

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 49/50 (1907)
Heft: 17

Artikel: Die Münchner Erdbebenstation
Autor: Messerschmitt, J.B.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-26705>

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 29.01.2026

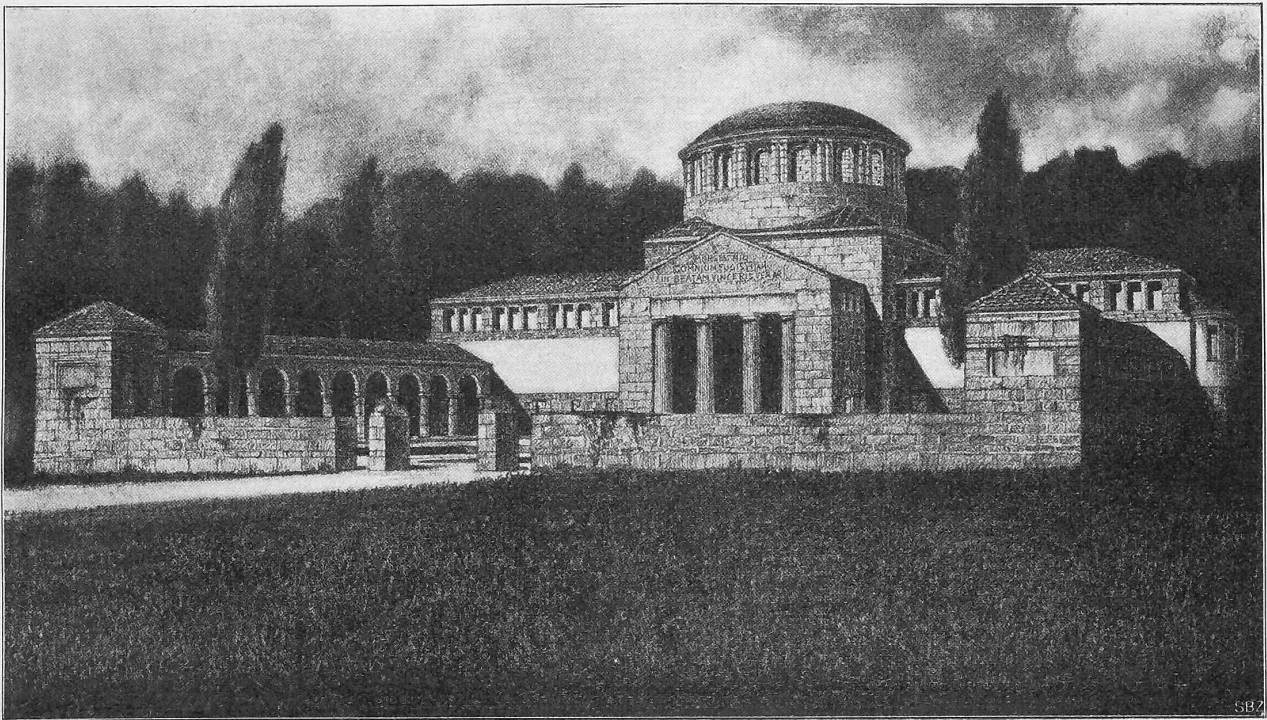
ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

INHALT: Ideenwettbewerb für ein Krematorium auf dem ehem. Friedhofe Neumünster in Zürich. — Die Münchner Erdbebenstation. (Schluss.) — Die Bauten für das eidg. Schützenfest in Zürich 1907. — Ueber moderne Holzkonstruktionen. — Miscellanea: Akustik geschlossener Räume. Schweizerische Motorlastwagenkonkurrenz. Bau einer neuen Brücke beim Rudolfinum in Prag. Verein schweizer. Zentralheizungs-Industrieller. Schulhausbau in Kilchberg bei Zürich. Eidg. Polytechnikum. Bau von städtischen

Wohnhäusern in Zürich. — Nekrologie: H. Honegger. E. Koch-Vierboom. — Literatur: Die Turbinen für Wasserkraftbetrieb. Historische Städtebilder aus Holland und Norddeutschland. Das deutsche Museum von Meisterwerken der Naturwissenschaft und Technik in München. — Vereinsnachrichten: G. c. P.: XXXVIII. Adressverzeichnis. Stellenvermittlung.

Tafel X: Ideenwettbewerb für ein Krematorium auf dem ehemaligen Friedhofe Neumünster in Zürich.

Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur unter der Bedingung genauester Quellenangabe gestattet.

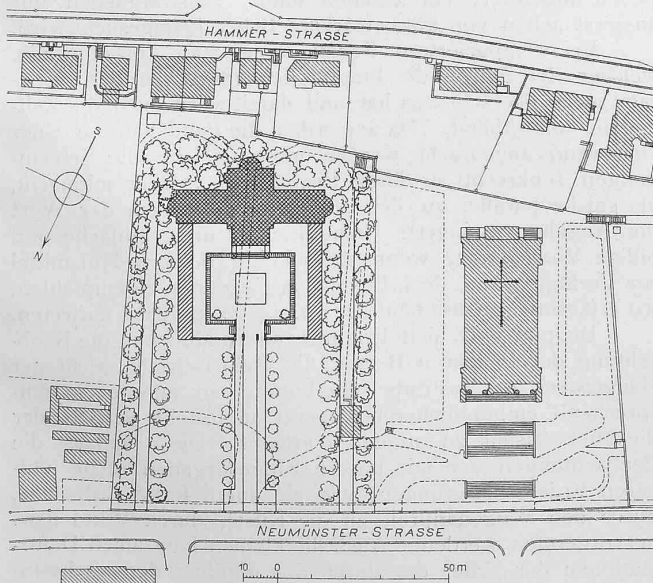


I. Preis. — Motto: «Friede». — Verfasser: Architekt *Albert Fröhlich* aus Brugg in Charlottenburg. — Schaubild von der Neumünsterstrasse her.

Ideenwettbewerb für ein Krematorium auf dem ehemaligen Friedhofe Neumünster in Zürich.

II. (Mit Tafel X.)

Mit der einlässlichen Darstellung des mit einem I. Preis ausgezeichneten Entwurfs des Architekten *Albert Fröhlich* aus



Lageplan. — Masstab 1 : 2000.

Brugg beginnen wir die Veröffentlichung der prämierten Arbeiten dieses Wettbewerbes und verweisen dazu auf das preisgerichtliche Gutachten S. 135 dieses Bandes sowie auf die der vorigen Nummer beigegebene Tafel IX.

Die Münchner Erdbebenstation.

Von Dr. J. B. Messerschmitt, Konservator in München.

(Schluss.)

Die instrumentellen Einrichtungen.

Die Erdbebenapparate kann man in zwei Gattungen zerlegen, in solche, die nur das Auftreten einer Erschütterung anzeigen, *Seismoskope*, und solche, die genaue Werte über den Verlauf der ganzen Erscheinung nach Zeit, Richtung und Stärke liefern, *Seismometer* oder, wenn sie mit Registrirvorrichtung versehen sind, *Seismographen*.

