

KAISERL. AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN IN WIEN.

# MITTEILUNGEN

DER

## ERDBEBEN-KOMMISSION

DER KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN IN WIEN.

NEUE FOLGE.

N<sup>o</sup>. XXXIII.

### BESCHREIBUNG DES SEISMISCHEN OBSERVATORIUMS

DER

K. K. ZENTRALANSTALT FÜR METEOROLOGIE UND GEODYNAMIK IN WIEN

VON

**DR. VIKTOR CONRAD.**

—  
MIT 4 TEXTFIGUREN.  
—

WIEN, 1909.

AUS DER KAISERLICH-KÖNIGLICHEN HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

—  
IN KOMMISSION BEI ALFRED HÖLDER,

K. U. K. HOF- UND UNIVERSITÄTSBUCHHÄNDLER,  
BUCHHÄNDLER DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

Die »Mitteilungen der Erdbeben-Kommission« erschienen bisher in den Sitzungsberichten der mathem.-naturw. Klasse, Abteilung I. Von nun an werden sie als besondere Ausgabe veröffentlicht werden.

Bisher sind folgende Nummern der »Mitteilungen« ausgegeben worden:

- I. Bericht über die Organisation der Erdbeben-Beobachtung nebst Mitteilungen über während des Jahres 1896 erfolgte Erdbeben, zusammengestellt von Edmund v. Mojsisovics (Sitz. Ber., Bd. 106 [1897], Abt. I, Heft II) . . . . . — K 60 h.
- II. Bericht über das Erdbeben von Brüx am 3. November 1896. von Friedrich Becke (Sitz. Ber., Bd. 106 [1897], Abt. I, Heft II) . . . . . — K 50 h.
- III. Bericht über das Erdbeben vom 5. Jänner 1897 im südlichen Böhmerwalde, von Friedrich Becke (Sitz. Ber., Bd. 106 [1897], Abt. I, Heft III) . . . — K 40 h.
- IV. Bericht über die im Triester Gebiete beobachteten Erdbeben am 15. Juli, 3. August und 21. September 1897, von Eduard Mazelle (Sitz. Ber., Bd. 107 [1897], Abt. I, Heft IX) . . . . . — K 40 h.
- V. Allgemeiner Bericht und Chronik der im Jahre 1897 innerhalb des Beobachtungsgebietes erfolgten Erdbeben, zusammengestellt von Edmund v. Mojsisovics (Sitz. Ber., Bd. 107 [1898], Abt. I, Heft V) . . . . . 3 K 40 h.
- VI. Die Erderschütterungen Laibachs in den Jahren 1851 bis 1896, vorwiegend nach den handschriftlichen Aufzeichnungen K. Deschmanns, von Ferdinand Seidl (Sitz. Ber., Bd. 107 [1898], Abt. I, Heft VI) . . . . . — K 50 h.
- VII. Verhalten der Karlsbader Thermen während des volgtländisch-westböhmisches Erdbebens im Oktober—November 1897, von Josef Knett (Sitz. Ber., Bd. 107 [1898], Abt. I, Heft VI) . . . . . 2 K 60 h.
- VIII. Bericht über das Graslitzer Erdbeben vom 24. Oktober bis 25. November 1897, von Friedrich Becke (Sitz. Ber., Bd. 107 [1898], Abt. I, Heft VII) . . . 5 K 40 h.
- IX. Bericht über die unterirdische Detonation von Melnik in Böhmen vom 8. April 1898, von Johann N. Woldfich (Sitz. Ber., Bd. 107 [1898], Abt. I, Heft X) . . . . . — K 90 h.
- X. Allgemeiner Bericht und Chronik der im Jahre 1898 innerhalb des Beobachtungsgebietes erfolgten Erdbeben, zusammengestellt von Edmund v. Mojsisovics (Sitz. Ber., Bd. 108 [1899], Abt. I, Heft. IV) . . . . . 3 K 20 h.
- XI. Die Einrichtung der seismischen Station in Triest und die vom Horizontalpendel aufgezeichneten Erdbebenstörungen von Ende August 1898 bis Ende Februar 1899, von Eduard Mazelle (Sitz. Ber., Bd. 108 [1899], Abt. I, Heft V) . . . . . 1 K — h.
- XII. Übersicht der Laibacher Osterbebenperiode für die Zeit vom 16. April 1895 bis Ende Dezember 1898, von Ferdinand Seidl (Sitz. Ber., Bd. 108 [1899], Abt. I, Heft V) . . . . . — K 70 h.
- XIII. Bericht über das obersteierische Beben vom 27. November 1898, von Rudolf Hoernes (Sitz. Ber., Bd. 108 [1899], Abt. I, Heft V) . . . . . 1 K 10 h.
- XIV. Bericht über die obersteierischen Beben des ersten Halbjahres 1899 (zumal über die Erschütterungen vom 1., 7. und 29. April), von Rudolf Hoernes (Sitz. Ber., Bd. 108 [1899], Abt. I, Heft VIII) . . . . . 2 K 10 h.
- XV. Bericht über Erdbebenbeobachtungen in Kremsmünster, von Franz Schwab (Sitz. Ber., Bd. 109 [1900], Abt. I, Heft II) . . . . . 1 K 10 h.
- XVI. Bericht über das niederösterreichische Beben vom 11. Juni 1899, von F. Noë (Sitz. Ber., Bd. 109 [1900], Abt. I, Heft II) . . . . . — K 60 h.
- XVII. Erdbebenstörungen zu Triest, beobachtet am Rebeur-Ehlerst'schen Horizontalpendel vom 1. März bis Ende Dezember 1899, von Eduard Mazelle (Sitz. Ber., Bd. 109 [1900], Abt. I, Heft II) . . . . . — K 90 h.

- XVIII. Allgemeiner Bericht und Chronik der im Jahre 1899 innerhalb des Beobachtungsgebietes erfolgten Erdbeben, zusammengestellt von Edmund v. Mojsisovics (Sitz. Ber., Bd. 109 [1900], Abt. I, Heft III) . . . . . 3 K 30 h.
- XIX. Die tägliche periodische Schwankung des Erdbodens nach den Aufzeichnungen eines dreifachen Horizontalpendels zu Triest, von Eduard Mazelle (Sitz. Ber., Bd. 109 [1900], Abt. I, Heft VII) . . . . . 3 K 20 h.
- XX. Über die Beziehungen zwischen Erdbeben und Detonationen, von Josef Knett (Sitz. Ber., Bd. 109 [1900], Abt. I, Heft IX) . . . . . — K 80 h.
- XXI. Bericht über das Detonationsphänomen im Duppauer Gebirge am 14. August 1899, von Josef Knett (Sitz. Ber., Bd. 109 [1900], Abt. I, Heft IX) . . . . . 1 K — h.

## Neue Folge.

- I. Bericht über die Erdbebenbeobachtungen in Lemberg, von W. Láska 1 K 90 h.
- II. Allgemeiner Bericht und Chronik der im Jahre 1900 im Beobachtungsgebiete eingetretenen Erdbeben, von Edmund v. Mojsisovics . . . . . 2 K 30 h.
- III. Bericht über die seismischen Ereignisse des Jahres 1900 in den deutschen Gebieten Böhmens, von V. Uhlig . . . . . 3 K — h.
- IV. Bericht über die Erdbebenbeobachtungen in Kremsmünster im Jahre 1900, von P. Franz Schwab . . . . . — K 60 h.
- V. Erdbebenstörungen zu Triest, beobachtet am Rebeur-Ehlert'schen Horizontalpendel im Jahre 1900, von Eduard Mazelle . . . . . 1 K — h.
- VI. Das nordostböhmisches Erdbeben vom 10. Jänner 1901, von J. N. Woldřich 1 K 60 h.
- VII. Erdbeben und Stoßlinien Steiermarks, von R. Hoernes . . . . . 2 K 10 h.
- VIII. Die Erdbeben Polens. Des historischen Teiles I. Abteilung, von W. Láska — K 80 h.
- IX. Bericht über die Erdbeben-Beobachtungen in Lemberg während des Jahres 1901, von Prof. Dr. W. Láska . . . . . 1 K 10 h.
- X. Allgemeiner Bericht und Chronik der im Jahre 1901 innerhalb des Beobachtungsgebietes erfolgten Erdbeben von Edmund v. Mojsisovics 3 K 30 h.
- XI. Erdbebenstörungen zu Triest, beobachtet am Rebeur-Ehlert'schen Horizontalpendel im Jahre 1901, nebst einem Anhang über die Aufstellung des Vicentini'schen Mikroseismographen, von Eduard Mazelle . . . . . 1 K 20 h.
- XII. Bericht über die Erdbebenbeobachtungen in Kremsmünster im Jahre 1901, von Prof. P. Franz Schwab . . . . . — K 40 h.
- XIII. Das Erdbeben von Saloniki am 5. Juli 1902 und der Zusammenhang der makedonischen Beben mit den tektonischen Vorgängen in der Rhodopemasse, von R. Hoernes . . . . . 2 K — h.
- XIV. Über die Berechnung der Fernbeben, von Prof. Dr. W. Láska . . . — K 30 h.
- XV. Die mikroseismische Pendelunruhe und ihr Zusammenhang mit Wind und Luftdruck, von Eduard Mazelle . . . . . 2 K 60 h.
- XVI. Vorläufiger Bericht über das erzgebirgische Schwarmbeben vom 13. Februar bis 25. März 1903, mit einem Anhang über die Nacherschütterungen bis Anfang Mai, von J. Knett . . . . . — K 80 h.
- XVII. Das Erdbeben von Sinj am 2. Juli 1898, von Adolf Faidiga . . . . . 2 K 90 h.
- XVIII. Das Erdbeben am Böhmischem Pfahl am 26. November 1902, von J. Knett — K 80 h.
- XIX. Allgemeiner Bericht und Chronik der im Jahre 1902 im Beobachtungsgebiete eingetretenen Erdbeben, von Edmund v. Mojsisovics. (Mit einem Anhang: Bericht über die Aufstellung zweier Seismographen in Přibram, von Dr. Hans Benndorf.) . . . . . 2 K 60 h.
- XX. Erdbebenstörungen zu Triest, beobachtet am Rebeur-Ehlert'schen Horizontalpendel im Jahre 1902, von Eduard Mazelle . . . . . 1 K 40 h.
- XXI. Bericht über die Erdbebenbeobachtungen in Kremsmünster im Jahre 1902, von Prof. P. Franz Schwab . . . . . — K 50 h.

