklich bemerken, dass die Beobachtung der Bodenbewegungen bloß nach persönlichen Eindrücken der Menschen, so wertvoll als sie für Orte, wo keine Apparate aufgestellt sind, doch für die Wissenschaft im allgemeinen eine sehr untergeordnete Rolle spielen. Erst wenn die Beobachtung bloß durch die menschlichen Sinne durch instrumentelle, exacte Beobachtung geprüft wird, gewinnt dieselbe an Bedeutung. Es ist daher naturgemäß, dass der Erdbebenwarte in Laibach ein größerer Wirkungskreis wird zuerkannt werden müssen, und wenn es bisher noch nicht geschehen ist, so ist doch zu erwarten, dass ihr derselbe mit der Entwicklung des Erdbeben-Beobachtungsdienstes in Österreich von selbst zufallen wird. Die Geschichte der Erdbeben in Krain lehrt hinreichend, dass unsere heimatliche Scholle zum Studium der Erdbebenphänomene geradezu herausfordert, denn sollte auch für unseren Boden auf einige Decennien wieder eine ruhigere Periode eintreten, das Karstphänomen in seinem fortwährenden Erzittern gibt immer hiefür Beobachtungsmaterial in reichlicher Menge.

#### IV. Über den heutigen Stand der Erdbebenforschung.

So sind heute die Wege angebahnt, die zur Erkenntnis dieser verborgenen Naturereignisse führen sollen. Genaue Messung der Naturkräfte, die bei Erdbeben thätig sind, Vergleichung der Beobachtungen, die an den

verschiedenen Punkten des Erdenrundes angestellt werden, sollen dazu beitragen, die Ursachen der Erdbeben zu erklären, die Frage lösen helfen, welche seit altersher Männer beschäftigt, die als höchstes Ziel Erkenntnis der Natur sich vorgesteckt haben, die Frage beantworten, welche man seit jeher nur mit bangem Gefühl an sich stellte und an die, wenn sie zu deuten versucht wurde, die traumhaftesten Erklärungen geknüpft wurden. Die Frage: «Was sind Erdbeben?» wird und kann nur von der experimentellen Geodynamik beantwortet werden; von dieser jüngsten aller exacten Naturwissenschaften dürfen wir Aufschlüsse darüber erwarten.

Wie unvollkommen noch bis in die jüngste Zeit die Einrichtung der Erdbebenwarten im allgemeinen war, wie kurz auch die Spanne Zeit sein mag, in welcher man mit Präcisionsinstrumenten beobachtet, so viele überraschend schöne Erfolge sind bereits als Früchte dieser Wissenschaft zu verzeichnen.

Die feinen Instrumente in Japan, Italien und Deutschland (Straßburg) haben bisher eine Reihe verschiedener, voneinander gut unterscheidbarer Erdbewegungsphänomene aufgedeckt, die bis zu dieser Zeit dem Menschen ganz fremd waren, und wenn auch, wie die Geschichte lehrt, die verschiedensten Lothschwankungen schon seit Jahrhunderten von Männern der Wissenschaft zufällig an den Instrumenten beobachtet worden sind, konnte man diesen verborgenen, leisen Schwankungen nicht folgen, weil jede exactere Beobachtung bis in die neueste Zeit fehlte. Heute sprechen wir von Erdpulsationen, kaum messbare, kleine, ziemlich regelmäßige Erdschwankungen, die häufig, insbesondere an den Horizontalpendeln beobachtet werden und die man bis heute als mit dem wechselnden Luftdruck im Zusammenhange stehende Bodenbewegungen erklärt. Wir wissen heute, dass Winde die oberste Erdscholle in fortwährendem Zittern erhalten, welche Bewegung sich wesentlich von der vorgenannten Bewegungsart an den Instrumenten unterscheidet und die wir mit dem Worte Tremor oder Zitterbewegung bezeichnen, wegen der kurzen Wellenart so benannt. Dieselben leiten meistens ferne Beben ein.

Das Studium von Erdbebenbildern (Diagramme) an den Instrumenten gelegentlich ferner Beben hat ergeben, dass jedesmal zwei Bewegungsarten von verschiedener Dauer auftreten. Bewegungsarten, die verschiedene Fortpflanzungsgeschwindigkeit haben müssen. Wir sind heute darüber nicht mehr im Zweifel, dass wir es mit **zweierlei verschiedenen Medien** zu thun haben, durch welche die Erdbewegungen ihren Weg nehmen.