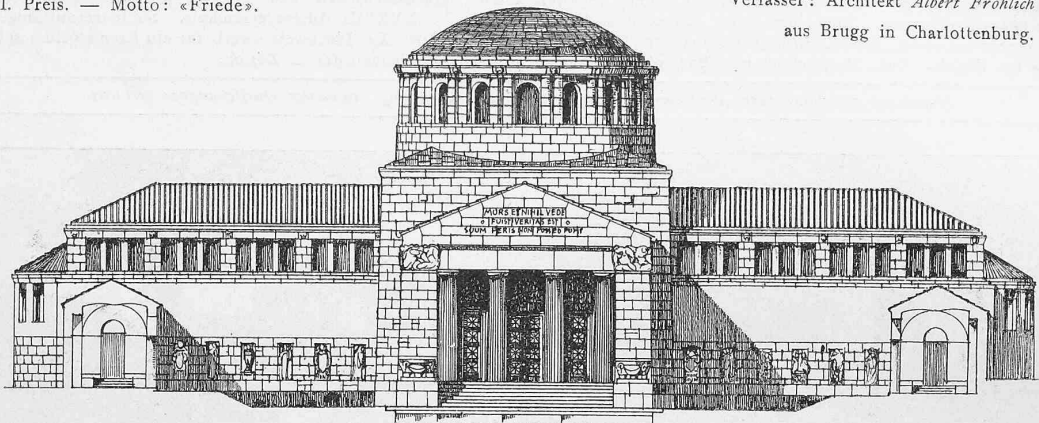
Von den erstern ist bei uns besonders das einfache *Quecksilberseismoskop* verbreitet, bei welchem aus einer eben vollen Schale durch die Erschütterung die Flüssigkeit ausgegossen wird. Das erste Instrument dieser Art ist schon von Chandler im Jahre 1742 kurz vor dem grossen iberischen Erdbeben, dem 1755 die Stadt Lissabon zum Opfer fiel, angegeben worden.

Eine etwas andere Form des Ueberlaufgefässes gab 1848 Cacciato an; bei diesem kann das Quecksilber durch mehrere (8 bis 16) Oeffnungen ausfliessen. Dadurch erhält man die Richtung des Stosses und aus dem Gewicht des aufgefangenen Quecksilbers auch einen Anhalt über seine Stärke. Dabei wird freilich vorausgesetzt, dass nur ein Stoss stattgefunden habe, was nach den jetzigen Erfahrungen selten der Fall ist.

Lepsius verbesserte dieses Instrumentchen, indem er ein tellerförmiges Tongefäss mit 16 peripherischen 3 cm tiefen Löchern herstellen liess. In der erhöhten Mitte des Tellers ist ein 5 mm tiefes Uhrglas angekittet, das bis zum Ueberlaufen mit Quecksilber angefüllt wird. Bei der geringsten Erschütterung läuft dieses über und zeigt die Richtung der Bodenschwankung an. Da der Preis (M. 4,50) sehr gering ist, so fand dieses Seismoskop grosse Verbreitung. Forster in Bern führte in die Becherchen am

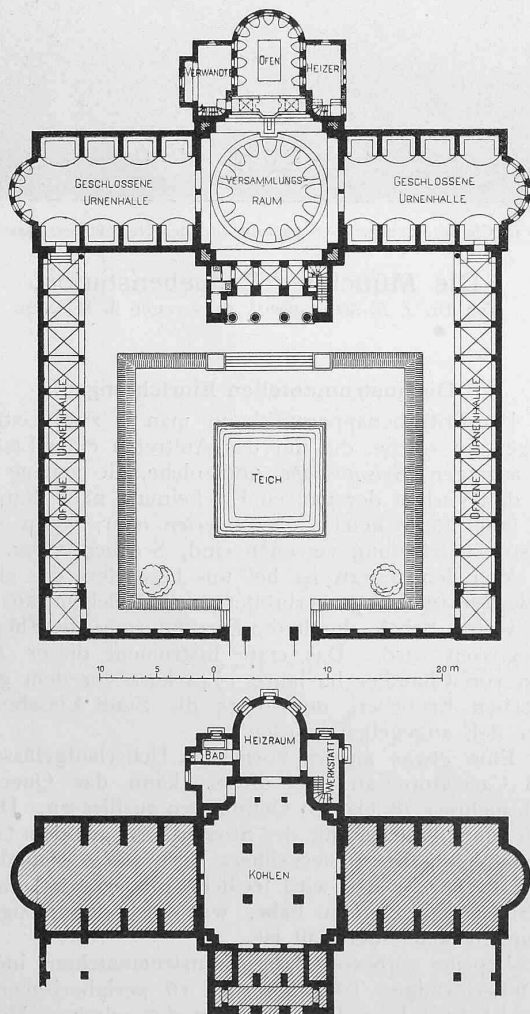
Ideenwettbewerb für ein Krematorium auf dem ehemaligen Friedhofe Neumünster in Zürich.

I. Preis. — Motto: «Friede».

Verfasser: Architekt *Albert Fröhlich*
aus Brugg in Charlottenburg.

Ansicht der Hauptfassade mit Schnitt durch den Vorhof und die offenen Urnen-Hallen. — Masstab 1 : 300.

Boden zwei Drahtenden ein, wodurch ein elektrischer Strom geschlossen wird und so entweder eine Uhr arretiert oder eine Glocke zum Läuten gebracht werden kann. Soll diese kleine Vorrichtung jedoch gut funktionieren, so muss sie vor äusseren Erschütterungen gesichert sein, d. h. sie muss isoliert aufgestellt werden.



Grundrisse vom Untergeschoss und Erdgeschoss. — Masstab 1 : 600.

Um die Zeit des Eintrittes eines Erdbebens möglichst sicher zu erhalten, hat bereits v. Seebach ein Verfahren angegeben, um eine stehende Uhr durch die Erschütterung anzutreiben, eine Einrichtung, welche z. B. noch im Turm

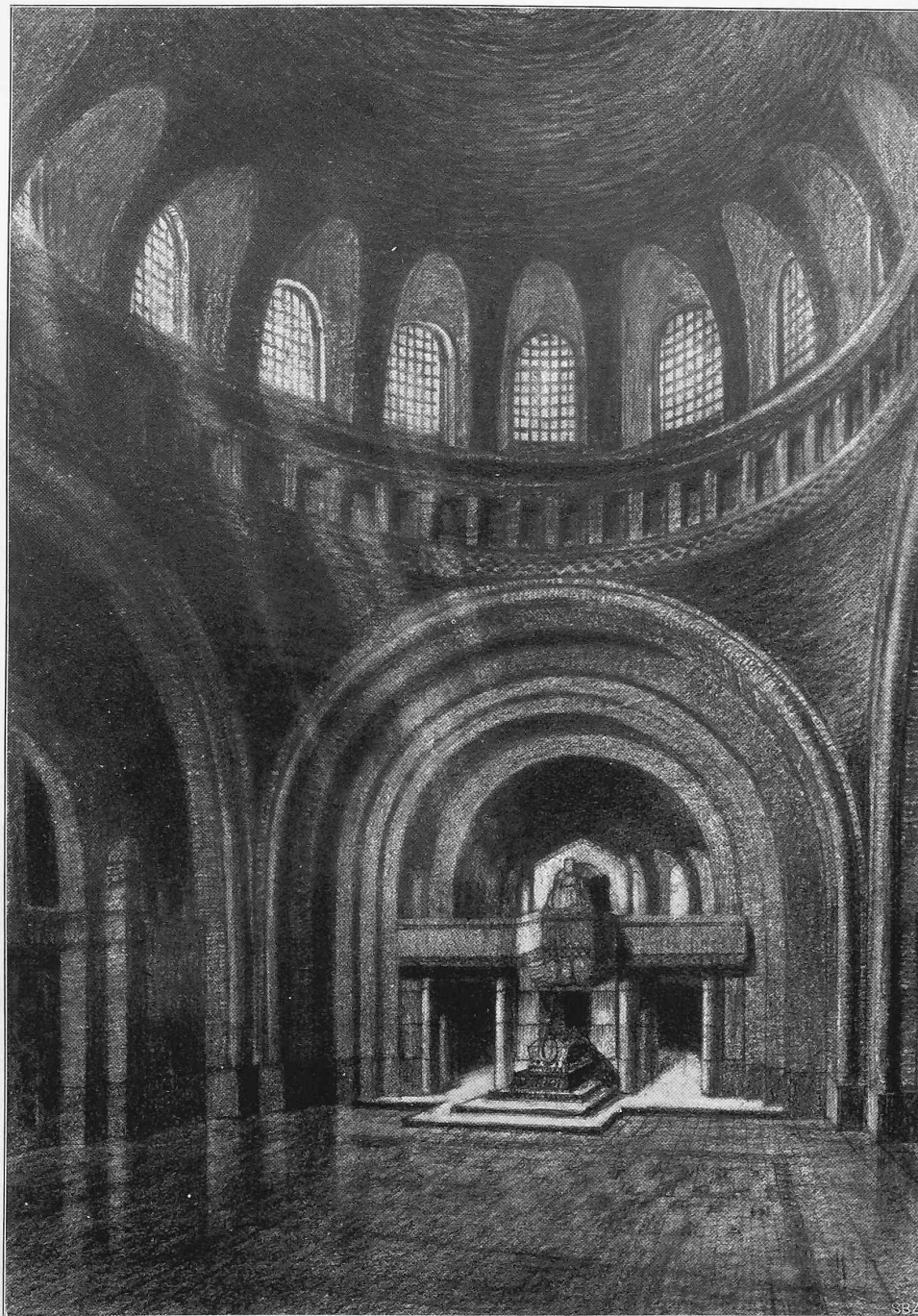
des Bernoullianums in Basel verwendet wird. Lasaulx hat dann nach dem Vorschlage von Gümbel ein kleines Instrument konstruiert, durch welches eine in Gang befindliche Pendeluhr angehalten wird.