- XXII. Bericht über die seismologischen Aufzeichnungen des Jahres 1902 in Lemberg, von Prof. Dr. W. Láska . . . . . — K 70 h.
- XXIII. Über die Verwendung der Erdbebenbeobachtungen zur Erforschung des Erdinnern, von Prof. Dr. W. Láska . . . . . — K 40 h.
- XXIV. Berichte über das makedonische Erdbeben vom 4. April 1904, von Prof. R. Hoernes . . . . . 1 K — h.
- XXV. Allgemeiner Bericht und Chronik der im Jahre 1903 im Beobachtungsgebiete eingetretenen Erdbeben, von Edmund v. Mojsisovics . . . . . 3 K 40 h.
- XXVI. Bericht über die Erdbebenbeobachtungen in Kremsmünster im Jahre 1903, von Prof. P. Franz Schwab . . . . . — K 40 h.
- XXVII. Bericht über das Erdbeben in Untersteiermark und Krain am 31. März 1904, von Prof. Dr. R. Hoernes und Prof. F. Seidl . . . . . 1 K — h.
- XXVIII. Jahresbericht des Geodynamischen Observatoriums zu Lemberg für das Jahr 1903, nebst Nachträgen zum Katalog der polnischen Erdbeben, von Prof. Dr. W. Láska . . . . . — K 60 h.
- XXIX. Über die Art der Fortpflanzung der Erdbebenwellen im Erdinneren (I. Mitteilung), von Dr. Hans Benndorf . . . . . — K 60 h.
- XXX. Erdbebenstörungen zu Triest, beobachtet am Rebeur-Ehler'schen Horizontalpendel im Jahre 1903, nebst einer Übersicht der bisherigen fünfjährigen Beobachtungsreihe, von Eduard Mazelle . . . . . — K 90 h.
- XXXI. Über die Art der Fortpflanzung der Erdbebenwellen im Erdinneren (II. Mitteilung), von Dr. Hans Benndorf . . . . . 1 K 50 h.
- XXXII. Über das Mürztaler Erdbeben vom 1. Mai 1885, von Dr. Franz Heritsch . . . . . 2 K 40 h.
-

# Beschreibung des seismischen Observatoriums der k. k. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik in Wien

von

Dr. Viktor Conrad.

(Mit 4 Textfiguren.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 10. Dezember 1908.)

## Einleitung.

Im Jahre 1895 hatte die kaiserliche Akademie der Wissenschaften in Wien beschlossen, seismographische Stationen in Wien, Triest, Laibach, Kremsmünster und Lemberg zu errichten. Zu diesem Zwecke wurden die damals besten Apparate, nämlich Rebeur-Paschwitz-Ehlert'sche Pendeln angeschafft und an die Observatorien der genannten Städte verteilt, wo sie auch, mit Ausnahme von Wien mit der Zeit in Betrieb gesetzt wurden.

In Wien war die k. k. Sternwarte als Aufstellungsort vorgesehen. Durch den daselbst herrschenden Personalmangel war es jedoch nicht möglich, den Apparat in unausgesetztem Betriebe zu erhalten, und so kam es, daß derselbe mit der Zeit ganz eingestellt wurde. Im Jahre 1901 wurde dann das Pendel von der kaiserl. Akademie zu Versuchszwecken Herrn Prof. Dr. E. Wiechert in Göttingen leihweise überlassen, so daß in Wien bis Mitte des Jahres 1903 noch keine mikroseismische Station existierte.

Da die kaiserl. Akademie der Wissenschaften nicht nur die mikroseismischen Stationen errichtet, sondern auch eine makroseismische Beobachtungsorganisation geschaffen hatte, wuchs die Arbeitslast, die zur Erhaltung dieses ganzen Dienstes notwendig war, immer mehr an, so daß die Akademie dieselbe nicht mehr weiter bewältigen konnte und wollte. In Anbetracht dieser Umstände beschloß die Akademie, sich an das k. k. Ministerium für Kultus und Unterricht mit dem Ersuchen zu

wenden, es möge der gesamte seismische Dienst der k. k. Zentralanstalt für Meteorologie überwiesen werden. Das k. k. Ministerium für Kultus und Unterricht hat nun diesem Ansuchen stattgegeben und mit dem Erlasse vom 23. Februar 1904, Z. 3381 der Zentralanstalt den gesamten seismischen Dienst für Österreich übertragen, während die kaiserl. Akademie der genannten Anstalt sämtliche von ihr seinerzeit angekauften Apparate geschenkweise überließ. Die Übergabe fand am 1. Jänner 1904 statt.

So war der Zentralanstalt vor allem die Aufgabe gestellt, eine mikroseismische Station einzurichten. Die Direktion der Zentralanstalt hat nun den Verfasser mit dieser Aufgabe betraut. Da die kaiserl. Akademie der Wissenschaften sämtliche Apparate für diese Station in munifizenter Weise beigestellt hat und die letztere nun mit Jänner dieses Jahres ihr erstes Entwicklungsstadium vollendet hat, erlaubt sich der Verfasser den folgenden Bericht über die Aufstellung und Einrichtung des mikroseismischen Observatoriums zu erstatten.

### Geschichte der Wiener Station.

Die Mittel, mit denen die Einrichtung der Station begonnen wurde, waren in jeder Beziehung sehr bescheidene. Schon Mitte 1903 wurde das früher erwähnte dreifache Rebeur-Ehlersche Pendel in Betrieb gesetzt, welches jedoch vielfache Mängel aufwies. Die Aufhängespitzen sowohl sowie namentlich die Lager waren nicht mehr tadellos. Dadurch ließen sich die Pendel in ihrer Schwingungsdauer nicht über 10 Sekunden bringen, wenn man nur halbwegs die Gewähr für eine stabile Nullpunktstage haben wollte. Auch der Registrierapparat genügte keineswegs den heutigen Anforderungen. Die Registriergeschwindigkeit betrug bloß 4 *cm* in der Stunde, so daß die Länge der Minute nicht ganz 0.7 *mm* betrug. Die relativ kleine Schwingungsdauer machte das Fehlen einer Dämpfungsvorrichtung außerdem noch zu einem nicht zu überwindenden Übelstand. Alle diese Momente drückten den Wert dieses Ehlerschen Pendels auf das Niveau eines Seismoskops mit ungenauen Zeitangaben herunter.

Eine erfreuliche Besserung der Sachlage trat ein; als die kaiserl. Akademie der Wissenschaften die Kosten zum Ankauf

eines Vicentini'schen Pendels bewilligte. Dasselbe wurde im Oktober 1903 von Herrn Prof. Dr. Giuseppe Vicentini persönlich in einem Bureauzimmer im ersten Stocke der k. k. Zentralanstalt aufmontiert. Es mag gleich an dieser Stelle gesagt werden, daß sich diese Aufstellung als nicht besonders glücklich erwies. Das erwähnte Zimmer ist an die Westwand des 25 m hohen Turmes der Zentralanstalt angebaut; jeder schwache Wind (der Westwind ist in Wien der häufigste und stärkste), versetzte den Turm und damit den Apparat in Schwankungen, die bereits geeignet waren, nicht allzu starke Bebenogramme zu verdecken. Weststurm ergab Ausschläge von 30 bis 80 mm und zwang den Verfasser oft, den Apparat in einer solchen Sturmperiode, die in Wien im Winter gar nicht selten ist, zu arretieren.

Mit der Verstaatlichung des Erdbebendienstes im Jahre 1904 wurde der Zentralanstalt auch die von der kaiserl. Akademie inaugurierte und von Prof. Dr. Hans Benndorf errichtete Doppelstation in Přebram zur Führung übergeben.

Bei dieser Gelegenheit war es dem Verfasser möglich, unter der Leitung von Herrn Prof. Dr. H. Benndorf sich mit der Behandlung des so schönen, auf Grund einer exakten Theorie konstruierten Wiechert'schen Pendels vertraut zu machen.

Nachdem im März 1905 genügendes Material an Diagrammen aufgelaufen war, die von beiden Pendeln, demjenigen, das »untertags« im Adalbertschachte und demjenigen, das »obertags« auf dem Birkenberge aufgestellt war, geschrieben wurden, erhielt der Verfasser von seiner Direktion den Auftrag, die Doppelstation in Přebram abzurechen und die Apparate nach Wien zu transportieren. Das Abmontieren der Apparate gab mir Gelegenheit, mich ein bißchen über die eigentliche Aufstellung derselben zu orientieren.

Der Verfasser kann es sich nicht versagen, bei dieser Gelegenheit Herrn Hofrat Grögler und Herrn Bergrat Diviš noch nachträglich seinen verbindlichsten Dank für ihr liebenswürdiges Entgegenkommen in der Beistellung von Arbeitskräften, Emballagen etc. zu sagen, durch das ihm einzig und allein die rasche und anstandslose Abmontierung beider Apparate möglich geworden ist.

Im Juni 1905 wurden in einem Keller der Zentralanstalt von der Firma Pittel und Brausewetter ein in die Erde versenkter Pfeiler für einen Wiechert'schen Apparat und zwei Pfeiler für die Aufhängung des Vicentini'schen Pendels aus Beton erbaut. Im August desselben Jahres wurde der Vicentini'sche Apparat vom ersten Stock in den Keller übertragen und das Wiechert'sche Pendel montiert. Die Montierung war keine definitive, da inzwischen Prof. Wiechert bedeutende prinzipielle Verbesserungen an der Dämpfungs- und Schreibvorrichtung ausgedacht hatte und daher gleichzeitig mit der Aufstellung des einen Apparates die Dämpferplatte und die Schreibvorrichtung des anderen Apparates an die mechanische Werkstätte Georg Bartel's in Göttingen zur Umkonstruktion gesendet wurde. Erst Anfang Juli 1906 traf diese neue Schreibvorrichtung ein, die dann sogleich aufmontiert wurde. Seit dieser Zeit funktioniert das Wiechert'sche astatistische Pendel nahezu störungslos.

Während die Details der Adaptierungsarbeiten im Aufstellungsraum und an den Apparaten, die im Laufe der Zeit erfolgten, hier füglich übergangen werden können, muß noch einer Tatsache Erwähnung getan werden.

Im Wiechert'schen astatischen Pendel hatte nun die Zentralanstalt einen völlig einwandfreien Apparat für die Registrierung horizontaler Verrückungen erhalten. Nun mangelte aber noch ein gleicher Apparat für die vertikalen Bewegungen des Bodens, da die Vertikalkomponente des Vicentini'schen Apparates infolge ihrer Konstruktion nicht vollkommen den an sie gestellten Anforderungen entsprechen kann. Auch hier griff wieder die Akademie der Wissenschaften helfend ein, indem sie über Ansuchen der Zentralanstalt in der Sitzung vom 6. Mai 1907 die Kosten zur Anschaffung eines großen Wiechert'schen Vertikal-seismometers aus dem Treitl-Fonds bewilligte.

