

A n h a n g

Bearbeitet von Dr. W. Hiller.

A. Makroseismischer Bericht aus Württemberg und Hohenzollern für das Jahr 1931.

Stärkegrade nach der Mercalli-Sieberg'schen Skala geschätzt
(z.B. bei A. Sieberg, Erdbebenkunde Jena 1923, S.102).

Sämtliche Zeitangaben in M.E.Z.

8. Januar: 21^h45^m und 23^h45^m in Saulgau leichtes Zittern der Möbel, begleitet von unterirdischem Rollen, wahrgenommen.- Die Instrumente in Ravensburg haben um diese Zeiten nichts registriert.

8. März: Kurz vor 3^h in Weilderstadt ganz leichtes Zittern; Richtung anscheinend Osten. Von einer sehr empfindlichen Beobachterin wahrgenommen.- Kann mit dem Beben in Mazedonien um diese Zeit in Zusammenhang stehen.

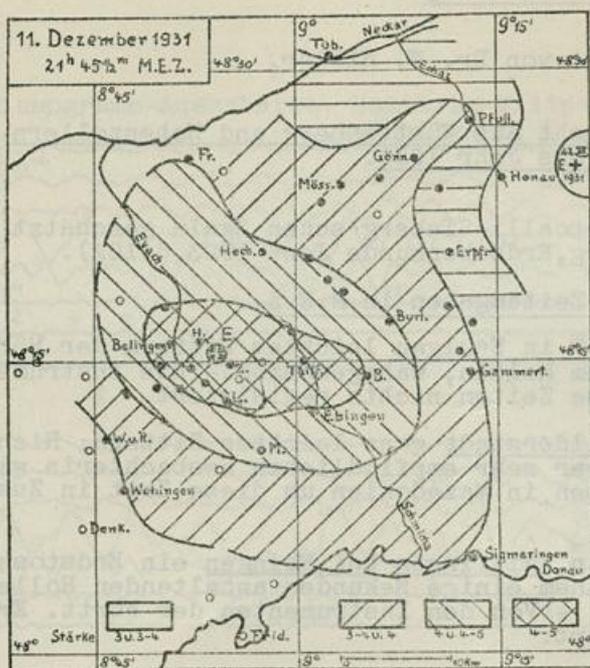
24. Juli: Gegen 16^h wurde in Tailfingen bei Ebingen ein Erdstoss wahrgenommen; er war von einem einige Sekunden anhaltenden Rollen begleitet (Zeitungsnotiz). - Von den Instrumenten der Württ. Erdbebenwarten nicht registriert.

11. Dezember, 21^h45^m: Beben in der Ebinger-Balinger Gegend. Für dieses Beben sind von 55 Orten Beobachtungen eingelaufen; von 39 bejahende, von 16 verneinende. Die Verteilung nach Stärkegraden ist folgende:

<u>Stärke 4-5:</u>	<u>Stärke 4:</u>	<u>Stärke 3-4:</u>	<u>Stärke 3:</u>
Balingen (3 Beob.)	Meßstetten	Hausen a.d.L.	Honau
Ostdorf	Rosswangen	Bronnen	Erpfingen
Heselwangen	Dotternhausen	Mägerkingen	Genkingen
Endingen	Frommenhausen	Pfullingen	Tübingen
Weilheim u.L.	Hechingen	Gönnigen	
Frommern	Schlatt	Mössingen	<u>Stärke 2:</u>
Dürrwangen	Jungingen	Belsen	Weilderstadt
Laufen/Eyach	Killer	Oschingen	(Einzelbericht
Zillhausen	Burladingen	Wehingen	einer sehr empfindlichen
Bitz (2)		Weilen u.R.	Beobachterin.
Ebingen (2)		Sigmaringen	
Tailfingen		Gammertingen	
Onstmettingen			

Angeblich nicht wahrgenommen wurde das Beben in: Burgfelden, Pfeffingen, Winterlingen, Unterdisgheim, Erlaheim (O/A Balingen); Denkingen, Schörzingen (O/A Spaichingen); Kolbingen, Irrendorf, Fridingen (O/A Tuttlingen); Dautmergen, Böhringen (O/A Rottweil); Talheim, Hemmendorf (O/A Rottenburg); Rotenzimmern O/A Sulz; Münsingen.