Das in München befindliche Instrumentchen besteht aus einer Konsole, die an der Rückwand einer Pendeluhr befestigt wird. Der tellerförmige Aufsatz von 6 cm Durchmesser hat in der Mitte eine kleine Oeffnung, durch welche ein oben abgeflachter Stift mittels einer Feder emporgedrückt wird. Legt man auf denselben eine Metallkugel (15 mm Durchmesser), so wird der Stift nach unten gedrückt und ein damit verbundenes Hebelwerk richtet den Hemmungsarm in die Höhe, sodass das Uhrpendel frei schwingen kann. Fällt aber durch eine Erschütterung die Kugel herab, so drückt die Feder den Stab in die Höhe, wodurch zugleich der Hemmungsarm herabfällt und das schwingende Pendel arretiert. Auf diese Weise erhält man eine sehr genaue Zeitangabe. Am Rande des Tellers sind ausserdem gleichmässig verteilt 8 Vertiefungen angebracht, in welchen die herabgefallene Kugel liegen bleibt, sodass also auch die Richtung des Stosses angegeben werden kann. Auch dieser Apparat muss isoliert aufgestellt werden, wenn seine Angaben von Wert sein sollen. In München hat derselbe trotz einer ziemlich grossen Empfindlichkeit niemals ein Beben angezeigt; ein Zeichen dafür, dass München nur äusserst selten von etwas stärkern Beben heimgesucht wird.

Bei komplizierteren Beben weiss man übrigens nie, welcher der Stösse die Empfindlichkeitsgrenze des Apparats zuerst überschritten hat und damit wird auch die Zeitangabe unbestimmt. Da ausserdem die Pendeluhr an einer Hauswand angebracht werden muss, welche die Schwingungen senkrecht zu ihrer Ebene viel stärker mitmacht, als solche parallel zu ihr, so wird damit auch der Wert der Angabe verringert. Immerhin ist diese einfache und billige Vorrichtung, wenn man keine bessern Hilfsmittel zur Verfügung hat, doch in solchen Gegenden zu empfehlen, wo erfahrungsgemäss häufiger mässigstarke Beben auftreten.

Da nun nach den Erfahrungen in München die Beobachtung der fühlbaren Beben, die Makroseismik, nicht der Hauptzweck des Instituts sein konnte, so musste ein entsprechend empfindlicher Apparat aufgestellt werden, der die Mikroseismik zu studieren erlaubt. Diese umfasst die Beobachtungen der mit unsern Sinnesorganen nicht fühlbaren Erderschütterungen, wie sie durch ferne Erdbeben, durch den Wogenanprall an die Küste, durch Wind usw. hervorgerufen werden. Auch die kleinen langsamen Deformationen der Erde, die durch den Einfluss der wechselnden Anziehung der Gestirne hervorgerufen werden, und die damit verbundene Veränderung der Schwerkraft gehören in dieses Gebiet.

Die Bewegungen des Erdbodens bei einem Erdbeben können teils vertikal in der Richtung der Schwerkraft, teils horizontal sein. Dementsprechend unterscheidet man Hori-



Ideenwettbewerb für ein Krematorium auf dem
ehemaligen Friedhofe Neumünster in Zürich V.

I. Preis. — Motto: «Friede». — Verfasser: Architekt *Albert Fröhlich* von Brugg in Charlottenburg.

Innenansicht des Versammlungsraumes.

Seite / page

206(3)

leer / vide /
blank

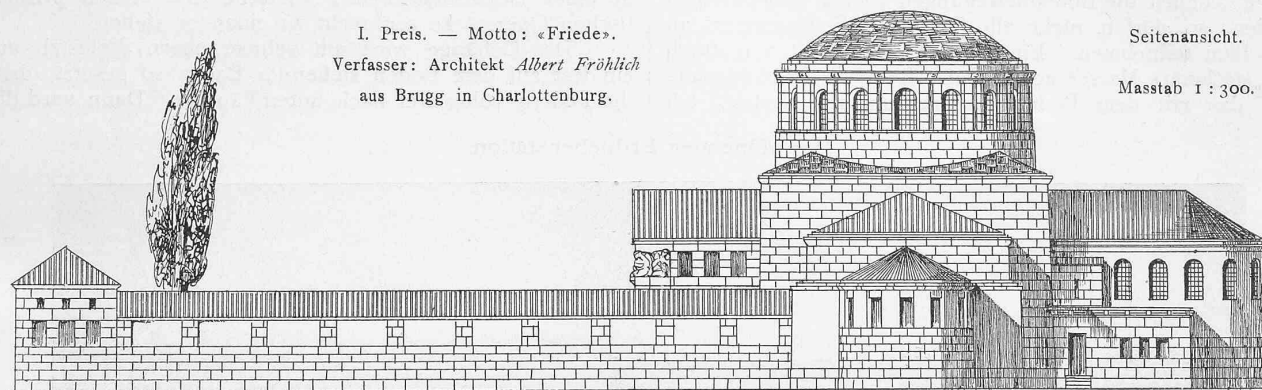
Ideenwettbewerb für ein Krematorium auf dem ehemaligen Friedhofe Neumünster in Zürich.