Wir sind gezwungen, wie schon im früheren Abschnitte bemerkt worden ist, zweierlei Wege für die Bodenbewegungen anzunehmen. Und so verbreiten sich von irgend einem Punkte des Erdinnern, vom eigentlichen Erdbebenherde, strahlenförmig direct durch die Erde nach allen Richtungen zur Oberfläche hin Zitterwellen mit enormer Geschwindigkeit, die sich an

den Instrumenten als Vorphasen erkennen lassen; anderseits aber verbreiten sich über die Erdrinde von der Schütterzone selbst aus langsame, lange Wellen, die sich von den anderen ganz deutlich unterscheidbar einzeichnen.

Deshalb ist es eine der wichtigsten Aufgaben der modernen Seismologie oder Geodynamik, insbesondere die Fortpflanzungsgeschwindigkeit und die Art der Bewegung dieser Bodenwellen, welche direct vom Erdbebenherde kommen, genau zu studieren. Diese Erdbebenwellen nehmen ihren Weg bei sehr fernen Beben mitten durch die Erde. Es sind dies die einzigen Boten, welche uns Nachrichten bringen könnten über den Sitz des jeweiligen Erdbebenherdes, und es ist auch zu erwarten, dass sie uns der Lösung der Frage näher führen, wie unser Erdinneres über jene Grenzen hinaus, die uns seit jeher gezogen waren, beschaffen sei.

Professor Gerland, welcher sich kürzlich über den heutigen Stand der Erdbebenforschung<sup>1</sup> in einem geistvollen Vortrag aussprach, findet die letztere Frage auf Grund der bisherigen exacten Forschungsergebnisse hinsichtlich der Fortpflanzungsgeschwindigkeit und der Herdtiefe des Erdbebens bereits gelöst.

Nach dem allem, folgert Gerland, haben die meisten Erdbeben mit der festen Erdrinde nichts zu thun. «Diese Erdbebenstöße entwickeln sich also nicht in der Erdrinde, sie beruhen vielmehr auf Vorgängen, die tiefer liegen als die Erdrinde, auf Vorgängen im Erdinnern selbst. Haben wir aber daselbst Kraftwellen, groß genug, um so mächtige Wirkungen hervorzubringen?» fragt Gerland. «Gewiss.» «Die Gasmassen des Erdinnern, unter so hohem Drucke stehend, gehen infolge desselben continuierlich in die Erdrinde über, natürlich also auch durch den tropfbar-flüssigen Aggregatzustand. Der Übergang aber aus Gas in Flüssigkeit ist nicht selten mit heftigen Explosionen verbunden, wie zum Beispiel die plötzliche Vereinigung von Wasserstoff und Sauerstoff zu Wasser. Wasserdampf ist in ungeheuren Mengen im Erdinnern, es kann sich nur an der äußersten Zone des gasigen Innern<sup>2</sup> bilden. Hier aber wird diese Bildung

<sup>1</sup> Siehe (Vortrag von G. Gerland) Verhandlungen des XII. deutschen Geographentages zu Jena im April 1897.

<sup>2</sup> Eine interessante alte Gastheorie, neben vielen anderen, welche hier angeführt zu werden verdient, führt Konrad von Megenberg im Buche der Natur, das in den Jahren 1349 bis 1350 verfasst wurde. Professor Wallner hatte die Güte, die Schilderung wortgetreu ins Neudeutsche zu übertragen: «Das Erdbeben kommt daher, dass in den Erdhöhlen und zumeist im hohlen Gebirge viel Erddünste gesammelt werden und dass dieser Dünste so viel wird, dass sie nicht drinnen bleiben können, nun stoßen sie um und um an die Wände und fliegen aus einem Keller in den anderen und wachsen immer mehr an, bis sie ein ganzes Gebirge erfüllen. Dies Anwachsen bringt die Kraft der Gestirne hervor, insbesondere die des Streitgottes, der Mars heißt . . . . Wenn nun die Dünste lang in den Höhlen kämpfen, so wird ihr Stoßen zuletzt so stark, dass sie mit Gewalt ausbrechen und einen Berg auf den anderen werfen. Können sie aber nicht ausbrechen, so schütteln sie doch gewaltig das Erdreich. Das Schütteln ist zweierlei.»

sehr oft eintreten, in großen Massen und mit äußerster Heftigkeit. Auch jetzt kann ich wieder an Zöppritz erinnern, der solche Explosionen in jener Übergangszone gleichfalls annahm», führt Gerland weiter aus, indem er folgenden Satz aufstellt: «Auf diese und andere Vorgänge, deren es gewiss noch viele verschiedenartige, wenn auch in der Wirkung gleiche gibt, möchte ich die meisten Erdbebenstöße zurückführen; hier haben wir wohl die hauptsächlichste Quelle der seismischen Kraft.»