Auf Grund der positiven Beobachtungen wurde der etwaige Verlauf der Isoseisten festgelegt, wie er in der Kartenskizze eingezeichnet ist (ausgefüllte Ringchen sind positive Beobachtungen, leere Ringchen negative). Am stärksten waren die Erschütterungen zwischen dem oberen Eyach- und Schmichatal; das mikroseismisch gefundene Epizentrum fällt ebenfalls in diese Gegend (in der Kartenskizze mit E bezeichnet, zwischen Zillhausen und Heselwangen). Die Ab-



nahme der Bebenstärke nach aussen geht verhältnismässig langsam vor sich; die Grenziseiste ist aber grösstenteils schon die Iseiste 3-4. Nur in der Tübinger-Reutlinger Gegend liess sich noch die Iseiste 3 andeuten. Die Einzelbeobachtung (Stärke 2) in Weilderstadt in einer Entfernung von etwa 55 km vom Epizentrum, die zweifellos reell ist, wurde beim Zeichnen der Iseisten nicht weiter berücksichtigt. Die geringen Unterschiede der Bebenstärke im engeren Epizentralgebiet sprechen eher für einen tiefliegenden als für einen oberflächlichen Herd. Bei einem oberflächlichen Herd u. der Reichweite der Erschütterung wäre es auch kaum denkbar, daß in einigen Dörfern ganz in der Nähe des Epizentrums nichts wahrgenommen wurde; dabei ist allerdings noch zu beachten, daß um die fragliche Zeit wohl der grösste Teil gerade der ländlichen

Bevölkerung schon im besten Schlaf lag.

22. Dezember, 3^h48^m: Beben in der Reutlinger-Uracher-Münsinger Gegend. Im ganzen liegen aus 80 Orten Beobachtungen vor; 55 mit bejahender, 25 mit verneinender Antwort.

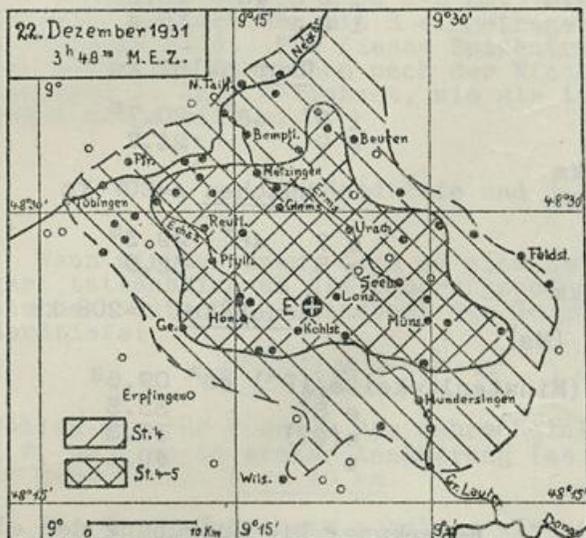
Verteilung nach Stärkegraden:

<p><u>Stärke 5:</u></p> <p>Kleingstingen Pfullingen</p> <p><u>Stärke 4-5:</u></p> <p>Reutlingen (8 Beob.) Genkingen Grossengstingen Honau Oberhausen Unterhausen Holzelfingen Eningen u.A. Wannweil</p> <p>Urach Sondelfingen Metzingen Neuhausen/Erms Glerns Seeburg Böhringen Hengen Trailfingen Lonsingen</p>	<p><u>Stärke 4-5:</u> (Fortsetzung)</p> <p>Münsingen Auingen Kohlstetten Apfelstetten Gomadingen Magolsheim</p> <p>Degerschlacht Rommelsbach</p> <p>Frickenhausen Linsenhofen</p> <p><u>Stärke 4:</u></p> <p>Stockach</p> <p>Grabenstetten Zainingen Bempflingen</p>	<p><u>Stärke 4:</u> (Fortsetzung)</p> <p>Ennabeuren Feldstetten Phestetten Wilsingen Hundersingen Indelhausen</p> <p>Tübingen Jettenburg Wankheim Oferdingen Pfrondorf Mähringen Altenburg Lustnau</p> <p>Neckartailfingen Neckarhausen Neckartenzlingen Raidwangen Beuren Kohlberg</p>
--	--	---

- A3 -

Angeblich nicht wahrgenommen wurde das Beben in: Erpffingen, Mägerkingen, Ohmenhausen (O/A Reutlingen); Wittlingen, Sirchingen, Hülben, Gruorn (O/A Urach); Justingen, Oberstetten, Gundelfingen, Aichelau, Pfronstetten, Aichstetten, Emeringen, Bichishausen (O/A Münsingen); Kilchberg, Häslach, Bebenhausen, Weilheim, Schlaitdorf (O/A Tübingen); Erkenbrechtsweller (O/A Nürtingen), Hemmendorf, Talheim, Frommenhausen (O/A Rottenburg); Tailfingen (O/A Balingen).