I. Preis. — Motto: «Friede».

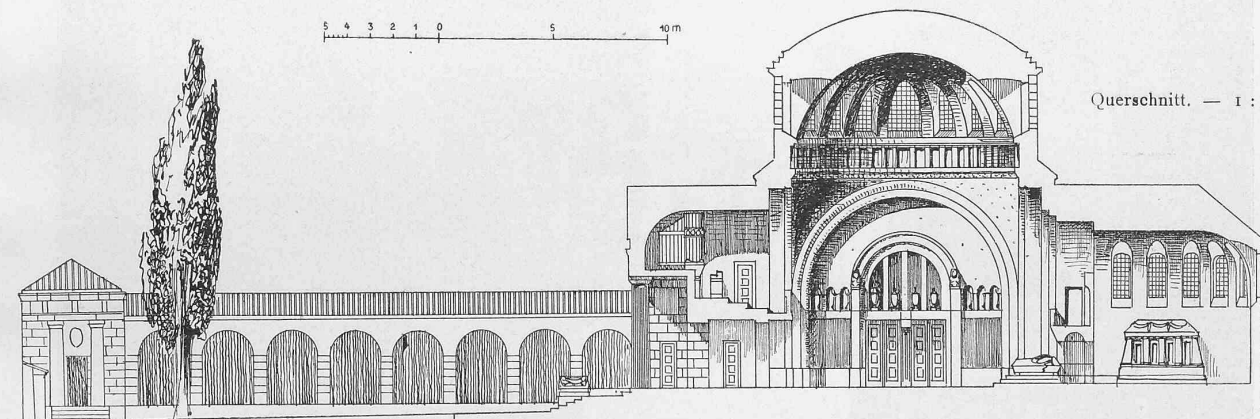
Verfasser: Architekt Albert Fröhlich
aus Brugg in Charlottenburg.

Seitenansicht.

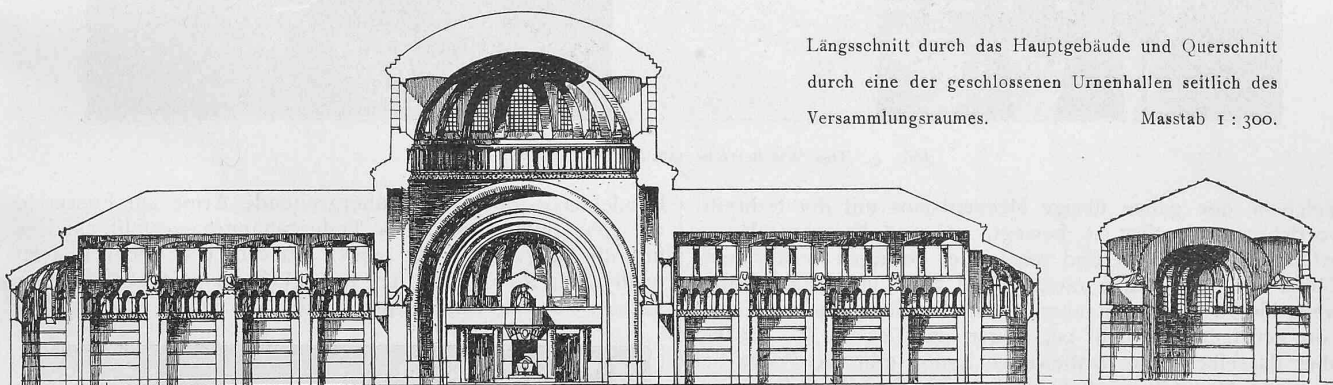
Masstab 1 : 300.



Querschnitt. — 1 : 300.

Längsschnitt durch das Hauptgebäude und Querschnitt
durch eine der geschlossenen Urnenhallen seitlich des
Versammlungsraumes.

Masstab 1 : 300.



zontal- und Vertikal-Seismometer oder, wenn sie zur fortlaufenden selbsttätigen Aufzeichnung mit einer Registrier-vorrichtung versehen sind, *automatische Seismographen*.

Die Beobachtungen haben nun bisher gezeigt, dass bei den entfernten Beben die Höhe der Wellen im Ver-

dieser Art sind die *Horizontalpendel* und die *astatischen Vertikalpendel*. Von diesen wurde das wegen seiner besonders hohen Empfindlichkeit bekannte *Wiechertsche astatische Pendelseismometer* (Abb. 4 u. 5, S. 208 u. 209) gewählt, dessen Registrierung mechanisch bewerkstelligt wird, also im Gegensatz zu den optisch-photographischen Registrierungen, eine beständige Kontrolle zulässt. Es wurde von der Firma Georg Bartels in Göttingen unter der besondern Aufsicht von Prof. E. Wiechert gebaut.

Das Prinzip dieses Apparats erkennt man am besten aus der beistehenden schematischen Abbildung 6. Ein schweres Gewicht *M*, die sogenannte „stationäre Masse“ ruht auf einem Punkt *C*, befindet sich also im labilen Gleichgewicht. Durch eine Stütze *ac* ist das Gewicht an ein vertikales Metallstück *Fab* befestigt, das bei *F* eine drehbare Achse (Feder) hat, also als Hebel wirkt. Durch die Regulierung des Punktes *a* auf *Fab* kann man das Gewicht *M* mit der gewünschten Kraft in die Mittellage bringen. An dem oberen Ende *b* ist eine Schubstange befestigt, welche mittelst des Armes *bd* die Achse *ee'* dreht und so den Schreibstift *g* am Ende des Schreibarmes *fg* bewegt. Am andern Ende der Schubstange *bd* befindet sich ein Dämpferkolben (*D*), der in einem abgeschlossenen Zylinder endet.

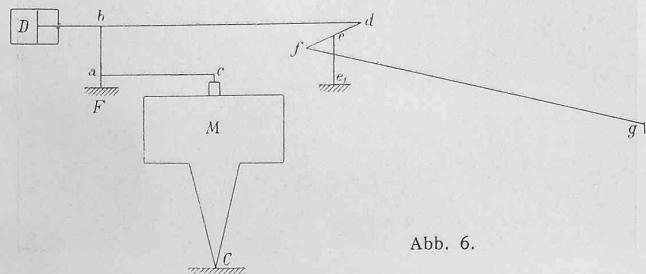


Abb. 6.

gleich zu ihrer Länge sehr klein ist, und daher die vertikalen Bewegungen so gering sind, dass es noch heute schwierig ist, sie sicher nachzuweisen. Die Hauptbewegungen sind daher horizontal, weshalb in München ein Horizontalseismograph gewählt wurde, der ja überdies auch Neigungen anzeigt. Die zwei wichtigsten Gruppen

Man erkennt leicht die Wirkung des Apparats. Sollen nämlich die Bodenbewegungen richtig aufgezeichnet werden, so dürfen nicht alle Teile des Seismometers an denselben teilnehmen. Ein ruhender Punkt ist nun durch die „stationäre Masse“ geschaffen. Bei einer Erschütterung wird das mit dem Boden fest verbundene Gestell, auf

Stahlstück ($a_1 a_1$) befestigt. Die vier Federn liegen dabei in einer Horizontal-Ebene, während die beiden prismatischen Querstücke senkrecht zu einander stehen.

Das Gehänge wird mit seinem obren Stahlstab auf ein fest auf dem Boden stehendes Lager so gesetzt, dass die Federn völlig frei nach unten hängen. Dann wird die

Die Münchner Erdbebenstation.

