

Seismische Berichte der Württembergischen Erdbebenwarten für das Jahr 1931.

Einleitung.

Mit diesem Bericht liegen 6 Jahrgänge der neuen Reihe der Württ. Erdbebenberichte vervielfältigt vor, 1926-1931. Während der Jahre 1919-1925 waren die Instrumente in Hohenheim (1 Mainkapendel, M=450 kg, NS-Komp., ab August 1925 auch die EW-Komp.; 2 Horizontalpendel, M=50 kg; zeitweise auch das Trifilargravimeter nach Aug. Schmidt) und während der Jahre 1920-1925 auch die Instrumente in Ravensburg (2 Mainkapendel, M=450 kg; 1 Conradpendel, M=23 kg, NS-Komp.) in regelmässigem Betrieb. Die erhaltenen Registrierungen wurden laufend ausgewertet; die Auswertungen konnten aber nicht vervielfältigt und zum Austausch gebracht werden. Auskünfte über diese Zeit werden auf Anfrage jederzeit gerne erteilt von der Meteorol.-Geophysikal. Abteilung des Württ. Statistischen Landesamts in Stuttgart, wo sämtliche Seismogramme der Württ. Erdbebenwarten aufbewahrt werden. Die alte Reihe der Württ. Erdbebenberichte umfasst die Jahrgänge 1905-1918, damals noch in Buchdruck erschienen. Sie sind veröffentlicht unter dem Titel: Nachrichten von der Hohenheimer Erdbebenwarte und Erderschütterungen in Württemberg, herausgegeben vom Kgl. Württ. Statistischen Landesamt, bearbeitet von Prof. Dr. K. Mack-Hohenheim. Den Jahrgängen 1911-1917 sind auch die Ergebnisse der Biberacher Registrierungen beigelegt. Diese Warte in Biberach ist im Jahre 1917 wieder eingegangen. An ihre Stelle trat die Ravensburger Warte, die zwar im Sommer 1914 schon betriebsbereit war, aber erst nach dem Weltkrieg den normalen Betrieb aufnehmen konnte.

Die Geschichte des Erdbebendienstes in Württemberg wurde bis zum Jahre 1925 ausführlich von Herrn Professor Mack geschildert.¹⁾ Im folgenden seien in Kürze die seither eingetretenen, wichtigsten Änderungen angegeben. Nachdem schon die Hohenheimer und Ravensburger Seismogramme der Jahre 1924 und 1925 vorübergehend in Stuttgart ausgewertet worden waren und die Ausarbeitung der 3 nachfolgenden Jahre 1926 bis 1928 wieder in Hohenheim erfolgt war, wurde im Jahr 1929 die gesamte Verarbeitung der Seismogramme endgültig nach Stuttgart verlegt und der Unterzeichnete damit beauftragt. - Im Sommer des gleichen Jahres konnte ein Vertikalseismometer nach Galitzin-Wilip angeschafft werden. Seine Aufstellung in der Hohenheimer Erdbebenwarte schied wegen Platzmangels und ungenügender Temperaturkonstanz in diesem Raum von vornherein aus. Da auch sonst kein geeigneter Raum in Hohenheim zu finden war, und ein Neubau oder auch nur eine Vergrößerung der seitherigen Warte wegen der hohen Kosten nicht in Betracht kam, wurden 2 Untergeschossräume in der Villa Reitzenstein in Stuttgart dafür in Aussicht genommen.²⁾ Eingehende Versuche über die Eignung dieser Räume (Fehlen von Verkehrsstörungen, guter Untergrund, Temperaturkonstanz, genügende Trockenheit u. dgl.) verliefen sehr befriedigend, liessen sogar diese Räume in mancher Beziehung als geradezu ideal für diese Zwecke erscheinen. Als dann im Winter 1929/30 noch 2 Horizontalseismometer nach Galitzin-Wilip und eine Riefler'sche Sekundenpendeluhr mit Nickelstahlpendel, Temperatur- und Luftdruckkompensation angeschafft werden konnten, wurde mit der vollständigen Einrichtung dieser Räume begonnen. In regelmässigem Betrieb sind alle 3 Instrumente seit 24. Februar 1930. Ausserdem fanden in diesen Räumen 2 Ho-

¹⁾ K. M a c k ,
Geschichte der Hohenheimer Erdbebenwarte von ihren Anfängen bis zum Jahr 1925; Württ. Jahrbücher für Statistik u. Landeskunde, Jahrgang 1925/26, S. 87-98.