Im Auftrage seines damaligen Direktors Herrn Hofrat J. M. Pernter reiste der Verfasser im Juli 1907 nach Göttingen, um den Vertikalseismographen bei der Firma Spindler & Hoyer zu bestellen, sich vorher jedoch in persönlicher Aussprache mit Herrn Prof. E. Wiechert darüber zu unterrichten, ob man von diesem Instrumente bei der ungünstigen Aufstellung in Wien, von der weiter unten die Rede sein soll, brauchbare Registrie-

rungen erwarten kann. Nach den Äußerungen von Herrn Prof. Wiechert kam der Verfasser zu der Überzeugung, daß man mindestens in den Nachtstunden, der Zeit stark verminderten Straßenverkehrs, gute Registrierungen erhalten wird und schritt so zur Bestellung des Vertikalseismometers. Es drängt mich, an dieser Stelle Herrn Prof. Wiechert für sein überaus freundliches Entgegenkommen und so manchen wertvollen Rat seinen ergebensten und besten Dank auszusprechen.

Im Oktober des Jahres 1907 wurde in einem zweiten Keller, in welchem früher das Ehlert'sche Pendel aufgestellt war und dessen Betrieb bereits im Jänner 1907 wegen der oben erwähnten Mängel eingestellt wurde, vom Stadtbaumeister Herrn Georg Löwitsch eine Fundamentplatte für das Vertikalseismometer aus Beton hergestellt.

Die Lieferung des Instrumentes verzögerte sich leider bis Ende Dezember; trotz mannigfacher Schwierigkeiten, die sich bei der Montierung ergaben, konnte das Vertikalseismometer dennoch am 13. Jänner 1908 in Betrieb gesetzt werden. Mit dieser Tatsache erscheint die erste Entwicklungsperiode des Wiener seismischen Observatoriums abgeschlossen.

## Beschreibung des Observatoriums.

### Lage.

Die k. k. Zentralanstalt liegt in  $48^{\circ} 15 \cdot 0'$  N. Br. und  $16^{\circ} 21 \cdot 7'$  E. L. von Greenwich. Die Höhenmarke der Anstalt befindet sich  $202 \cdot 5 \text{ m}$  über dem Spiegel des Adriatischen Meeres.

Über die geologische Situation der Zentralanstalt hatte Herr Privatdozent Dr. F. Machaček die Güte, mir folgende Mitteilungen zu machen:

Die Zentralanstalt liegt auf dem nach Süden gerichteten Abhang einer pliocänen Donauterrasse, der sogenannten Arsenalterrasse.

An dem steilen Abhang der Heiligenstädterstraße, der dem einstigen Verlauf des Donausteilufers entspricht, liegen ausgedehnte Tegelgruben der sarmatischen Stufe; der dunkelgraue

bis blaugraue fette Tegel ist hier mehrere Meter aufgeschlossen und stark verrutscht; er ist über eine etwa 5 *m* mächtige Schicht von rotgelbem, scharfem Quarzsand geschoben, der bisweilen zu dicken Platten verhärtet ist. Diese Sandschichten sind in den Tegel eingelagert; über ihm folgen wenig mächtige Sande mit groben Flyschgeröllen und dann eine 1 bis 2 *m* starke Schicht von Quarzgeröllen, die gleichfalls verrutscht sind. Darüber folgt ein fetter, zum Teil sandiger Lehm, der Mächtigkeiten bis zu 7 *m* erreicht (Pseudolöß) und endlich die oberflächlichste Bedeckung in der ganzen Gegend bildend, der typische ungeschichtete Löß. Diese Lagerungsverhältnisse beziehen sich auf die Aufschlüsse in der Barawitzkagasse, die am Fuße der Terrasse verläuft, auf der die Anstalt steht. Etwas andere Verhältnisse trifft man in den Aufschlüssen nördlich der Anstalt; stets aber bildet die unteren Lagen der bis zu 8 *m* mächtige Tegel, über diesem lagern Sande und Kiese, während die oberflächliche Bedeckung allorts der Löß bildet, der z. B. bei Nußdorf bis zu 4 *m* mächtig, jedoch lokal stark variabel ist.<sup>1</sup>

Die in Wien auftretenden Nahbeben sind offenbar Nachwirkungen jener in der Zeit zwischen der ersten und zweiten Mediterranstufe (also vor Ablegung aller der oben genannten Ablagerungen) vor sich gegangenen Absenkung des Ostendes der nördlichsten Alpenketten. Dieser Abbruch erfolgte längs der sogenannten Thermenlinie, die bei Grinzing beginnt und in südsüdwestlicher Richtung über Meidling, Brunn am Gebirge, Mödling, Baden bis Gloggnitz reicht und an welcher ein Teil der Flyschzone und die Kalkzone zur Tiefe abgesunken ist.

Eine ähnliche Abbruchlinie folgt auch dem Innenrande des Leithagebirges, zwischen welchen beiden Gebirgen das inneralpine Wiener Becken eingebrochen ist.

---

<sup>1</sup> Herr Professor Dr. Viktor Uhlig hatte die besondere Güte zur vorstehenden Beschreibung noch die folgende Bemerkung hinzuzufügen: »Unter den beschriebenen Diluvialbildungen und sarmatischen Tegeln liegen Tertiärschichten von ebenfalls vorwiegend lockerer Beschaffenheit und einer zwar noch nicht näher bekannten aber jedenfalls ziemlich beträchtlichen Mächtigkeit. Die Unterlage dieser mächtigen tertiären Auflagerung bilden gefaltete Wiener Sandsteine (Flysch) von fester Beschaffenheit.«

### Aufstellung der Instrumente.

Die Apparate sind in zwei Kellern der Zentralanstalt untergebracht, deren Lage im Hause, sowie gegen die Straße aus Fig. 1 ersichtlich ist. Die strichlierten Linien bedeuten die Lage des bereits erwähnten Turmes der Zentralanstalt, dessen eine Hauptwand die beiden in Frage kommenden Keller trennt.

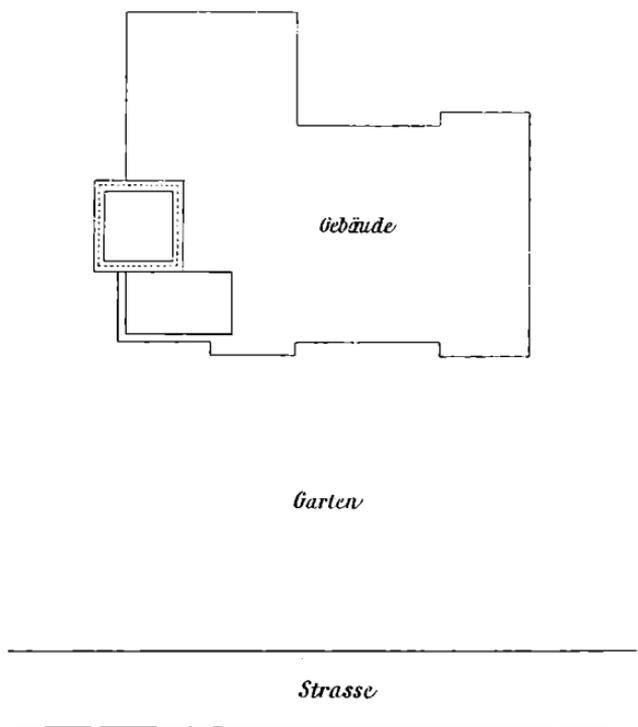


Fig. 1.

Der Fußboden des Kellers liegt  $4.7\text{ m}$  unter der Höhenmarke und  $2.8\text{ m}$  unter dem Straßenniveau, so daß der Boden des Kellers die Seehöhe von  $199.7\text{ m}$  hat.

Die Situation der Pfeiler in den beiden Kellern ist aus der Skizze (Fig. 2) zu ersehen. Die Pfeiler sind sämtlich aus bestem massiven Beton erbaut. Der Pfeiler (I) für das astatische Pendel ist  $150\text{ cm}$  tief in den Boden versenkt und schneidet mit demselben in einer Ebene ab. Er steht auf dem festen Lehm-boden auf und ist mit einem zirka  $30\text{ cm}$  breiten Luftschacht

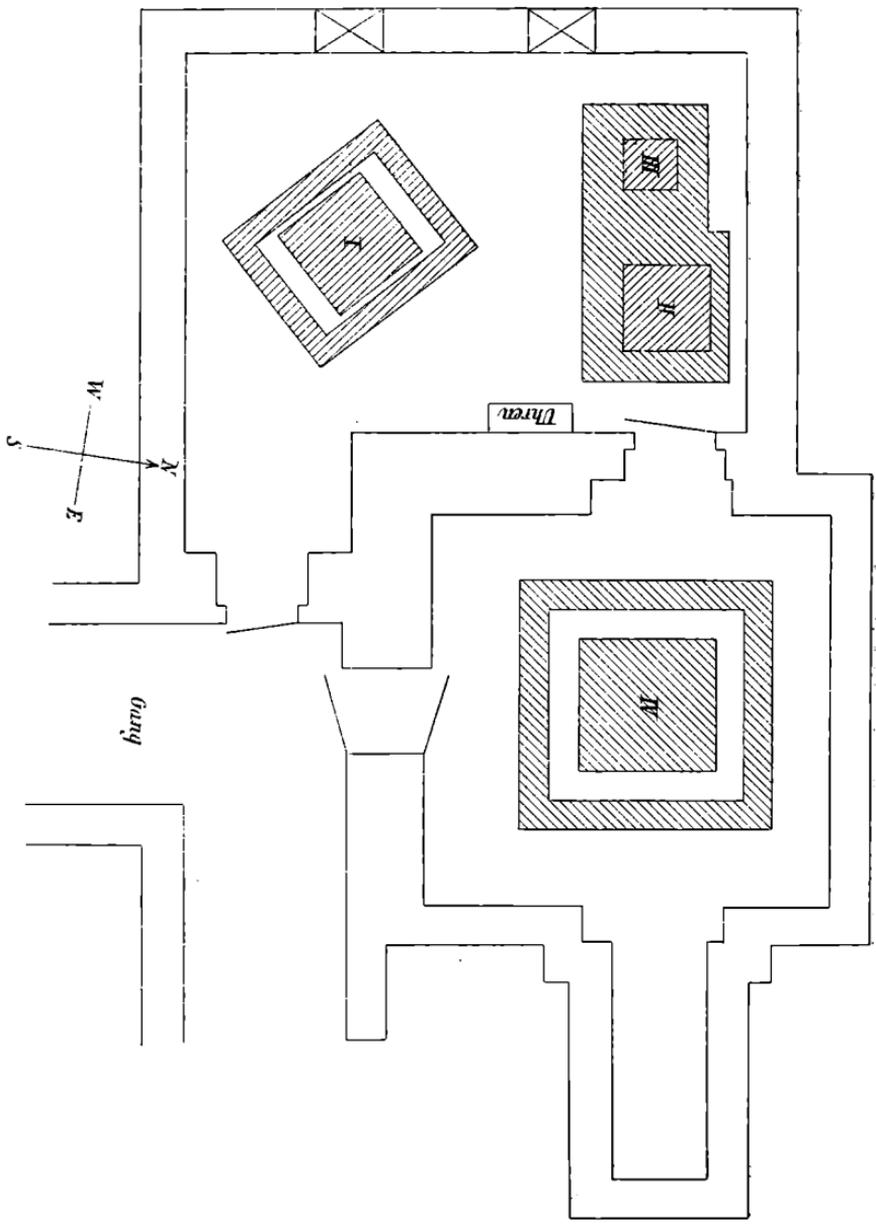


Fig. 2.