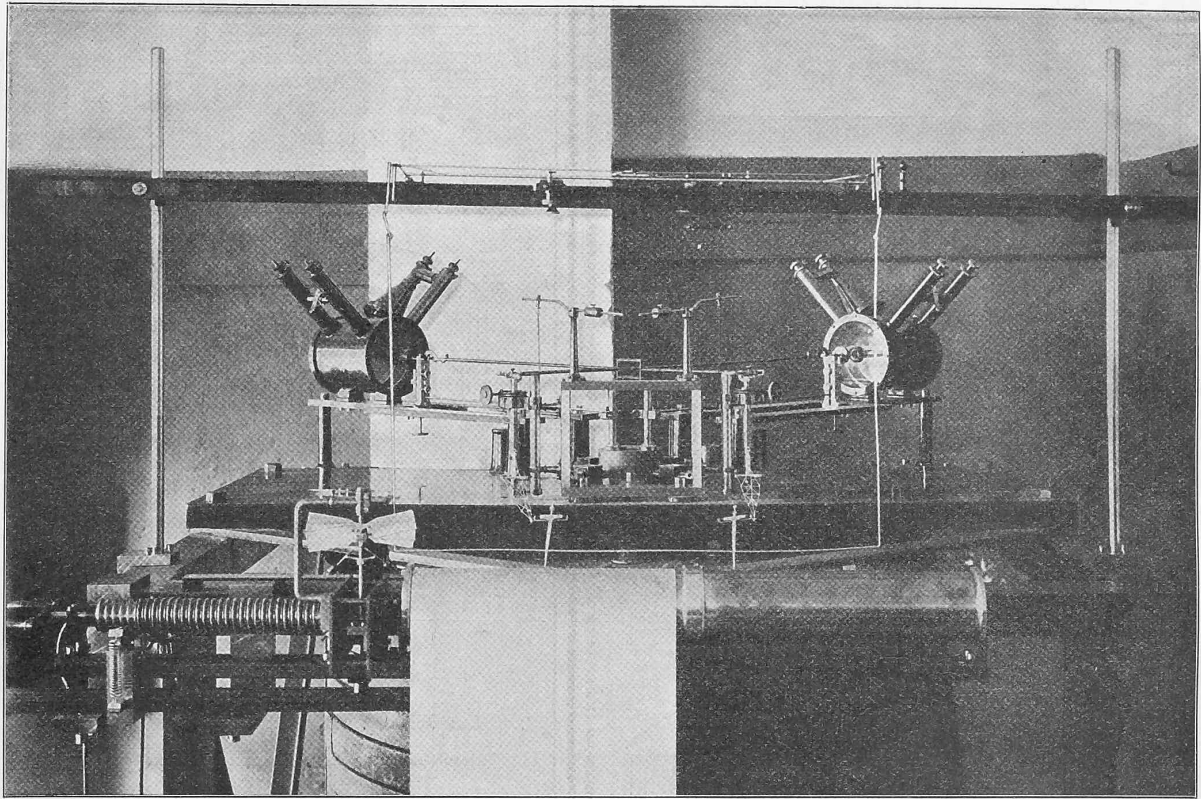


Abb. 4. Das Wiechertsche astatische Pendelseismometer.

welchem der ganze übrige Mechanismus mit der Schreibvorrichtung montiert ist, bewegt, während die grosse Masse infolge ihrer Trägheit und wegen der geringen Berührungsfläche mit dem Boden nicht folgen kann und daher unbewegt bleibt. Zugleich aber stösst die Stange ac , die nur von geringem Gewicht ist, gegen das Pendel M . Da sie aber dasselbe nicht fortbewegen kann, gibt die Feder bei F nach. Dadurch wird der Hebel Fb , das obere Gestänge bd und der damit verbundene Schreibarm mitbewegt, sodass die Bewegung stark vergrössert mittelst einer Feder auf ein vorbeigeführtes Papier hg aufgezeichnet werden kann.

Die stationäre Masse M besteht bei unserm Instrumente aus einem zylindrischen Eisenkörper von 1000 kg Gewicht. Sie ist, wie die Abbildungen zeigen, aus einzelnen Sektorenstücken zusammengesetzt, die fest mit der auf einer Säule ruhenden Grundplatte verschraubt sind. Der Durchmesser des Zylinders beträgt 80 cm, seine Höhe 37. Damit sich nun dieses schwere Gewicht um den Punkt C ohne Reibung drehen kann, ist dieser durch ein Cardanisches Federgehänge (Abb. 7) ersetzt, das von der gewöhnlichen Form in der Weise abweicht, dass die sonst verwendeten Schneiden und Pfannen durch Stahlblätter von 1 mm Dicke und 20 mm Breite und im biegsamen Teil von 7 mm Länge ersetzt sind.

Der obere Teil des Federgehänges besteht aus einem parallelepipedischen Stahlstück aa , an welchem in der Längsrichtung ein Federpaar (ff) befestigt ist. Durch ein Zwischenstück wird ein zweites Federpaar f_1 , von dem in der Abbildung nur die vordere Feder in der Seitenansicht zu sehen ist, senkrecht zu dem ersten, gehalten. Diese beiden Federn sind mit ihrem untern Ende, ebenso wie die beiden andern, auf dem unterhalb befindlichen

Pendelmasse durch zwei übergreifende Arme am Fussende auf den untern Stab des Federgehänges gestellt, sodass nun die hängende Masse wegen der sehr elastischen Federn nach allen Richtungen frei beweglich ist. Dabei sind die Federn nur auf Zug beansprucht und ist die ganze Last

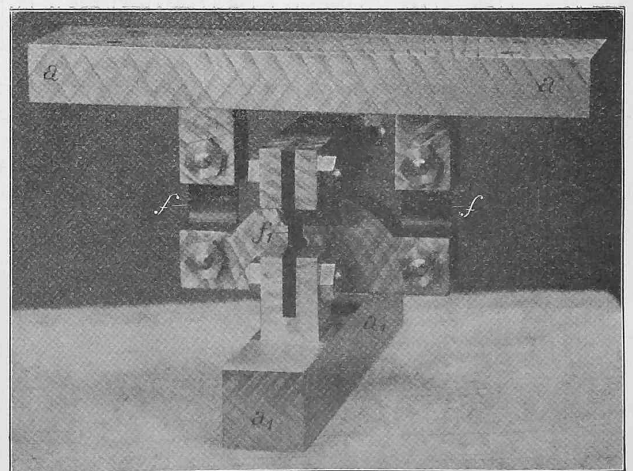


Abb. 7. Cardanisches Federgehänge.

von 1000 kg jedesmal auf $2 \times 20 = 40 \text{ mm}^2$ Stahlquerschnitt verteilt, wodurch eine grosse Sicherheit erreicht wird.

Die stationäre Masse M endet oben in einen Zapfen, der durch ein Loch in der Mitte einer eisernen Tischplatte geht, auf welcher der Bewegungs- und Uebertragungs-

Die Münchner Erdbebenstation.