Professor Gerlands Ansichten über die auslösenden Kräfte der Beben sind gewiss sehr gründlich durchdacht und den modernen Beobachtungen über die Tiefe der Erdbebenherde angepasst; verlockend ist die Hypothese nicht, wie er selbst eingesteht, weil sie uns Erscheinungen zur Erklärung derselben herbeiführt, welchen wir bis heute noch sehr fremd gegenüberstehen, die wir, einfacher gesagt, heutigentags noch gar nicht erfassen können. Gerland ist, wie man also sieht, durchaus kein Tektoniker, die Italiener anderseits sind und bleiben zumeist Vulcanisten. Wir glauben trotzdem, dass die naheliegende, uns am meisten ansprechende Hypothese zur Erklärung der meisten Bebenphänomene unseres bedeutendsten Geologen Sueß manchen Ansturm überstehen und auch den exacten Forschungen in dieser Richtung noch lange stand, halten dürfte. Ihr Gebäude fußt auf den Rippen der festen Erdrinde und fügt sich harmonisch dem Wechsel und Wandel der festen Materie an. Sie zwingt uns dabei aber auch nicht, den Blick in jene geheimnisvolle Tiefe unseres Weltkörpers zu werfen, von welcher wir auch heute noch nach Kant sagen müssen: «Wir haben noch eine Welt unter unseren Füßen, mit der wir zur Zeit nur sehr wenig bekannt sind.» Wir hoffen jedoch, dass die heutige Erdbebenkunde: die exacte Beobachtung aller Bodenbewegungen, wenn nicht uns, so doch den kommenden Geschlechtern einigen Einblick in diese dunkle Welt gestatten wird.

Nun noch einige Worte über die Bedeutung der Erdbebenforschung für die Menschheit als solche oder den praktischen Wert derselben.

Vor allem werden durch das Studium der Beben die einzelnen Schüttergebiete genau begrenzt, welcher Umstand es möglich machen wird, eine seismische Karte zu entwerfen, in welcher die verschiedenen Schüttergebiete entsprechend hervorgehoben dargestellt werden. Auf diese Art wird es möglich gemacht, die einzelnen Schütterzonen genau kennen zu lernen.

Die genauen Erdbeben-Kataloge, welche alle Beben eines Gebietes zusammenfassen sollen, werden die Frage lösen, ob, was die Häufigkeit der Erdbeben anbetrifft, eine Periodicität, eine gesetzmäßige Wiederholung herrscht.

In solchen häufig erschütterten Gebieten sind die baulichen Objecte entsprechend erdbebensicher zu construieren. Das genaue Studium der Bodenbewegungsarten an den Instrumenten gibt dem Bauverständigen kostbare

Winke, auf welche Weise in jedem besonderen Gebiete die Gebäude zu errichten wären. In einigen Ländern,<sup>1</sup> wie in Italien, Japan, Peru, Columbia, Ecuador, Venezuela, Mexico u. m. a., sind bereits erdbebensichere Baulichkeiten<sup>2</sup> aufgeführt worden.

Welche Vortheile für den Menschen durch die exacte Erdbebenforschung noch weiterhin zu erwarten sind, lässt sich im Augenblicke nicht absehen; die brennendste Frage, ob man durch die exacten Beobachtungen Erdbeben jemals wird vorausbestimmen können, kann heute auch nicht beantwortet werden. In dieser Richtung kann gegenwärtig nur eine schätzenswerte Wahrnehmung mitgetheilt werden, welche an der Laibacher Erdbebenwarte wiederholt gemacht wurde. So oft nämlich leichte, langsame Schütterwellen, die nur an den feinsten Instrumenten verfolgt werden können, auftreten, eine Bodenbewegungsart, welche ihren Ursprung recht fernen Erdbebenherden<sup>3</sup> verdankt, so ist für die einzelnen bekannten Schüttergebiete **Gefahr vorhanden**, dass durch die vorhin genannten Bodenwellen locale Beben ausgelöst werden.