umgeben. Zur Sicherung der Gebäudewände mußte der Luftschacht noch mit einer 30 cm dicken Betonmauer ausgefüllt werden. Dieselbe ist mit dem Pfeiler nur durch Lehm verbunden. Die Diagonalen des quadratischen Pfeilers sind nach Nord—Süd und Ost—West orientiert, so daß auch die beiden Kom-

ponenten des Instruments diese Richtungen haben. Die Genauigkeit der Orientierung dürfte  $\pm 1^\circ$  betragen. Der Pfeiler hat, wie erwähnt, einen quadratischen Querschnitt von  $1 \cdot 20 \text{ m}$  Seitenlänge und eine Tiefe von  $1 \cdot 50 \text{ m}$ .

Für das Vicentini'sche Pendel wurden zwei Pfeiler erbaut, der eine (II) für die Aufhängung des Pendels für die Horizontalkomponenten, der andere (III) für die Anbringung der Vertikalkomponente. Beide Pfeiler haben einen quadratischen Grundriß. Die Seitenlänge des Pfeilers für die Horizontalkomponenten beträgt  $1 \cdot 0 \text{ m}$ , diejenige des zweiten Pfeilers  $0 \cdot 6 \text{ m}$ . Ersterer hat eine Höhe von  $3 \cdot 3 \text{ m}$ , letzterer ist  $1 \cdot 7 \text{ m}$  hoch. Die beiden Pfeiler stehen auf einer gemeinsamen Grundplatte aus Beton von  $30 \text{ cm}$  Dicke, die das Ziegelpflaster des Kellerbodens an keiner Stelle berührt. Die Grundplatte für den Vertikalapparat ist dem Pfeiler des anderen Wiechert'schen Pendels ähnlich gebaut. Ihre Dicke beträgt  $50 \text{ cm}$ , ihre Länge  $175 \text{ cm}$ , ihre Breite  $172 \text{ cm}$ . Die Breite des Luftschachtes mißt 25 bis  $30 \text{ cm}$ , die Dicke der Betonumfassungsmauer  $30 \text{ cm}$ .

Das Wiechert'sche Pendel ist, wie bereits erwähnt, auf dem Pfeiler I aufgestellt. Eine Beschreibung dieses Apparates erscheint unnötig, nachdem derselbe von Prof. E. Wiechert seinerzeit ausführlich beschrieben worden ist.<sup>1</sup> Die Dämpfungs- und Schreibvorrichtung des Wiener Apparates ist gegen die zitierte Beschreibung etwas geändert. Diese Abänderungen sind aus einer Abbildung in der »Festschrift der Göttinger Universität 1906« zu ersehen.<sup>2</sup> Die Dämpferkolben sind nach rückwärts auf das Gestell versetzt und die Schubstangen entsprechend verlängert. Sehr wesentlich ist die leichte Regulierbarkeit der Dämpfung. Die gesamte Registriervorrichtung, sowie die Zeitmarkierung sind an dem Gerüst befestigt, das die Dämpferplatte trägt, so daß der Apparat vom Kasten vollkommen getrennt ist. Letzterer (aus Lärchenholz von Bartels in Göttingen geliefert) steht nicht auf dem Apparatpfeiler, sondern

---

<sup>1</sup> E. Wiechert. Ein astatisches Pendel hoher Empfindlichkeit zur mechanischen Registrierung von Erdbeben. Gerland, Beiträge zur Geophysik, Bd. VI, p. 435 (1903) und Phys. Zeitschr. 4. Jahrg. (1903), p. 821.

<sup>2</sup> Festschrift der Göttinger Universität »Die physikalischen Institute der Universität Göttingen«, p. 165 (Teubner 1906).

ist auf einem Rahmen befestigt, der durch Schraubenbolzen und Muttern auf der Betonumfassungsmauer des Luftschachtes fixiert ist. Der schmale Spalt zwischen Rahmen und Pfeiler ist durch dünne Kautschukhäute abgedeckt, um das Empordringen der feuchten Luft aus dem Schachte zu verhindern. Diese Vorsichtsmaßregel hat sich als sehr notwendig, aber auch als vollkommen zweckdienlich erwiesen. An den Kastenwänden befindet sich eine Anzahl von Eisenträgern, die die Aufstellung von mit Chlorcalcium gefüllten Zinkblechtassen ermöglichen. Auch diese Einrichtung hat sich als zweckmäßig erwiesen, da die Registrierungen durch das Aufstellen der Tassen auf das Gerüst des Apparates starke Störungen erlitten.

In einer Höhe von 3 m sind in den Pfeiler II zwei starke Winkeleisen einbetoniert, die zirka 30 cm weit vorstehen und an ihren Enden mit Schlitz versehen sind. Über diesen liegt eine zirka 2 cm dicke rechteckige Eisenplatte, die über jedem Schlitz je ein Loch und ein Loch in der Mitte hat. Durch die seitlichen Löcher werden Eisenbolzen mit Muttern gesteckt, die durch die Schlitz der Winkeleisen hindurch gehend eine justierbare Fixierung der Eisenplatte auf den Winkeleisen gestatten. Das mittlere Loch ist für die Aufnahme des Trag- und Justierkopfes des Vicentini'schen Pendels<sup>1</sup> bestimmt. Diese von den gewöhnlichen etwas abweichende Aufhängevorrichtung hat sich bei der Justierung des Instrumentes sehr gut bewährt. Die Schildplatte des Instrumentes und die Träger des Tisches für die Registriertrommel wurden nach Fertigstellung des Pfeilers in denselben einzementiert. Der Pfeiler III trägt den Bock für die Einspannung der Feder der Vertikalkomponente. Der ganze Apparat ist in einen Glaskasten eingeschlossen, dessen Gerüste aus schwachen, schmalen Winkeleisen konstruiert ist.

Diese Art von Apparatkästen<sup>2</sup> hat sich für die Aufstellung in einem feuchten Kellerraum als sehr zweckentsprechend erwiesen. Ganz abgesehen von dem sehr gefälligen Äußeren haben sie den Vorteil, daß sie, wenn man die Winkeleisen

<sup>1</sup> Eine Beschreibung dieses Apparates kann ebenfalls unterbleiben, da solche schon oft gegeben worden ist.

<sup>2</sup> Dieselben wurden von der Bauschlosserei F. Hainoczi in Wien, 19/1, nach den Angaben des Verfassers in verständnisvollster Weise ausgeführt.

ordentlich übergreifen läßt, sehr gut schließen und sich daher mit Chlorcalcium vortrefflich austrocknen lassen. Die Anbringung von Teiltüren läßt sich leicht bewerkstelligen ohne größere Materialstärken zu nehmen. Ein nicht unwesentlicher Vorteil dieser Kästen besteht auch darin, daß man sie binnen wenigen Minuten soweit demontieren kann, daß nur mehr die vier dünnen Eckstützen stehen bleiben, die für keine am Apparat vorzunehmende Justierung irgendwelches Hindernis bieten können. Durch die geringe Materialstärke die man bei dem eisernen Gerüst zu nehmen braucht, wird schließlich kein Teil des Apparates durch dasselbe verdeckt. Der Vorteil eines Eisengerüsts gegen ein Holzgerüst, in feuchten Räumen sich nicht zu werfen, braucht wohl nicht erst erwähnt zu werden. Außer dem Vicentini'schen Apparat sind die Uhren, das Telegraphenrelais und das Vertikalseismometer in solche Kästen eingeschlossen. Auch zur Aufbewahrung berufter, noch nicht fixierter Streifen dient ein derartiger Kasten.

Im kleinen Keller ist, wie bereits erwähnt, das große Vertikalseismometer von Wiechert untergebracht.

Das Wichert'sche Vertikalseismometer<sup>1</sup> (siehe Skizze Fig. 3, gezeichnet von Herrn Dr. Rudolf Schneider) besteht aus einer Masse von zirka 1300 *kg*, die an acht Spiralfedern (*F*) von 14 *mm* Stahldraht hängen (siehe Fig. 3, die im Schnitt natürlich nur zwei solche Federn zeigt). Aus Sicherheitsgründen sind die Tragfedern zu je vier symmetrisch angeordnet in zwei Kästen (*K*) eingeschlossen, die die Dimensionen  $0.25 \times 1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$  haben.

Als stationäre Masse dient ein aus Winkeleisen und Eisenblechplatten konstruierter Kasten, der mit Schwerspat gefüllt ist. In der Mitte ist dieser Kasten von einem starken Rohr (*R*) durchsetzt, welches das Eindringen von Steinen hindern soll. In das Rohr *R* ist das Rohr *r* eingesetzt, das an seinem unteren Ende einen durchlochten Messingstöpsel *s* trägt, der sich unterhalb des Rohres *r* verjüngt. An dieser Verjüngung ist eine seitliche Klemmschraube angebracht, die eine runde Stahlfeder, die durch den Stöpsel reicht, fixiert. Die Biegungsstelle

---

<sup>1</sup> Siehe die früher zitierte Festschrift, p. 176, woselbst sich eine sehr kurze Beschreibung des Instrumentes von Professor Wiechert vorfindet.