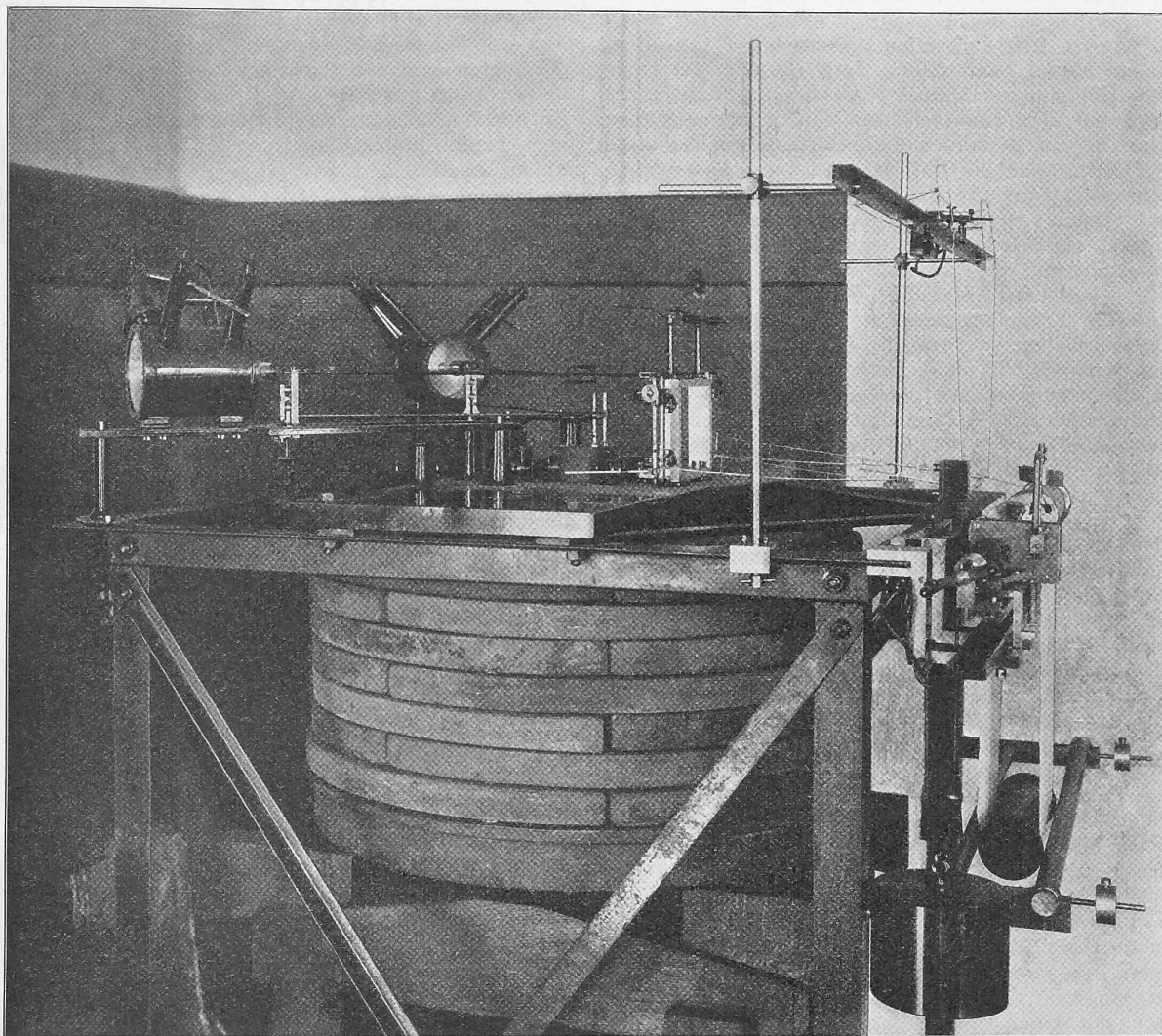


Abb. 5. Das Wiechertsche astatische Pendelseismometer.

mechanismus montiert ist. Die Tischplatte selbst wird von einem aus Winkeleisen sehr solid gebauten Gestell getragen, das fest in den Pfeiler einzementiert ist. Das Gestell ist je 1 m breit und lang und 1,3 m hoch und schliesst das Gewicht völlig ein. Vier um das Mittelloch gestellte starke Arretierschrauben dienen dazu, dem Gewichte einen maximalen Spielraum zu geben, der so festgesetzt ist, dass das Pendel keine grösseren Ausschläge machen kann, als die Bewegungen der Nadeln noch aufzuzeichnen vermögen. In unserem Falle beträgt der Spielraum etwa 2 mm nach allen Richtungen.

Um bei den vielfachen Uebertragungen der Erschütterungen eine möglichst wahrheitsgetreue Aufschreibung der Bodenbewegungen zu erhalten, ist das Gestänge aus leichten Metallstäben und Röhren zusammengesetzt und sind alle Gelenke und Achsen unter Verwendung von Federn gefertigt. Nur bei dem Gelenke *de* (Abb. 6) sind die Federn fortgelassen und drückt die Schubstange einfach mit einer Spitze an den Hebelarm an, der selbst auf der andern Seite eine Spitzenführung (Stahl auf Achat) besitzt. Das vertikal drehbare System läuft dabei ebenfalls auf einer Stahlspitze in einem Achathütchen. Der 30 cm lange Schreibarm ist aus 0,9 mm dickem Aluminiumdraht hergestellt und infolge seiner Gitterkonstruktion gegen seitliche Beanspruchung sehr widerstandsfähig. Die Schreibfeder ruht mit zwei feinen Stahlachsen in Achatlagern lose auf dem Schreibarm auf. Sie ist 15 cm lang und hat an ihrem Ende eine feine Platinspitze, senkrecht zu ihrer

Längsrichtung, welche die Bewegungen in berusstes Papier einschreibt. Um die Reibung der Nadel möglichst aufzuheben, ist sie durch ein Gegengewicht fast vollständig ausbalanciert.

Auf der der Schreibfeder entgegengesetzten Seite der Schubstange *bd*, 50 cm von der Pendelmitte entfernt, befindet sich der Dämpfer *D*, der die Aufgabe hat, allfällige Eigenschwingungen des Pendels sofort aufzufangen und zu vernichten. Er besteht aus einem Messingzylinder von 14 cm Länge und 10 cm Durchmesser, der vorne und hinten durch Glasplatten verschlossen ist. In ihm hängt an vier feinen, 17 cm langen Messingdrähten der mit der Schubstange fest verbundene Kolben, ein in der Mitte durch eine Scheibe in zwei Teile zerlegter Hohlzylinder von 5 cm Länge. Er berührt die Wände der Büchse nicht (der Spielraum ist etwa $\frac{1}{2}$ mm) und ist daher ganz frei beweglich. Bei der geringsten Bewegung presst der Kolben die im Zylinder befindliche Luft auf der einen Seite zusammen, während sie auf der andern Seite entsprechend verdünnt wird. Es sucht daher die so veränderte Luft, die sich nicht rasch genug zwischen den beiden Zylinderhälften, bzw. der Aussenluft, ausgleichen kann, den Kolben in seine Ruhelage zurückzubringen und beruhigt so rasch die eingetretenen Schwingungen.

Zur Regulierung der Dämpfung sind in einem der hintern Ansatzrohre, welche die Aufhängedrähtchen enthalten, Löcher auf der Mantelfläche des Zylinders angebracht, deren Grösse nach Art der Irisblenden durch eine Schraube

verändert werden kann, wodurch der Luftzutritt entsprechend variiert wird. Die vordere Zylinderhälfte ist durch das Einführungsloch der Schubstange in stets gleicher Weise mit der äusseren Luft verbunden. Je nachdem man diese Löcher abschliesst oder öffnet, verstärkt oder verringert man das Dämpfungsverhältnis. Als besonders zweckentsprechend hat sich ein Verhältnis von 1 zu 6 erwiesen, d. h. dass bei einem hervorrufenen Ausschlag von 6 mm nach der einen Seite der Ausschlag nach der andern Seite beim Rückgang über die Nulllinie hinaus nur noch 1 mm beträgt. Damit werden die Eigenschwingungen rasch unterdrückt, ohne jedoch die wirklichen Bewegungen zu sehr zu alterieren, die ja natürlich durch die Dämpfung auch etwas verkleinert werden.

Um die Erschütterungen aus allen Azimuten aufgezeichnet zu erhalten, werden die Bewegungen in zwei zu einander senkrechte Komponenten zerlegt. Es ist daher das Seismometer mit zwei solchen Hebel- und Schreibsystemen versehen, wovon das eine die Nord-Südkomponente, das andere die Ost-Westkomponente aufzeichnet. Soll der Apparat richtig zeigen, so müssen aber die beiden Systeme völlig unabhängig voneinander sein, d. h. wenn man das Pendel in der Richtung der einen Komponente schwingen lässt, darf die andere nicht beeinflusst werden. Um diese sehr wichtige Unabhängigkeit herzustellen, sind die Rahmen, auf welche die Dämpfertrommeln aufgeschraubt sind, mit der nötigen Korrektionschraube versehen. Es lassen sich damit auch in der Tat die beidseitigen Gestänge genau senkrecht zueinander stellen, sodass die beiden Komponenten unabhängig voneinander werden.