²⁾ Näheres darüber: E. Kleinschmidt, Eine neue württembergische Erdbebenwarte. Zeitschrift f. Geophysik, 6. Jahrg. 1930, S. 370-376.

- II -

Horizontalschwerpendel mit Rußregistrierung Aufstellung. Es sind dies die 2 Horizontalpendel, die früher in Eiberach standen und die in der Werkstätte der Meteorol.-Geophysikalischen Abteilung des Württ. statistischen Landesamts vollständig umgebaut wurden (Vermehrung der Masse auf 80 kg, Aufhängung der Masse wie beim Mainkapendel, neue Hebelübertragung zur Vergrößerung der Bodenbewegung, magnetische Dämpfung). Gegenwärtig sind dafür 2 neue Registrierwerke in unserer Werkstätte im Bau für Registriergeschwindigkeiten von 30 u. 60 mm/Min. Es ist geplant, diese beiden Instrumente später im Erdbebengebiet der Schwäbischen Alb aufzustellen; deshalb die hohe Registriergeschwindigkeit von 60 mm/Min.

Die 3 neuen Galitzin-Wilip-Seismometer waren in den nahezu 2 Jahren ohne nennenswerte Unterbrechung in Betrieb. Obwohl die Temperaturschwankungen im Seismometerraum sehr gering sind (höchstens 0.2 bis 0.3 Grad innerhalb 24 Stunden), war es bei der Vertikalkomponente anfangs doch schwer, sie bei 12 Sekunden Eigenperiode immer im Gleichgewicht zu halten. Zur Abhilfe wurde über das Glasverdeck noch ein dicker Filzkasten gestülpt und die Eigenperiode vorübergehend auf 10 bis 11 Sekunden verkürzt. Eine genaue Einjustierung der Temperaturkompensation war nämlich in der ersten Zeit dadurch erschwert, dass die elastische Nachwirkung der Aufhängefedern nach jeder Entspannung ziemlich lange (mehrere Monate) anhält. Derartige Entspannungen der Aufhängefedern wurden anfangs für Versuchszwecke einige Male vorgenommen. Nachdem aber mehrere Monate nach der letzten Entspannung die Temperaturkompensation endgültig einreguliert werden konnte, macht jetzt die Erhaltung des Gleichgewichts auch bei 12 Sekunden Eigenperiode keinerlei Schwierigkeit mehr.