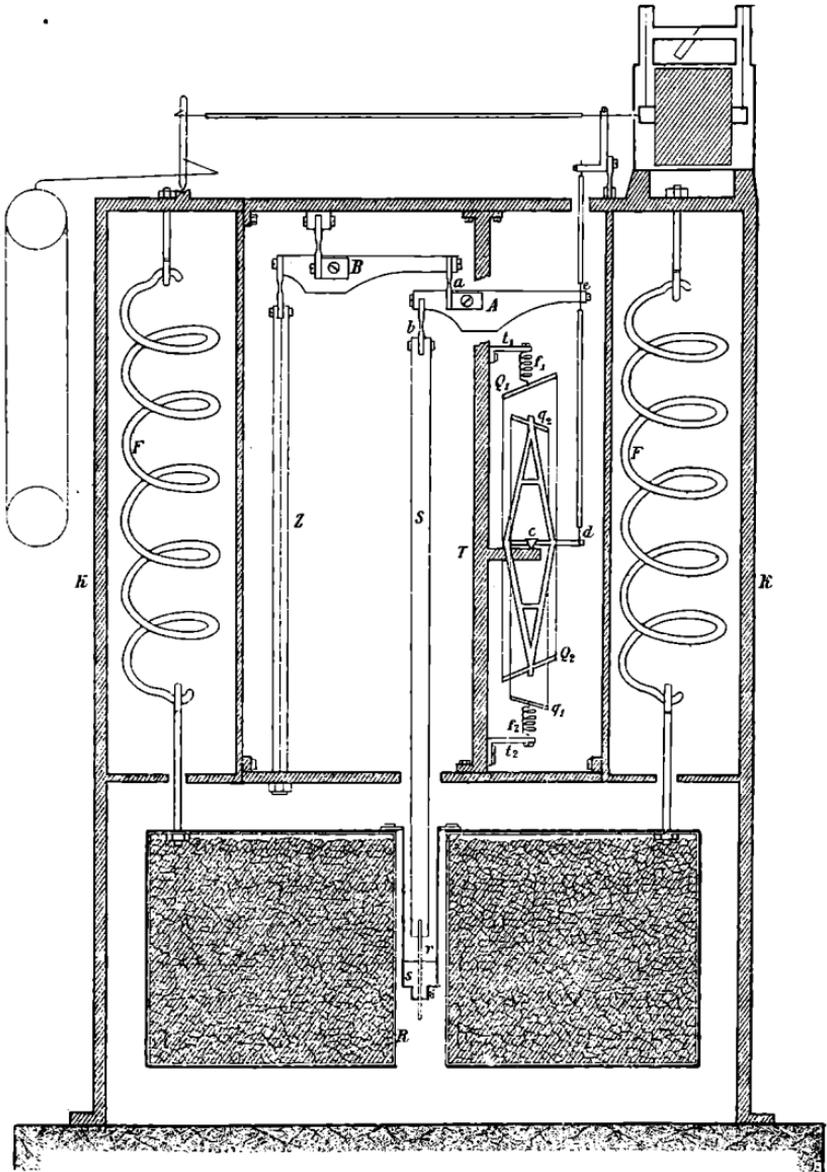


Fig. 3.

der Feder muß in den Schwerpunkt der ganzen Masse zu liegen kommen. Die Stahlfeder ist fix mit der Stoßstange *S* verbunden, die die Bewegungen der stationären Masse auf das Hebelsystem überträgt. Die Stoßstange ist durch die Lamellenfeder *b* mit dem Stück *A* verbunden, das seinen Drehpunkt bei

der Lamellenfeder  $a$  hat. Diesen Drehpunkt wollen wir vorläufig als fix ansehen.

Die runde Stahlfeder  $c$  ist am anderen Ende des Stückes  $A$  geklemmt und überträgt die Bewegungen der Pendelmasse in bereits zirka vierfacher Vergrößerung auf die aus der Zeichnung leicht verständliche Dämpfungs- und Schreibvorrichtung, die ganz analog wie beim astatischen Pendel konstruiert ist. Eine Mikrometerschraube statt Handeinstellung bei der zweiten Vergrößerung (bei der Schreibvorrichtung), die auf Wunsch des Verfassers von der Firma Spindler & Hoyer angebracht wurde, leistet ausgezeichnete Dienste und wäre auch für das Wiechert'sche astatische Pendel wärmstens zu empfehlen. In dieser Form justiert, würde der Apparat eine Schwingungsdauer von nicht ganz einer Sekunde haben, was für die Wiedergabe langsamerer Bodenbewegungen selbstverständlich recht ungünstig wäre. Um diesem Übelstande auszuweichen, ist das untere Ende der Rundfeder  $c$  fix mit einer kleinen Schubstange verbunden, die dann wieder in die Blattfeder  $d$  übergeht. Letztere ist an dem senkrecht gestellten Wagarm durch Schrauben fixiert, der seinen Drehpunkt bei der Schneide  $C$  hat, die in Wirklichkeit, um Reibung und Abnutzung zu vermeiden, durch Lamellenfedern ersetzt ist. Der Drehpunkt des Waggarmes ist an der Gerüsttraverse  $T$  fixiert. Die Traverse  $T$  trägt den Träger  $t_1$ , dieser wiederum eine Spiralfeder  $f_1$ , die in der Mitte des Querstückes  $Q_1$  angreift. Von den beiden Enden von  $Q_1$  gehen zwei Klaviersaitendrähte ( $0.2\text{ mm}$  stark) zu dem parallelen Querstück  $Q_2$  herunter, das auf dem unteren Ende des Waggarmes federnd aufsitzt. Am Träger  $t_2$  ist eine ganz analoge Vorrichtung angebracht, die zum oberen Ende des Waggarmes führt. Die Querstücke  $q$  sind natürlich gegen die Querstücke  $Q$  windschief verdreht, um eine Kollision der Drähte zu verhindern. Es ist dies im Schema perspektivisch angedeutet.

Wir haben es hier also mit einem vollkommen labilen System zu tun, das mit der äußerst stabilen stationären Masse verbunden ist. Der Effekt dieser »Astasierungsvorrichtung« muß eine Erhöhung der Schwingungsdauer des ganzen Systems gegen das einfache System sein. Die Schwingungsdauer des ganzen Systems wird nun selbstredend von der Spannung der

Astasierungsfedern  $f$  abhängen. Zur Regulierung derselben ist je ein Schlitten mit Mikrometerschraube vorgesehen, der der Übersichtlichkeit halber in dem Schema weggelassen ist. In diesen Astasierungsfedern liegt nun die einzige noch nicht vollendete Seite des Apparates. Während die von Krupp in Essen gelieferten großen Tragfedern nach einigen Tagen eine fixe Ruhelage annahmen, ist dies bei den Astasierungsfedern nicht der Fall. Dieselben »setzen« sich mit der Zeit, was ein langsames stetiges Heruntergehen der Schwingungszeit des ganzen Systems zur Folge hat. Wir haben es hier absolut mit keinem prinzipiellen Fehler zu tun, sondern nur mit einem solchen, der durch rationeller gekühlte Federn behoben werden kann. Soweit der Apparat bis jetzt beschrieben wurde, hätte er noch eine eminent große Temperaturempfindlichkeit, die Wiechert mit zirka 70 *cm* Ausschlag pro Celsiusgrad angibt. Um dieser zu steuern, ist der Drehpunkt bei der Feder  $a$  nicht wirklich fix, sondern am rechten Ende des Stückes  $B$  angebracht; dieses ist an einem Federngelenk drehbar, das am Gerüst fixiert ist. Das linke Ende des Stückes  $B$  trägt ebenfalls eine Lamellenfeder, die ihrerseits an den Zinklamellen  $Z$  aufsitzt. An ihrer Unterseite sind die Zinklamellen am Eisengerüst befestigt.

Die Wirkungsweise dieser Temperaturkompensation kann man in der Skizze leicht verfolgen.

In dem Gang vor den Kellern sind die Berußungs- und Fixierungsvorrichtungen für die Seismometerstreifen, sowie der bereits erwähnte Kasten zur Aufbewahrung berußter, noch nicht fixierter Streifen untergebracht.

Die Berußung geschieht etwas abweichend von den meisten anderen seismischen Observatorien mit Leuchtgas. Es hat den Anschein, daß diese Berußungsmethode eine recht zweckmäßige ist. Wenn man dem Streifen einen dunkelkaffeebraunen Ton gibt, ist der Leuchtgasruß ungemein leicht durchschneidbar, so daß eine sehr kleine Reibungsbreite (zirka 0·2 *mm*) erreichbar ist. Auch noch einen anderen nicht zu unterschätzenden Vorteil erreicht man mit der Leuchtgasberußung, nämlich den, daß der Leuchtgasruß optisch sehr gut deckt und man daher sehr kontrastreiche photographische Kopien erhält.

Bei der Aufstellung aller dieser Apparate hat der Mechaniker der k. k. Zentralanstalt Herr Philipp Sündermann dem Verfasser treu zur Seite gestanden und hat ihm durch seine außerordentliche Geschicklichkeit und sein großes Verständnis die besten Dienste geleistet.

### Störungen der Aufzeichnungen nicht seismischer Natur.

a) Die Straße »Hohe Warte« führt in einer Entfernung von zirka 25 *m* von der Vorderfront der Zentralanstalt vorbei. Die Straße wird von der elektrischen Tram, von Luxuswagen und, wenn auch seltener von Schwerfuhrwerk befahren. Sämtliche Verkehrsmittel ergeben Vibrationen am Wiechertschen astatischen Pendel, deren Schwingungszeit so klein ist, daß die Einzelschwingungen auch bei einer Registriergeschwindigkeit von 15 *mm*/min nicht mehr aufgelöst werden. Die effektiven Bodenbewegungen dieser Störungen betragen bis zu 20  $\mu$ . Da dieselben infolge ihrer kleinen Schwingungszeit jedoch mit voller Vergrößerung wiedergegeben werden, ergibt sich bei einer nur 150fachen Vergrößerung eine ausgefranste Verdickung der Registrierlinie bis zu 2 bis 3 *mm*.

Die Störungsfiguren sind meistens länger als eine Minute. Rechnet man nur eine Minute und die Geschwindigkeit des Wagens mit nur 3 *m* in der Sekunde, so kann man daraus erschließen, daß die Wagenstörungen bei der erwähnten Vergrößerung aus einem Umkreis von mindestens 100 *m* in den Registrierungen noch unangenehm fühlbar zum Vorschein kommen. Die vorüberfahrenden Wagen der elektrischen Straßenbahn erzeugen Störungsfiguren, die manchmal noch bedeutend länger werden als die früher angegebenen, die mit Gummireifen versehenen Luxuswagen scheinen die größten Stoßamplituden durch die elastischen Prellungen an den Kanten der Pflastersteine zu erzeugen.