Die Aufschreibungen finden auf mit Russ geschwärztes Papier statt. Hierfür hat sich gewöhnliches gutes, nicht zu starkes Schreibpapier am zweckmässigsten erwiesen. Die Bogen sind 23 cm breit und 90 cm lang und werden an den beiden schmalen Enden zusammengeklebt, sodass sie einen Ring bilden. (Vergl. Abb. 4.)

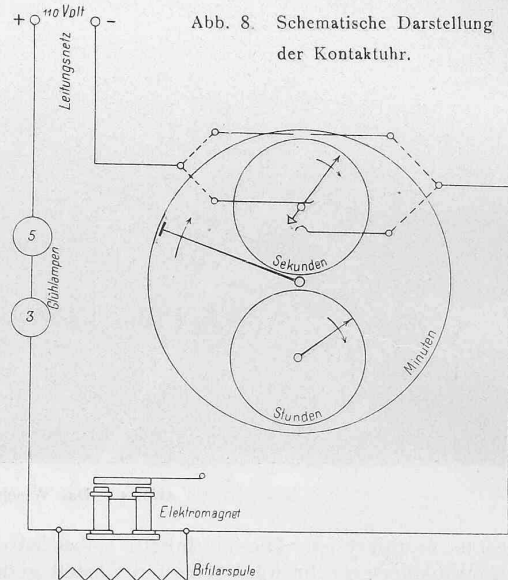
Die Berussung geschieht mittelst einer rauchenden Petroleumflamme, die dieselbe Breite hat, wie das Papier. Hierbei wird das Papier über eine Walze gehängt und langsam oberhalb der Flamme vorbeigedreht. Ist der Bogen beschrieben, so werden die Diagramme noch vor dem Fixieren eingeteilt. Dies geschieht auf einem kleinen Tischchen mit einer Holzrolle, auf der die Bogen aufgesteckt werden können. Dabei werden die Zeiten mit einer Nadel eingeschrieben. Zum Fixieren der Diagramme zieht man die Bogen durch eine Lösung von $\frac{1}{2}$ kg gebleichtem Schellack in 7 Liter Spiritus, was wieder durch eine einfache Vorrichtung erleichtert wird. Die Bogen sind in wenigen Minuten trocken und halten bei einigermaßen vorsichtiger Behandlung recht gut.

Die Registriervorrichtung selbst ist folgendermassen eingerichtet. An dem vordern Teile des Gestells befindet sich ein Uhrwerk, das eine Walze langsam dreht, über welche die zu beschreibenden Bogen, durch ein Gegengewicht (Hartgummirolle) gespannt, hängen und so langsam unter der Federspitze vorbeigezogen werden. Die Geschwindigkeit beträgt 12 mm in der Zeitminute, sodass also noch die Zeitsekunde abgelesen werden kann. Zugleich ist dieses Triebwerk mit der Walze auf einem Wagen montiert, dessen Führung durch zwei Rollen, die in einer Rinne laufen, gesichert ist. Auf der einen Seite des Wagens befindet sich eine Spindel, welche die Schnur des Uhrgewichts aufnimmt. Die Spindel selbst ist an einem Punkt durch ein am Gestell befestigtes Rädchen fixiert. Wird also das Gewicht aufgezogen, so geht der ganze Wagen nach der einen Seite. Beim Ablaufen desselben aber verschiebt sich der Wagen langsam, der Ganghöhe der Schraubenspindel entsprechend, nach der andern Seite. Es entsteht daher auf dem Papier bei ruhender Nadel eine Schraubenlinie mit einer Ganghöhe von 5 mm. Schneidet man die zusammengeklebten Bogen auseinander, so erhält man ein System paralleler Linien.

Um die Zeit der Aufzeichnungen zu erhalten, werden die Aufschreibungen jede Minute unterbrochen. Zu diesem

Zwecke befindet sich unterhalb der Schreibfedern ein Aluminiumdraht (ein Teil eines Rahmens), der mit einem Elektromagneten in Verbindung steht. Durch eine Uhr wird nun jede Minute zwei Sekunden lang ein Strom geschlossen, der durch einen Elektromagneten geht. Dadurch wird dessen Anker angezogen, und der daran befestigte Rahmen so hoch gehoben, dass dabei die Schreibfedern etwas vom Papier entfernt werden; es entsteht also im Diagramm eine kleine Lücke. Um die Einteilung und die Ablesung der Kurven zu erleichtern, wird jede Stunde, zur nullten Minute, der Strom 12 Sekunden lang geschlossen, wodurch eine etwas längere Lücke entsteht.

Die Uhr, welche die Zeitmarkierung besorgt, ist eine Sekundenpendeluhr mit Holzpendel, die an der Zwischenmauer im Bureau aufgehängt ist. Die elektrische Kontaktvorrichtung vorne am Zifferblatt ist durch die Firma Spindler & Hoyer in Göttingen hergestellt. Zuerst wurde als Stromquelle ein Trockenelement (Marke Columbus) verwendet, das genügend Strom lieferte und etwa ein halbes Jahr lang aushielt. Um das lästige Funkenbilden zu unterdrücken, und die Kontaktflächen mehr zu schützen, wurde nachträglich eine Bifilarwiderstandsrolle von vier Ohm Widerstand beim Elektromagneten eingeschaltet. Da sich aber in der Folge zeigte, dass die Elemente doch öfter gewechselt



werden müssen, wurde die Uhr in den Starkstrom der elektrischen Beleuchtung eingeschaltet und dabei die folgende, aus der beigefügten Zeichnung leicht erkenntliche Einrichtung getroffen. (Abb. 8.)

Um den Strom zu schwächen, wurde zunächst ein grosser Widerstand eingeschaltet, nämlich eine 5 Kerzenlampe von 220 Volt Spannung und eine 3 Kerzenlampe mit 110 Volt. Von hier aus geht der Strom zu dem Elektromagneten, mit dem wieder zur Unterdrückung der Funkenbildung eine Bifilarspule von etwa 2000 Ohm Widerstand parallel geschaltet ist. Nachdem sich der Strom wieder vereinigt hat, geht er von hier aus zu der Uhr, wo eine doppelte Leitung vorhanden ist, der Minuten- und der Stundenkontakt. Der Sekundenzeiger ist im Innern des Uhrwerks mit der elektrischen Leitung verbunden, während auf dem Zifferblatt eine leichte Metallfeder den andern Pol bildet. Jede Minute streicht nun das untere Ende des Sekundenzeigers an dieser Feder vorbei und schliesst so den Strom, der dann die Zeitmarkierung besorgt. Am Anfang der Stunde aber streift der Minutenzeiger gleichzeitig mit seinem oberen Ende zwei nebeneinanderliegende Metallplatten und schliesst dadurch ebenfalls den Strom. Diese Einrichtung, die nur einen sehr schwachen elektrischen Strom nötig hat, bewährt sich recht gut.

Um den Starkstrom nicht immer direkt benutzen zu müssen wird für gewöhnlich ein Akkumulator so in den Stromkreis eingeschaltet, dass er die Stromquelle für die Uhr bildet, während er selbst durch den Lichtstrom von Zeit zu Zeit geladen wird, ohne dass dabei die erste Verbindung unterbrochen wird.

Die Wirksamkeit der Seismographen hängt von dem Pendel ab, gleichviel wie dessen Konstruktion ist; dazu kommt noch die Reibung als Störungsursache, die Dämpfung und die Registriergeschwindigkeit nebst der Feinheit der Registrierung.