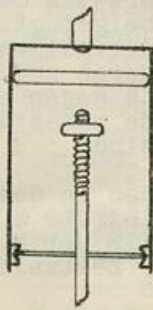
Bei der Wahl der Vergrößerung der 3 Seismometer waren folgende 2 Gesichtspunkte massgebend: möglichst gross, aber für alle 3 Komponenten gleich. Die geographische Lage und der Untergrund der Stuttgarter Warte gestatten auch im Winter trotz der lebhafteren Bodenunruhe eine ziemlich starke Vergrößerung. Nach den bisherigen Erfahrungen sind es nur einige wenige Tage im Winter, an denen sich die stark vergrößerte Bodenunruhe störend bemerkbar macht (leider wird von den Galitzin-Seismometern mit 12 Sekunden Eigenperiode gerade die bei der Bodenunruhe häufige Periode von 6-7 Sekunden am meisten vergrößert). Wollte man auf den Vorteil der gleichen Vergrößerung bei allen 3 Komponenten nicht verzichten, so war bei unseren Instrumenten die obere Grenze der Vergrößerung durch die Vertikalkomponente gegeben. Bei möglichster Annäherung der Induktionsmagnete ergibt sich ein Übertragungsfaktor von etwa 105. Ein Vertauschen von Dämpferplatte und Induktionsrahmen zur Erzielung eines grösseren Übertragungsfaktors schien nicht ratsam, da die Dämpfermagnete sowieso schon sehr einander genähert werden müssen, um noch aperiodische Dämpfung zu liefern. Bei den beiden Horizontalkomponenten wäre dagegen mit Leichtigkeit ein Übertragungsfaktor von etwa 140 zu erreichen. Da ausserdem die reduzierte Pendellänge der beiden Horizontalseismometer kleiner ist (ca 11 cm) als die des Vertikalseismometers (ca 15 cm), so würde unter sonst gleichen Umständen die Vergrößerung des Vertikalseismometers ziemlich hinter der der beiden Horizontalseismometer zurückbleiben. Um nun diesen grossen Unterschied einigermassen auszugleichen, wurde im vorigen Sommer der Registrierabstand bei der Vertikalkomponente von 100 cm auf 150 cm erhöht; die Helligkeit der 6-Volt-Lämpchen (von Daimon-Berlin) reicht auch hier noch vollkommen aus. Die erreichbare maximale Vergrößerung der Vertikalkomponente beträgt dann rund 1300; dieselbe Vergrößerung der Horizontalkomponenten erhält man bei einem Übertragungsfaktor von etwa 120.

Die beiden Horizontalschwerpendel dienen gelegentlich zur Ergänzung der Galitzinregistrierungen bei sehr starken Beben, leisteten aber auch bei schwachen Nahbeben sehr gute Dienste. Da diese beiden Instrumente nach Fertigstellung der neuen Registrierwerke im Herdgebiet der Südwestalb aufgestellt werden sollen, wurden sie seit ihrem Umbau speziell auf ihre Eignung zur Registrierung von Nahbeben beob-

achtet. Besonderer Wert wurde auf eine möglichst grosse Empfindlichkeit gelegt. Die Masse von 80 kg gestattet eine Vergrößerung bis zu 70fach bei noch recht guter Empfindlichkeit, vorausgesetzt dass für möglichst kleine Reibung gesorgt wird. Die beiden Hauptquellen der Reibung liegen in der Hebelübertragung zur Vergrößerung und an der Auflagestelle der Schreibspitze auf dem beruften Papier. Durch gute Lagerung in Lochsteinen und Aufhängung der senkrechten Hebelachse lässt sich die Achsenreibung auf ein sehr kleines Maß zurückdrängen; heikler ist die Reibung an der Übertragungsstelle des kürzeren Hebelarms. Es gibt für diese Übertragung eine Reihe brauchbarer, mechanischer Lösungen; da aber auch bei stärkeren Stößen auf sicheres Arbeiten grösster Wert gelegt wurde, gelangte die einfache Gabelübertragung zur Anwendung. Längere Versuche in dieser Beziehung haben gezeigt, daß sie bei sauberer, mechanischer Durchführung ebenfalls sehr leistungsfähig ist und dabei grösste Sicherheit gewährleistet. Am vorderen Ende der von der Masse kommenden Stoßstange sitzt eine gewöhnliche Gabel, in der senkrecht ein etwa 2 mm starker, gehärteter Stahlstift mittels Spitzenlager angebracht ist, sodass der Stift sicher sitzt, aber doch leicht rotieren kann. Dieser Stift greift nun in die eigentliche, horizontal liegende Übertragungsgabel ein, die den kleinen Hebelarm des Vergrößerungshebels bildet. Die Innenseiten dieser Gabel sind als messerscharfe, gehärtete Schneiden ausgebildet; die beiden Berührungstellen zwischen Gabel und Stift sind also minimal. Der Stift muss allerdings sehr genau eingepasst werden, daß er "weder klemmt, noch Luft hat". Die mit dieser Übertragung aufgenommenen Reibungsfiguren sind sehr befriedigend ausgefallen.