Nach den angegebenen Daten erscheint es leider klar, daß kleinere Nahbeben durch die Störungen manchmal nahezu gänzlich verdeckt werden können, ebenso wie die Einsätze der ersten Vorläuferwellen von Fernbeben. Sehr bemerkenswert, wenn auch nachträglich recht einleuchtend scheint die Tatsache zu sein, daß diese raschen, künstlich hervorgerufenen:

Vibrationen des Bodens vorwiegend horizontale Verrückungen desselben sind. Der Vertikalapparat nämlich, der mit seiner kleineren Schwingungszeit und stärkeren Vergrößerung noch geeigneter wäre für die Aufnahme der raschen Erschütterungen, zeigt dieselbe in wesentlich kleinerem Maßstab. Die Registrierlinie desselben zeigt eine ziemlich konstante Verbreiterung auf 0·1 bis 0·2 *mm*, was einer effektiven Vertikalamplitude des Bodens von zirka 1  $\mu$  entspricht. Es ist das ein sehr erfreulicher Umstand, da durch denselben gerade jene Phasen der Beben, die bei den Horizontalkomponenten in den Störungen verloren gehen, am Vertikalinstrument mit großer Genauigkeit auffindbar sind.

Man kann also sagen, daß ein solcher Apparat für die Vertikalkomponente, abgesehen von seinem eigenen wissenschaftlichen Werte gerade für eine Station, die aus äußerlichen Gründen eine schlechte Position hat, eine ganz unentbehrliche instrumentelle Ergänzung bildet.

b) Dadurch, daß der Turm der Anstalt, wie bereits erwähnt, gerade über der Instrumentenaufstellung emporragt, treten bei starkem Wind arge Störungen in den Registrierungen auf. Dieselben verdanken ihren Ursprung wohl den Schwankungen des Turmes im Winde, der die ganze, seinen Fundamentmauern naheliegende Erdmasse in Schwingungen versetzt. Dieselben werden als unregelmäßig geformte Wellen von 10 bis 15 Sekunden Schwingungsdauer und einer Amplitude bis zu 30  $\mu$  aufgezeichnet. Auch diese Störungen haben vorzüglich horizontalen Charakter. Nur bei höchst selten auftretenden orkanartigen Stürmen werden die Registrierungen des Vertikalinstrumentes ernstlich gestört. Bei den Horizontalkomponenten leidet die Aufzeichnung der Hauptwellen der Fernbeben durch die Sturmstörungen am meisten.

c) Außer den genannten Störungen finden noch langsame Verrückungen der Nullpunktlage statt.

Während der Verkehr im Hause gegen die übrigen Störungen stark zurücktritt, erzeugte das Herantreten von Personen an den Kasten des Horizontalapparates Ausbiegungen der Registrierlinie, die über 1 *cm* betragen. Ein Besuch von mehreren Personen im Keller machte die Registrierungen auf

Stunden unbrauchbar. Diesem Übelstand konnte durch einen zweiten Boden aus Stiegenblech abgeholfen werden, der mittels 8 *mm* Rundeisendraht an dem Plafond aufgehängt wurde. In die Drähte eingefügte einfache Schraubenstücke mit Muttern erlauben es, dem Boden die richtige Höhenlage über dem Ziegelboden zu geben. Das unangenehme Schaukeln dieses Hängebodens wird dadurch behoben, daß derselbe an den Seitenwänden des Kellers durch Spanndrähte befestigt ist. Die nachträgliche Anbringung der letzteren hat die günstige Wirkung des Hängebodens nicht im geringsten alteriert. Für die Verhältnisse der Wiener Station schien ein eiserner Hängeboden bedeutend zweckmäßiger als ein hölzerner, wie er von Wiechert schon bei der Beschreibung des astatischen Pendels (l. c.) erwähnt wurde.

Während diese Störungsquelle ausgeschaltet werden konnte, bleibt noch eine zur Besprechung über, die wohl auch durch die Lage der Instrumentenkeller unter dem großen Gebäude und namentlich unter dem Turm ihre Begründung findet.

Im Hochsommer tritt nämlich, sobald die Sonne die nach Westen gerichtete Vorderwand des Turmes trifft, eine langsame Neigung des Pendelkörpers nach vorn ein, die bei der einen Komponente die Zwischenräume zwischen den Registrierlinien verkleinert, bei der anderen Komponente vergrößert. Die Verkleinerung ist manchmal so stark, daß sich einige Registrierlinien decken. Die Neigung des Bodens, die einem solchen Verhalten des Pendels entspricht, bleibt dabei nahezu immer unter einer Bodensekunde und ist wahrscheinlich in den Verrückungen der Turmachse zu suchen, die durch die einseitige Bestrahlung des Turmes entsteht. Diese Störung ist insofern nicht so ernster Natur, als immer nur eine Komponente von derselben betroffen werden kann. An eine Einwirkung der direkten Sonnenstrahlung im Keller selbst ist bei dieser Störung nicht zu denken, nachdem der Versuch, den Fenstern einen lichtdichten Verschuß zu geben, an derselben nicht das geringste geändert hat.

Wenn im vorangehenden die Nachteile der Aufstellung der Wiener seismischen Apparate objektiv dargestellt worden sind, so soll damit keineswegs gesagt sein, daß man aus den Wiener

Registrierungen nicht wirklich gute und brauchbare Resultate erhalten kann. Gerade durch die Ausstattung mit dem Vertikalinstrument sind die ersten, für die Bestimmung der Laufzeiten so ungemein wichtigen Einsätze gut und scharf; die Registrierungen in den Nachtstunden können meistens als tadellos bezeichnet werden. Fig. 4 gibt ein Beispiel für sämtliche erwähnten Störungen in den Horizontal- und Vertikalkomponenten sowie ein in den Nachtstunden registriertes Nahbeben.

---

Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse in den Instrumentenräumen. Die Feuchtigkeit beträgt in beiden Kellerräumen zirka 95% und bleibt Sommer und Winter ziemlich konstant. Dem Funktionieren der Apparate schadet diese hohe Feuchtigkeit nicht, da die erwähnten Instrumentenkasten ununterbrochen durch technisches Chlorcalcium ausgetrocknet werden.<sup>1</sup> Direkt nach der Erneuerung sinkt die Feuchtigkeit innerhalb der Kasten unter 50%; steigt sie über 75%, so wird das Chlorcalcium ausgewechselt; es ist dies gewöhnlich in einem Zeitraum von 3 bis 4 Wochen. Je höher die Chlorcalciumtassen in den Kasten angebracht sind, desto rascher und besser geht die Austrocknung vor sich, da dadurch ein natürlicher gelinder Zirkulationsprozeß im Kasten entsteht.

Zur Feststellung der Temperaturverhältnisse wurde absichtlich an der ungünstigsten Stelle der beiden Kellerräume, nämlich an der Fensterwand des großen Kellers, durch mehr als ein Jahr ein Richard'scher Thermograph registrieren gelassen. Die Aufzeichnungen zeigen, daß der tägliche Gang der Temperatur in den Kellern nahezu ausgeschaltet ist. Bemerkbar wird er überhaupt nur an den heißesten Sommertagen und beträgt dann zirka 0·6° C. Das Aufmachen der Eingangstür des großen Kellers erzeugt eine kurze Temperaturwelle von zirka 1° C. Ein schädlicher Einfluß derselben auf die Registrierungen konnte nicht festgestellt werden. Die jährliche Temperaturamplitude beträgt 13·5° C. wie aus der beigegebenen Tabelle zu ersehen ist. Dieselbe bleibt ohne jeden Einfluß auf die Registrierungen.

---

<sup>1</sup> Die Austrocknung sämtlicher Kasten beansprucht im Jahre zirka 40 K Chlorcalcium.

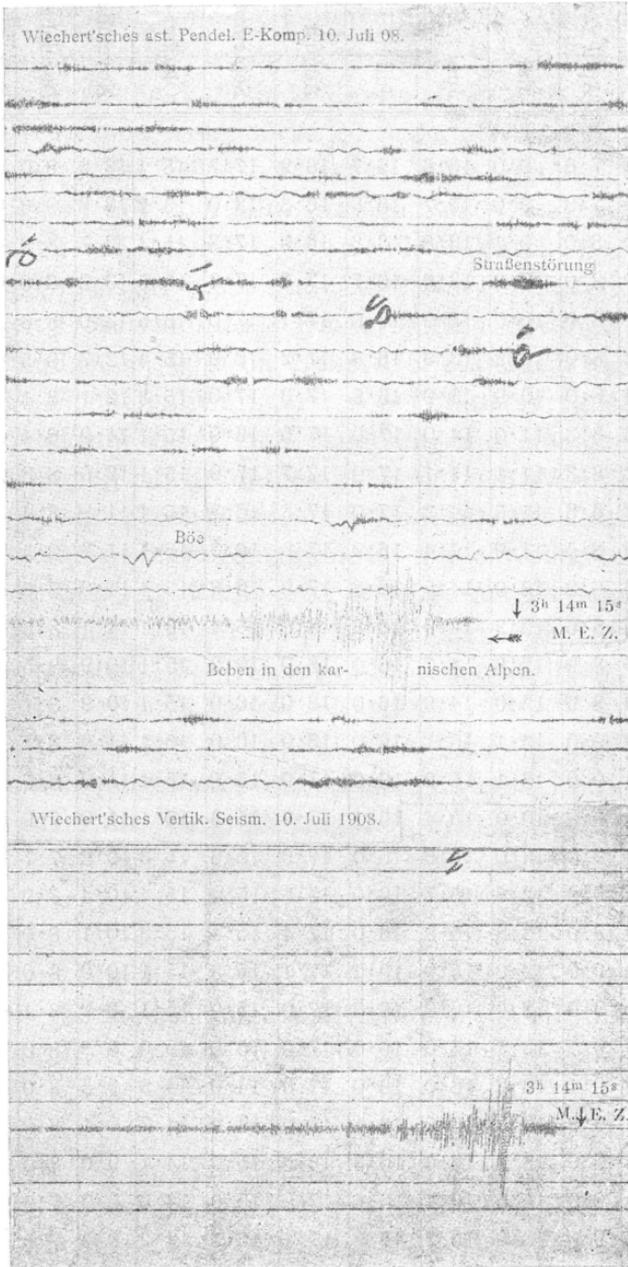


Fig. 4.