Bezeichnet L die Länge des Pendels, d. h. des Abstandes des Schwerpunktes der Masse von der Drehachse und T seine Schwingungsdauer, so besteht die bekannte Beziehung:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

wo g die Intensität der Schwerkraft bedeutet. Zählt man T in Zeitsekunden und L in Metern, so ist genügend genau

$$T = 2 \sqrt{L}$$

Ist das Pendel mit einer Schreibspitze versehen, deren Entfernung von der Achse des Pendels gleich J ist, so wird die *Neigungsempfindlichkeit* E für den Ausschlag für eine Bogensekunde rund:

$$E = \frac{J}{206265} \text{ in mm}$$

worin J die *Indikatorlänge* bedeutet. Für *sehr langsame Bodenbewegungen* ist J zugleich ein Mass für die *Empfindlichkeit*.

Die *Vergrösserung*, mit welcher *sehr schnelle Bodenbewegungen* aufgezeichnet werden, liefert die Gleichung

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

Es ergänzen also die beiden Grössen V und J einander bei der Bestimmung der verschiedenen Wellen.

Zwei von einander unabhängige Grössen genügen, um die übrigen ableiten zu können. L findet man aus der Schwingungszeit des frei schwingenden Pendels. In der ersten Zeit wurde die Schwingungsdauer auf 14 Sek. gebracht, sodass die Länge des entsprechenden mathematischen Pendels 49 m beträgt; mit der Zeit ging diese auf 12 Sek. zurück, sodass dadurch auch die Länge des äquivalenten mathematischen Pendels nur noch 36 m ist.

Diese grössere Schwingungsdauer wurde aus dem Grunde gewählt, weil erfahrungsgemäss die in Europa auftretenden Beben kleinere Wellenlängen als 12 Sek. aufweisen, welche dann besser aufgezeichnet werden können.

Die Empfindlichkeit kann man in der folgenden Weise bestimmen: Man legt auf das Pendelgewicht ein kleineres Gewicht p , etwa 10 bis 20 g, in der Entfernung s vom Mittelpunkt auf. Sei dann a der durch die Auflage des Gewichts entstandene Ausschlag des Schreibarms in mm, so wird, wenn p gerade in der Richtung der Komponente aufgelegt wurde

$$a : J = \frac{p \cdot s}{H} : M$$

oder

$$J = a \cdot \frac{M}{p} \cdot \frac{H}{s}$$

wenn M die Masse des Pendels (1000 kg) und H die Höhe des Pendelschwerpunktes über der Biegeebene der untern Stützfeder bedeuten.

Es entspricht nämlich dem Gewichte p ein horizontaler Zug $\frac{p \cdot s}{H}$ im Schwerpunkt, also einer Neigung

$$i = \frac{p \cdot s}{H} : M \text{ und } a = iJ.$$

Bei unserem Pendel wurde bei 14 Sek. Schwingungsdauer die äquivalente Indikatorlänge J zu 9500 m gefunden, wobei die äquivalente Pendellänge 49 m betrug. Es war daher die Vergrösserung rund 200fach für sehr schnelle Bewegungen ohne Rücksicht auf die allfällig noch vorhandene Reibung. Der Ausschlag E für eine Bogensekunde entsprach dabei 46 mm. Man erkennt aus diesen Zahlen die hohe Empfindlichkeit, welcher das Wiechertsche astatistische Pendelseismometer fähig ist.

Die oben gegebene Formel für V gibt nur die Vergrösserung *sehr schneller* Erschütterungen. Bei andern periodischen Schwingungen des Erdbodens muss man die Reibungs- und Dämpfungsverhältnisse berücksichtigen und erhält dann die Vergrösserung der Amplitude der Bodenbewegungen im Diagramm aus:

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

worin t die Störungsperiode und τ die Relaxionszeit bedeuten. Letztere wird aus dem Dämpfungsverhältnis $E : 1$ gefunden nach der Formel

$$\frac{T^x}{2\tau} = \log. \text{ nat } E$$

wenn T^x die wirkliche Schwingungsperiode bei eingeschalteter Dämpfung bedeutet. Diese hängt mit der reduzierten (ohne Dämpfung) Schwingungsperiode wie folgt zusammen:

$$T = T^x : \sqrt{1 + \left(\frac{T^x}{2\pi\tau}\right)^2}$$

Man erkennt leicht, dass für Amplituden unterhalb der Eigenschwingung T des Pendels, V von \mathfrak{B} nicht stark abweicht, darüber aber eine sehr rasche Abnahme in der Vergrösserung erfolgt. Für das Dämpfungsverhältnis 10 : 1 wird z. B., wenn $T = 12^s$ ist, die Vergrösserung \mathfrak{B} im Seismogramm:

$t = 0^s$	5^s	10^s	12^s	20^s	30^s	40^s	50^s	60^s
$\mathfrak{B} = 200$	209	200	180	77	34	19	12	8

Nur bei raschen Schwingungen oder wenn alle Wellen gleich lang sind, gibt daher das Diagramm ein äquivalentes Bild der Bodenbewegungen. In allen andern Fällen trifft dies nicht zu, da dann gleich grossen Ausschlägen verschiedenen grosse Bodenbewegungen entsprechen.

Es ist daher beim Lesen der Erdbebenaufzeichnungen darauf zu achten, dass die Amplituden stark von den Schwingungszeiten der Wellen abhängen und erst die Reduktion die wirkliche Bodenbewegungen gibt.

Die Bauten für das eidg. Schützenfest in Zürich 1907.

Das sehr unregelmässige und stark abfallende Gelände des für das eidg. Schützenfest 1907 in Zürich bestimmten Festplatzes im Albisgütli bot für eine günstige Stellung und Anlage der einzelnen Bauten erhebliche Schwierigkeiten. Links von der Albisgütlistrasse sollte der eigentliche Schiess- und Festplatz, rechts von derselben der Vergnügungspark bzw. „Budenplatz“ erstehen, beide getrennt und doch in einheitlicher dekorativer Zusammenfassung. In der Verlängerung der zurzeit bestehenden Schiesshalle, jedoch infolge des Gefälles etwa 8 m tiefer, wird die neue *Schiesshalle* in der Länge von 200 m errichtet. Sie enthält 143 Schiessstände von 1,40 m Breite, sowie die nötigen Bureaux, Kassen, Erfrischungsräume usw. Eine Treppenanlage verbindet die beiden Schiesshallen, die zusammen für 226 Feldscheiben bemessen sind, wozu noch 30 Revolverscheibenstände kommen (vergl. den Lageplan S. 212).

Die *Festhütte* liegt der Schiesshalle diagonal gegenüber längs dem Gänzilooweg. Sie fasst bei einer Länge von 110 m und einer Breite von 40 m 4264 Banketierende. Das Podium hat eine Tiefe von 20 m auf 40 m Breite.

Um das natürliche Gefälle von 6 m in der Diagonalen der Hütte ohne zu grosse Aufschüttung auszugleichen, wurde dem Boden im Querprofil ein Gefälle von 4‰, im Längsprofil ein solches von 2‰ gegeben. Der Küchenanbau, dessen Fussboden 3,5 m über Boden liegt, misst 25 × 68 m, also 1700 m²; der darunter liegende Raum dient als Keller und zur Aufbewahrung von Vorräten. In Verbindung mit der Festhütte liegt ostwärts, direkt der Schiesshalle gegenüber die Bierhütte, 25 m breit und 50 m lang. Sie enthält 1660 Sitzplätze, sowie ein geräumiges Buffet und kleinere Küchenanlagen.