Der zweite heikle Punkt ist die Reibung der Schreibspitze. An und für sich lässt sich diese durch Ausbalanzieren zwar beinahe beliebig klein machen; erfolgt aber die Zeitmarkierung durch Abheben der Schreibspitze, so muss die Lagerung der Schreibfeder fast reibungsfrei sein, damit die Spitze jedesmal wieder sicher auf dem Papier aufsetzt. Diese sehr leichte Lagerung der Schreibfeder lässt sich umso eher erreichen, je leichter diese ist. Deshalb wurde längere Zeit als Schreibfeder der sehr dünne Halm eines Waldgrases benützt, der trotz seiner geringen Stärke noch sehr steif ist. Leider erwies er sich als leicht hygroskopisch; durch längeres Imprägnieren in Schellacklösung unter der Luftpumpe wurde dies zwar besser, aber ganz verlor sich diese üble Eigenschaft nicht. Bei der sehr leichten Lagerung der Schreibfeder u. der fast bis aufs äusserste getriebenen Ausbalanzierung genügte schon eine Abnahme der relativen Feuchtigkeit um 2-3 %, und die Spitze setzte nicht mehr auf dem Papier auf. Deshalb benütze ich in letzter Zeit als Schreibfedern ganz dünne Aluminiumröhrchen, hergestellt aus 0,05 mm starker Aluminiumfolie. Sie besitzen zwar nicht ganz die Festigkeit der Grashalme und müssen dementsprechend vorsichtiger behandelt werden, sind aber nicht viel schwerer als diese.

Um eine möglichst leichte, und doch sichere Lagerung der Schreibfeder zu erhalten, wurde folgendermassen verfahren: Die Gabel, die die Schreibfeder trägt, wurde wie gewöhnlich aus einem dünnen Aluminiumstreifen hergestellt. An den Gabelenden wurde mit Schellack innen je ein kleiner Achatstein ange kittet, in den ein sehr feiner Hohlkonus eingeschliffen ist. In diesen Hohlkonussen sitzen die Spitzen der Schreibfederachse. Um nun den Druck auf die Spitzen möglichst klein machen zu können, eben gerade so gross, daß die Schreibfeder keine Seitenluft hat, wurde im hinteren Teil der Gabel eine Spreize aus einem Aluminiumröhrchen oder auch aus einem Strohhalm eingesetzt. Diese Spreize lässt sich mit Hilfe einer Pinzette vor- oder zurück-schieben und damit lässt sich leicht gerade die richtige Öffnung der Gabel in ihrem vorderen Teil einstellen. Bei dünner Beruftung ist so leicht eine wirkliche "Arbeitsreibung" $\frac{1}{10} = 0,001$ mm/sec² zu erreichen (bei $V = ca 65$).



In Hohenheim sind wesentliche instrumentelle Änderungen seit dem Jahr 1925 nicht eingetreten. Da nach der Inbetriebnahme der 3 Galitzin-Wilip-Seismometer in Stuttgart die Hauptaufgabe der Hohenheimer Mainka-

- IV -

pendel die Registrierung von Nahbeben ist, wurde deren Registriergeschwindigkeit ab 14. April 1931 von 15 mm/Min. auf 30 mm/Min. erhöht; eine spätere Erhöhung auf 60 mm/Min. ist in Aussicht genommen. Bei den beiden Horizontalpendeln wurde die Masse von 50 auf 60 kg vermehrt (ab 25. Mai 1931), sodass die Vergrößerung etwas gesteigert werden konnte. Die Instrumente werden monatlich einmal von dem Unterzeichneten nachgesehen und dabei deren Konstanten nachgeprüft.