## Jährlicher Gang der Temperatur in den Instrumentenkellern.

	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Jänner	Februar
1.	5·9	7·6	9·0	13·6	16·7	16·9	17·7	15·1	13·9	9·0	7·7	5·5
2.	6·1	7·8	9·0	13·7	16·8	16·8	18·0	15·2	13·8	9·0	7·4	5·7
3.	6·0	8·0	9·1	13·8	16·6	16·9	17·8	15·4	13·7	8·9	7·0	5·4
4.	6·0	8·0	9·6	13·9	16·7	17·0	17·3	15·5	13·3	8·6	6·7	5·3
5.	6·1	8·0	10·0	13·9	17·0	17·1	17·0	15·5	13·0	8·6	6·3	5·2
6.	6·2	8·0	10·2	13·9	16·8	17·2	16·9	15·4	12·7	8·5	6·1	5·0
7.	6·4	8·0	10·9	13·9	16·9	17·3	17·0	15·3	12·1	8·1	6·0	4·5
8.	6·6	8·3	11·0	14·0	17·0	17·5	16·9	15·1	11·9	8·4	6·0	4·8
9.	6·2	8·3	11·1	14·1	17·0	17·7	17·0	15·1	12·0	8·3	6·0	5·0
10.	6·2	8·6	11·5	14·2	17·0	17·8	16·8	15·1	11·9	8·4	5·9	5·7
11.	5·9	8·5	11·9	14·4	16·9	17·9	16·7	15·1	11·8	8·5	5·5	5·5
12.	5·3	8·3	12·0	14·5	16·8	17·9	16·8	15·1	11·3	8·5	5·2	5·0
13.	5·7	8·6	12·2	14·6	16·3	18·0	16·4	15·1	11·1	8·5	5·2	5·1
14.	5·8	8·9	12·8	14·7	16·0	18·0	16·2	15·1	10·9	8·5	5·1	5·2
15.	5·9	8·9	13·0	14·9	16·0	18·0	16·0	15·1	10·9	8·1	5·0	5·5
16.	6·0	9·0	13·1	15·1	16·0	18·0	16·0	15·1	11·0	8·1	5·0	5·7
17.	6·4	9·0	13·1	15·2	16·0	17·9	15·9	15·1	11·0	8·0	5·0	5·7
18.	6·9	9·0	13·0	15·4	16·1	17·9	15·5	15·1	11·0	7·9	5·0	5·8
19.	7·0	9·0	13·0	15·6	16·0	17·9	15·6	15·3	10·9	7·7	5·0	5·8
20.	7·0	9·0	12·6	15·7	16·0	17·8	15·4	15·4	10·4	7·9	5·0	5·8
21.	7·0	8·9	12·8	15·8	16·0	17·4	15·4	15·3	10·1	8·0	5·0	5·9
22.	7·0	9·0	12·9	15·9	16·1	17·1	15·3	15·1	10·0	8·0	5·0	6·0
23.	6·9	9·0	13·0	16·0	16·0	17·0	15·0	15·1	9·9	8·1	5·0	6·1
24.	6·9	9·1	13·1	16·0	16·0	17·0	15·0	15·0	9·8	8·0	5·0	6·1
25.	6·9	9·1	13·2	16·0	16·0	17·0	14·9	14·8	9·5	8·0	5·0	6·0
26.	6·9	9·2	13·3	16·0	16·1	16·9	14·9	14·7	9·1	8·0	5·0	6·1
27.	7·0	9·0	13·4	16·0	16·3	16·9	15·0	14·7	9·0	8·0	5·0	6·1
28.	7·0	9·0	13·5	16·1	16·4	17·0	15·0	14·6	9·0	7·9	5·2	6·1
29.	7·2	9·0	13·6	16·2	16·8	17·1	15·1	14·2	9·0	7·9	5·2	6·0
30.	7·6	9·0	13·5	16·4	16·8	17·2	15·1	14·0	9·0	7·9	5·5	
31.	7·5		13·6		16·8	17·4		13·9		7·8	5·5	

**Zeit.** In dem großen Keller ist, wie aus der Skizze ersichtlich, an der den Fenstern gegenüber liegenden Wand ein Eisenglaskasten zur Aufnahme der Uhren aufgestellt. Als Kontaktuhr für alle drei Apparate wird eine Normaluhr von J. Neher Söhne in München verwendet, die jede Minute einen 2 bis 3 Sekunden langen, jede Stunde einen zirka 20 Sekunden langen Kontakt gibt. Der Gang der Uhr ist ein sehr befriedigender und wird die Uhr täglich mit dem Mittagszeichen der Universitätssternwarte verglichen. Letzteres, wohl nur für praktische Bedürfnisse berechnet, entspricht nicht ganz den Notwendigkeiten eines seismischen Observatoriums. Um eventuelle Sprünge im Zeitsignal aufzudecken, wird die Neher-Uhr außerdem täglich mit einer ausgezeichneten Normaluhr von Vorauer verglichen. Als Reservekontaktuhr dient eine Pendeluhr mit Holzpendel von Spindler & Hoyer, mit Kontakteinrichtung nach Wiechert versehen. Von Zeit zu Zeit werden zur Kontrolle des Zeitzeichens noch selbständige Zeitbestimmungen mit einem großen Universale von Starke & Kammerer, welches als Passageninstrument im Meridian verwendet wird, gemacht. Den gesamten Zeitdienst versieht der Universitätsassistent Herr Dr. R. Schneider.

**Konstanten der Apparate.** Beim Vicentini'schen Pendel ist die Schwingungsdauer unveränderlich und beträgt zirka 2·4 Sekunden, die Vergrößerung bei den Horizontalkomponenten ist auf zirka 100, bei der Vertikalkomponente auf zirka 120 eingestellt. Die Registriergeschwindigkeit beträgt 10 *mm*/min.

Bei den Wiechert'schen Apparaten kann man sämtliche Konstanten durch geeignete mechanische Vorrichtungen auf den gewünschten Betrag bringen. Die genaue Kenntnis der Konstanten ermöglicht es, bei gedämpften Apparaten die Periode und Amplitude der aufgezeichneten Bodenbewegungen zu errechnen. Da sich die Konstanten infolge der Änderungen des Elastizitätsmodulus der Federn mit der Temperatur, durch unmerkliche Lockerung der Schrauben infolge von Vibrationen etc. mit der Zeit etwas ändern, werden die beiden Wiechert'schen Apparate zweimal im Monat einer vollständigen Eichung unterzogen.

Für die Errechnung der Konstanten aus den Eichungen hat E. Wiechert<sup>1</sup> in seiner Theorie der automatischen Seismographen einfache Formeln gegeben. Die Schwingungsdauer bei ausgeschalteter Dämpfung  $T_0$  erhält man durch die direkte Beobachtung. Aus dieser errechnet sich die »äquivalente Pendellänge«  $L$  nach der bekannten Formel

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}},$$

daraus

$$L = \frac{g}{\pi^2} \frac{T_0^2}{4};$$

da der Ausdruck  $\frac{g}{\pi^2} = 0.9935$  ist, kann man setzen

$$L = \frac{T_0^2}{4} \text{ Meter}$$

und vernachlässigt dabei nur die kleine Größe  $0.0016 T^2$  Meter.

Um die Vergrößerung des Instrumentes zu bestimmen, bedient sich Wiechert eines indirekten Weges. Bei dem astatischen Pendel wird mittels einer eigens hierzu eingerichteten wageartigen Vorrichtung, auf die ein kleines Gewicht  $p$  aufgelegt wird, ein Druck in der Höhe des Schwerpunktes auf das Pendelgewicht  $P$  ausgeübt. Dieselbe ist so konstruiert, daß in jeder der Komponentenrichtungen die Kraft

$$\frac{p}{2} \cos 45^\circ = 0.35 p$$

ausgeübt wird.

Die Neigung  $i$ , die das Pendel durch diese Kraft erfährt, ist dann:

$$i = \frac{0.35 p}{P}.$$

---

<sup>1</sup> E. Wiechert, Theorie der automatischen Seismographen. Abhandlungen der k. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. Math.-phys. Kl., Neue Folge, Bd. II, Nr. 1. — E. Wiechert, Beiträge zur Geophysik, Ergänzungsband I, Prinzipien für die Beurteilung der Wirksamkeit von Seismographen, p. 264, und Phys. Zeitschrift, I. c.

Ist  $a$  der Ausschlag, den der Schreibstift infolge dieser Neigung vollführt, so ist die Indikatorlänge

$$J = \frac{a}{i} = \frac{a}{0.35} \cdot \frac{P}{p},$$

wobei  $P$  und  $p$  in Grammen, der Ausschlag  $a$  in Zentimetern einzusetzen ist. Die Indikatorlänge  $J$  wird dann auch in Zentimetern resultieren.

Der Ausschlag  $a$  ist natürlich gleich der Indikatorlänge  $J$  (Radius), multipliziert mit dem Neigungswinkel  $i$ . Für eine Neigung  $i = 57^\circ 17.75'$  wäre der Ausschlag gleich dem Radius  $J$ . Da nun  $57^\circ 17.75'$  ungefähr gleich sind  $206.000''$ , erhält man als Maß der Neigungsempfindlichkeit für 1 Winkelsekunde Neigung:

$$E = \frac{J}{206000} \text{ Millimeter,}$$

wobei  $J$  dann auch in Millimeter umzurechnen ist.

Beim Vertikalseismometer, bei dem das Pendelgewicht  $P$  durch Auflegen des Gewichtes  $p$  vermehrt wird, ergibt sich analog

$$J = a \frac{P}{p}.$$

Die Vergrößerung  $V$  ist, wie man aus den geometrischen Verhältnissen leicht einsieht,

$$V = \frac{J}{L},$$

welche Formel natürlich sowohl für den Horizontal- wie Vertikalseismographen gilt.

Es bleiben noch zwei Konstanten zur Ermittlung übrig, die Reibungsbreite  $r$  und das Dämpfungsverhältnis  $\epsilon : 1$ . Es ist

$$r = \frac{1}{4n} (l_0 - l_n) \text{ Millimeter.}$$

Dabei bedeutet  $l_0$  eine Amplitude gegen das Ende der Schwingungsfigur, die bei ausgeschalteter Dämpfung aufgezeichnet wurde,  $l_n$  ist die letzte, noch gut ausmeßbare

Amplitude,  $n$  die Zahl der Hin- und Hergänge. Die Ausschläge sind in Millimetern zu messen.

Das Dämpfungsverhältnis ist schließlich gegeben durch die Formel:

$$\varepsilon : 1 = (l_0 - 2r) : (l_1 + 2r),$$

wobei  $l_0$  und  $l_1$  die analoge Bedeutung wie früher bei ausgeschalteter Dämpfung haben.

Durch die Angabe der Größen  $T_0$ ,  $V$ ,  $r$ ,  $\varepsilon : 1$  ist die Wirkungsweise eines Seismographen vollkommen charakterisiert.

Bei den lokalen Störungsverhältnissen schien es angemessen, bei den Horizontalkomponenten eine mäßige Vergrößerung von zirka  $V=150$ , eine nicht allzu hohe Schwingungsdauer  $T_0=10$  bis 11 Sekunden zu wählen und zu erhalten. Gemäß der Wiechert'schen Theorie wird das Dämpfungsverhältnis  $\varepsilon : 1$  zwischen 4 und 6 erhalten. Die Reibungsbreite ist bei beiden Komponenten eine sehr geringe und beträgt zwischen 0·2 und 0·4 *mm*. Der häufigste bei den einzelnen Eichungen gefundene Wert beträgt 0·2 *mm*, die Registriergeschwindigkeit zirka 13 *mm/min*.