Nicht zuletzt wäre der wohlthuende moralische Einfluss zu erwähnen, welchen eine gewissenhafte Beobachtung auf den Bewohner eines Schüttergebietes ausübt, indem sich derselbe vom Fachmann Aufschlüsse über die Natur dieser Erscheinungen verspricht. Im Süden von Italien, wo das Volk weniger aufgeklärt ist, insbesondere auf Ischia (Casamicciola), hat die Errichtung der Erdbebenwarten auf dasselbe vorläufig einen beruhigenden Einfluss ausgeübt. Die Landbevölkerung ist dort fest überzeugt, dass die Erdbeben-Messinstrumente eine Art «Blitzableiter» gegen das furchtbare Naturereignis der Erdbeben sind. In diesem Köhlerglauben bestärkt sie der Umstand, dass seit der Errichtung der Erdbebenwarte in Casamicciola (1883) die Insel Ischia von keinem localen Erdbeben mehr heimgesucht worden ist. Freilich hat ein solcher Glaube seine Bedenklichkeiten. Wie dann, wenn die schlummernden unterirdischen Kräfte erwachen und der Boden doch wieder zu wanken beginnt — — —?!

Der Hauptwert der Erdbebenwarten und des streng wissenschaftlichen Beobachtungsdienstes für die Gesammtheit liegt darin, dass die Leute über das Wesen der Erdbeben aufgeklärt werden und sich leichter mit der unabwendbaren Naturnothwendigkeit abfinden lernen; dass besonders die Bewohner eines Schüttergebietes sich anpassen lernen, das heißt lernen, wie sie ihre Hütten, Häuser, Kirchen und Paläste bauen müssen, wenn sie sich auf dem schwankenden Boden sorglos zur Ruhe legen wollen.

<sup>1</sup> Siehe Oberingenieur A. Stradal: Bautechnische Studien anlässlich des Laibacher Erdbebens. Zeitschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines, Wien 1896, Nr. 17 und 18.

<sup>2</sup> Kant sagt hiezu: «Es war nöthig, dass zuweilen Erdbeben geschehen; aber es war nicht nothwendig, dass wir prächtige Wohnplätze darüber erbauten.»

<sup>3</sup> Siehe vorne Sinuslinie.

Das sind Beweggründe genug, welche die größeren Städte, insbesondere unserer Karst- und Alpenländer, bestimmen könnten, dem Beispiele von Laibach zu folgen, umsomehr, als, je dichter das Netz von Erdbebenwarten wird, desto rascher und sicherer greifbare Erfolge von dieser Einrichtung zu erwarten sind. Freilich wird hier hauptsächlich die Privatthätigkeit eingreifen müssen. Haben ja doch in Italien Privatleute große Opfer gebracht, um solche Erdbebenwarten ins Leben zu rufen, und bringen sie noch, um sie instand zu halten. Es ist eben schwer, sogleich von der Staatsverwaltung alles zu verlangen, ganz besonders, wo es sich um Einrichtungen handelt, für deren endgiltige Ausgestaltung sich erst die entsprechende Formel herausbilden muss.

Dass jede moderne Staatsverwaltung sich ihrer Aufgabe bewusst ist, alle derartigen Schritte des privaten Unternehmungsgeistes vaterländischer und gemeinbürgerlicher Gesinnung zu unterstützen und das Fortschreiten mit wohlwollender Aufmerksamkeit zu begleiten, das zeigt der Umstand, dass die österreichische Regierung der Laibacher Erdbebenwarte vom nächsten Jahre an einen jährlichen Erhaltungsbeitrag zugedacht hat, nachdem dieselbe durch private Thätigkeit ins Leben gerufen worden war. — Hoffentlich finden auch unsere Nachbarstädte Gönnerschaften, welche diesen jüngsten Zweig der modernen Wissenschaft pflegen helfen, so wie unsere Stadt sie an der krainischen Sparcasse gefunden hat. — Wer Hand mit anlegt an solchen Unternehmungen, hat nicht nur der Wissenschaft, sondern auch der ganzen menschlichen Gesellschaft einen Dienst erwiesen.

Laibach im Juli 1898.