In Ravensburg sind ebenfalls keine wesentlichen instrumentellen Änderungen eingetreten. Die Registriergeschwindigkeit der beiden Mainkapendel wurde wegen der Nahbeben schon Mitte Dezember 1930 von 15 mm/Min. auf 30 mm/Min. erhöht. Eine zweite Komponente des Conradpendels ist fertig bis auf das zugehörige Registrierwerk, wozu leider augenblicklich die nötigen Geldmittel fehlen. Im Herbst 1931 konnte der Unterzeichnete 2 Tage lang in Ravensburg sein, um die Instrumente nachzusehen. Der Besuch galt in erster Linie der Verminderung der Reibung.

Bei der Bearbeitung der Seismogramme und der Veröffentlichung der Auswertungen wurden folgende Richtlinien zugrunde gelegt: Für Fernbeben genügen im allgemeinen die Angaben nach den Stuttgarter Galitzin-Seismometern; es werden deshalb nur diese mitgeteilt. Bei Beben bis zu 1000-2000 km werden auch noch die Ravensburger Registrierungen aufgeführt, da bei ihnen der Stationsabstand Stuttgart-Ravensburg (rund 100 km) schon mehr ins Gewicht fällt. Nur für die ausgesprochenen Nahbeben ist auch Hohenheim noch hinzugenommen (Stationsabstand Stuttgart-Hohenheim $6\frac{1}{2}$ km.), auch schon deswegen, weil ganz kurzperiodische Wellen von den Hohenheimer Mainkapendeln stärker vergrößert werden als von den Stuttgarter Galitzinseismometern (Eigenperiode 12 sec.) und den Horizontalpendeln.

Die Bezeichnungsweise der Wellen ist die Gutenberg'sche, bei Nahbeben die von Mohorovičić u. Conrad. Als Laufzeitkurven wurden im allgemeinen die mittleren "Frankfurter Laufzeitkurven 1928" von B. Gutenberg benützt, falls nicht von vornherein Anzeichen für tiefliegenden Herd vorlagen. Soweit die Auswertungen anderer Stationen bis zum Abschluss der Halbjahresberichte zur Verfügung standen, wurden diese zu einer vorläufigen Bestimmung der Herdlage mitbenützt. Wo von anderer Seite schon eine zuverlässige Herdangabe vorlag, wurde diese übernommen; dies ist jeweils vermerkt. -- Bei den Zeitangaben ist keinerlei Verspätungskorrektur angebracht, auch nicht für die Maxima der sinusförmigen Oberflächenwellen (Untersuchungen hierüber von Berlage, Scrase und Somville). Oft ist es bei den letzteren sogar unmöglich, ein einzelnes ausgesprochenes Maximum herauszugreifen, wenn eine Reihe gleichwertiger Maximalausschläge aufeinander folgen (manchmal mehrere Minuten lang). In diesen Fällen ist das ganze Zeitintervall, in dem die Maximalwellen liegen, unter M angegeben. Ist eine Unterscheidung über den vorwiegenden Wellencharakter -- Oberflächen-Querwelle oder Rayleighwelle -- möglich, so wird ein (Q) oder ein (R) beigelegt. Die Indices für die 3 Komponenten stehen für gewöhnlich in der Reihenfolge Z, N, E. Weicht die Reihenfolge hiervon ab, so soll dadurch zum Ausdruck gebracht werden, daß die zuerst genannte Komponente gegenüber den anderen besonders stark ausgebildet ist. Davon wurde namentlich dann Gebrauch gemacht, wenn keine Amplituden angegeben sind.

Die Uhrkorrekturen in Stuttgart und Hohenheim werden in den allermeisten Fällen nach dem Zeitsignal des Eiffelturms ($10\frac{1}{2}$ Uhr M.E.Z.), die von Ravensburg öfters auch nach dem Nauener Signal (13 Uhr M.E.Z.) bestimmt. Die später herausgegebenen Verbesserungen der Zeitzeichen sind in den Auswertungen nicht berücksichtigt.