Beim Vertikalseismographen ist die Schwingungsdauer infolge des bereits erwähnten mißlichen Verhaltens der Astasierungsfedern mit der Zeit auf 3·0 Sekunden heruntergegangen. Auf diesem Werte hält sie sich aber nun seit zirka 2 $\frac{1}{2}$  Monaten. Die Vergrößerung wurde für diesen Apparat etwas höher, zirka 180 bis 200 gehalten, um größere Amplituden bei den Einsätzen zu erhalten. Die Reibungsbreite ergibt sich zwischen 0·1 und 0·2, die Dämpfung beträgt 4 bis 5, die Registriergeschwindigkeit 10 *mm/min*.

Ausmessung der Diagramme. Die von den Apparaten geschriebenen Diagramme werden bis auf ganz vereinzelte Fälle objektiv, ohne Zuhilfenahme der in letzter Zeit korrigierten Laska'schen Formel, ausgemessen. Bei der Bestimmung der einzelnen Phasenzeiten gilt selbstverständlich als unumstößliches Prinzip absolute Aufrichtigkeit. Nur wirklich ganz scharfe Einsätze werden nach Sekunden angegeben, minder scharf ausgeprägte Phasen werden je nach Möglichkeit auf Dezimalteile von Minuten, auf ganze Minuten und auf Bruchteile von Stunden angegeben.

Nichts scheint dem Verfasser für die Brauchbarkeit seismischer Ausmessungen schädlicher zu sein als eine scheinbare Genauigkeit, die mehr ein rechnerisches als Beobachtungsergebnis ist. Es möge hier auch noch auf die Tafel verwiesen werden, die Mainka in seinem Vortrag auf der ersten Generalversammlung der internationalen seismologischen Assoziation im Haag gibt (p. 204), die eine Tabelle der Sekundenlängen für verschiedene Registriergeschwindigkeiten enthält. Wenn man annimmt, daß man mit gutem Maßstab und Lupe  $0.2 \text{ mm}$  noch mit Sicherheit schätzen kann, so ersieht man, daß es überhaupt erst bei einer Registriergeschwindigkeit von mindestens  $10 \text{ mm/min}$  und einem guten Laufwerk möglich ist, auf Sekunden auszumessen. Nach demselben Prinzip kann man z. B. bei einer Geschwindigkeit von  $40 \text{ mm}$  in der Stunde höchstens eine Genauigkeit von  $\frac{1}{4}$  Minute erreichen. Die Bestimmung der effektiven Bodenbewegung ist der Wiechertschen Theorie zufolge nicht direkt aus der Amplitude und der Vergrößerung des Apparates möglich. Die Vergrößerung  $\mathfrak{B}$  der Bodenbewegung im Diagramm ist vielmehr eine Funktion der Periode derselben.

Wiechert gibt für diese Beziehung folgende Gleichung:

$$\mathfrak{B} = \frac{V}{\sqrt{\left(1 - \frac{\mathfrak{T}^2}{T_0^2}\right)^2 + 4\left(\frac{T_0}{2\pi\tau}\right)^2\left(\frac{\mathfrak{T}}{T_0}\right)^2}},$$

wobei  $\mathfrak{T}$  die aus dem Diagramm abgelesene Periode der Bodenbewegung,  $V$  die Vergrößerung schneller Verrückungen und  $T_0$  die Schwingungszeit des Pendels bei ausgeschalteter Dämpfung und ohne Reibung am Schreibstift bedeutet.  $\tau$  ist die Relaxationszeit infolge der Dämpfung. Das Dämpfungsverhältnis  $\epsilon$ , die Relaxationszeit  $\tau$  und Schwingungszeit  $T$  des Pendels bei eingeschalteter Dämpfung stehen zueinander in der Beziehung

$$\frac{T}{2\tau} = \log \text{nat } \epsilon.$$

Die Größe  $T$  ist mit  $T_0$  durch die Gleichung

$$T^2 = T_0^2 \left[ 1 + \frac{1}{\pi^2} (\log \text{nat } \epsilon)^2 \right]$$

verbunden.

Während J. B. Messerschmitt<sup>1</sup> der Beschreibung des Münchener Observatoriums eine Tabelle beigibt, die zahlenmäßig den Einfluß der Dämpfung auf die Vergrößerung verschiedenperiodiger Bodenbewegungen darstellt, möge hier eine kleine Tafel Platz finden, aus der man den Einfluß der Schwingungsdauer eines gedämpften Pendels auf die Wiedergabe periodischer Bodenbewegungen ersehen kann. Die Zahlen wurden für das Dämpfungsverhältnis  $\epsilon:1 = 5$  gerechnet.

Periode der Bodenbewegung $\mathfrak{T}$ in Sekunden	Für $T_0 = 2^s$ ist $\mathfrak{B}$	Für $T_0 = 3^s$ ist $\mathfrak{B}$	Für $T_0 = 4^s$ ist $\mathfrak{B}$	Für $T_0 = 10^s$ ist $\mathfrak{B}$
0	100	100	100	100
2	110	125	114	103
4	28	73	110	109
6	17	28	54	119
8	7	15	28	119
10				110
20				28

Aus dieser Tafel ersieht man deutlich, wie vorsichtig man bei der Ausmessung von Bebenogrammen vorgehen muß, um nicht schweren Irrtümern zu verfallen. Je nach der Schwingungszeit des Pendels wird das Diagrammmaximum auf verschiedene Phasen eines Bebens fallen. Aus den Aufzeichnungen eines gedämpften Pendels wird man jedoch nach obiger Formel sich ein bodentreues Diagramm konstruieren können. Bei einem ungedämpften Instrument ist dies jedoch nicht möglich, da bei demselben  $\frac{T_0}{2\pi\tau} = 0$  wird, also für  $\mathfrak{T} = T_0$ ,  $\mathfrak{B} = \infty$  wird. Das Diagramm wird also in unberechenbarer Weise verzerrt. Der erste Einsatz der Beben kann aber auch bei solchen Instrumenten, wenn nur die Reibung möglichst vermindert wird, in

<sup>1</sup> Die Registrierungen der letzten großen Erdbebenkatastrophen auf der Erdbebenstation in München. Mitt. d. geogr. Ges. in München, Bd. II, 2. Heft (1907).

bester Übereinstimmung mit gedämpften Apparaten gefunden werden.

Schlußbemerkungen. Nach dem Vorhergesagten erscheint es klar, daß ein einziges Instrument nicht imstande ist, sämtliche von Erdbeben herrührende, so verschieden lange Wellen in gleicher Weise aufzuzeichnen. Es hat deshalb Wiechert<sup>1</sup> die seismischen Instrumente in drei Hauptgruppen geteilt: 1. in solche für die Registrierung kurzer (bis 2 Sekunden), 2. mittellanger (3 bis 20 Sekunden), 3. sehr langer Wellen (über 20 Sekunden). Die Instrumente der ersten Gruppe müssen eine starke Vergrößerung, kleine äquivalente Pendellänge (zirka 0·5 bis 4 *m*) und große Registriergeschwindigkeit haben; letzteres um die kurzperiodigen Schwingungen noch aufzulösen. Die Instrumente der zweiten Gruppe müssen eine höhere Eigenschwingung 10 bis 14 Sekunden, eine 150- bis 200fache Vergrößerung und eine nicht allzu große Registriergeschwindigkeit haben, damit die langen Wellen nicht zu stark auseinandergezogen und dadurch unsichtbar werden. Unter 10 *mm* darf die Registriergeschwindigkeit jedoch nicht sinken, damit die Ausmessung auf 1 Sekunde Genauigkeit getrieben werden kann. Für die Instrumente der dritten Gruppe schreibt Wiechert, wie es dem Zweck entspricht, eine Eigenperiode von zirka 1 Minute, kleine Vergrößerung und Registriergeschwindigkeit vor.

Für eine Station wie Wien, die in großer Nähe habitueller Stoßgebiete liegt und noch wenn auch selten von gefühlten Erbeben heimgesucht wird, käme noch eine vierte Gruppe von Apparaten hinzu mit kleiner Eigenperiode, großer Registriergeschwindigkeit und einer zirka acht- bis fünfzehnfachen Vergrößerung, die auch bei bereits gefühlten Beben ihren Dienst nicht versagen und die einzelnen Phasen des Bebens wiederzugeben imstande sind. Vorläufig ist die Wiener Station, wie aus dem Vorhergegangenen zu ersehen ist, nur für die Registrierung mittellanger Wellen eingerichtet. Für ein Instrument, welches der ersten Gruppe angehört, wäre die Aufstellung in den Kellerräumen des Gebäudes der Zentralanstalt

---

<sup>1</sup> E. Wiechert, Übersicht der registrierenden Seismometer der Göttinger Station. Gött. Ber., 1906, p. 376.

wegen der vorherbesprochenen Störungen unmöglich. Da nun der jetzige Leiter der Anstalt, Herr Prof. W. Trabert den Entschluß gefaßt hat, eine kleine, völlig in die Erde versenkte Hütte für seismische Versuchszwecke im Garten der Anstalt erbauen zu lassen, wird man nun daran denken können, wenigstens probe- weise ein Instrument der ersten Gruppe mit zirka 4 Sekunden Eigenperiode, einer Dämpfung 4, einer zirka 400fachen Ver- größerung und einer Registriergeschwindigkeit von zirka 30 *mm*/min aufzustellen.

Das Instrument, nach den Angaben des Verfassers in der Werkstätte der Zentralanstalt gebaut und seit einigen Monaten im Keller aufgestellt, gibt mit den Konstanten  $V = 130$ ,  $T_0 = 3$  Sekunden in den Nachtstunden recht schöne Registrie- rungen. Da die neue Hütte immerhin 100 *m* von der Straße entfernt ist und durch das Gebäude nicht alteriert werden kann, ist zu hoffen, daß man von dem genannten Apparat auch bei Tag (ausgenommen sehr windige Tage) gute Registrierungen erhalten wird. Ein Instrument ähnlicher Konstruktion mit Kon- stanten für die vierte Gruppe soll noch im Keller aufgestellt werden. Das Studium der in Österreich autochthonen Beben könnte dadurch eine Förderung erfahren, namentlich wenn es gelingen sollte, ähnliche Apparate an einigen habituellen Stoß- zentren aufzustellen.

In der genannten Hütte soll dann noch ein Instrument dritter Art seine Aufstellung finden, nachdem in derselben höchstens durch kräftige Regengüsse stärkere Neigungen nicht seismischer Natur eintreten können und man so auch von einem solchen Instrument in dieser Aufstellung gute Regi- strierungen erwarten könnte.