Den etwaigen Verlauf der Isoseisten zeigt die Kartenskizze (ausgefüllte Ringchen positive, leere Ringchen negative Beobachtungen). Das eigentliche Epizentralgebiet mit der ziemlich gleichmässigen Stärke 4-5 umfasst einen grossen Teil der Reutlinger, Uracher und Münsinger Alb. Nach aussen anschliessend ist noch ein Ring mit der Stärke 4 feststellbar; die Grenziseiste 4 ist aber schon recht unsicher; wahrscheinlich liegt sie noch etwas weiter aussen als angedeutet. Mit dem Grad 4 hören die Beobachtungen auf, da um diese Zeit noch fast alles schlief und so die geringeren Stärken der Beobachtung entgingen. Das mikro-seismisch gefundene Epizentrum ist in der Skizze mit E bezeichnet; es liegt in der Nähe von Lonsingen und Kohlstetten, etwa in der Mitte zwischen Echaz- und Ermsursprung. Auch bei diesem Beben sprechen die geringen Unter-



terschiede der Bebenstärke innerhalb eines grösseren Gebiets für einen tief liegenden Herd. In der Nähe des Epizentrums liegen wiederum einige Orte, von denen entweder gar keine Beobachtung (obwohl sämtliche Bürgermeisterämter dieser Gegend zur Berichterstattung aufgefordert waren) oder eine negative einging.

B. Mikro-seismische Bearbeitung der beiden Alb-Beben am 11. und 22. Dezember 1931.

1.) Das Beben am 11. Dezember:

Registriert wurde das Beben an folgenden 10 Erdbebenwarten: Hohenheim, Stuttgart, Ravensburg, Strassburg, Zürich, Heidelberg, Nördlingen, Chur, München u. Neuchâtel. Von den ausserwürttembergischen Warten wurden mir die Originalseismogramme in freundlicher Weise auf kurze Zeit zur Einsicht überlassen, wofür auch an dieser Stelle nochmals bestens gedankt sei. Laut freundlicher Mitteilung wurde das Beben nicht mehr registriert in Karlsruhe, auf dem Feldberg i.T. und in Innsbruck.

- A4 -

Die Auswertung der Seismogramme ergab:

(zu ergänzen ist jeweils 20ⁿ Gr.Zt.)

<u>Hohenheim</u> $\Delta=56$ km			<u>Heidelberg</u> $\Delta=130$ km.		
e _N P*	45 ^m	43.7 ^S	e P*	45 ^m	(56) ^S ($\pm 1-2$; Minu ^{ten} →)
e _E Q		49.5	i S*	46 ^m	(11.5) länge nur 6 mm)
i _E Q		49.7			
i S*		51.6			
<u>Stuttgart</u> $\Delta=62$ km			<u>Nördlingen</u> $\Delta=137$ km		
e _N P*	45 ^m	44.5 ^S	e P*	45 ^m	56.9 ^S
i _E !Q		51.0	i S*	46 ^m	13.3
e _E Q		52.5	i Q		15.4
e _E S*		53.6			
i!(L?)		54.6	<u>Chur</u> $\Delta=167$ km		
i _E		56.6	i S*	46 ^m	20.7 ^S
			e Q		24.7
<u>Ravensburg</u> $\Delta=75$ km			<u>München</u> $\Delta=207$ km		
e Q	45 ^m	54.5 ^S	e ?	46 ^m	29.3 ^S
e S*		56.7	e S*		32.0
<u>Strassburg</u> $\Delta=93$ km			<u>Neuchâtel</u> $\Delta=208$ km		
e _E P*	45 ^m	(49.5) ^S (Ms)	e _z (P*)	46 ^m	09.6 ^S
e _E Q		53.1	e S*		33.3
i!Q(S*)	46 ^m	(01.2) (Minutenlücke)	e(Q?)		38.3
i		07.8	e		40.1
<u>Zürich</u> $\Delta=104$ km			Bemerkung: Die Zuordnung der einzelnen Einsätze erfolgte nach den im Laufe der Untersuchung gewonnenen Ergebnissen; die ermittelte Herdtiefe von 30-40 km schliesst das Auftreten der reinen P-Welle aus.		
e _z P*	45 ^m	51.5 ^S			
i _z ; e _E P _N		52.5			
i _z E		53.1			
e _z		54.3			
e _N		55.3			
e!Q(S*)	46 ^m	04.4			
i _{N,E} ; e _z		05.5			
i		06.4			
i		08.1			
i _E !(L?)		09.4			

Nach dem Aussehen der Registrierungen handelt es sich bei den ersten Einsätzen in Hohenheim, Stuttgart, Strassburg und Zürich um die direkte longitudinale Welle (wie sich später herausstellen wird, ist es die P*-Welle). Die Einsätze 49.7 in Hohenheim, 51.0 in Stuttgart, 54.5 in Ravensburg, (01.2) in Strassburg und 04.4 in Zürich entsprechen ebenfalls einander und rühren von einer transversalen, vermutlich der Scherungsoberflächenwelle Q her. Nehmen wir für die direkte longitudinale Welle als Geschwindigkeit 5.6 bis 5.7 km/sec. und für Q 3.2 km/sec. an, so erhalten wir für 4 Stationspaare ziemlich unabhängig von der Herdtiefe:

Δ Zürich	-	Δ Strassburg	= ca 11 km	} nach der P*-Welle
Δ Straßburg	-	Δ Stuttgart	= ca 29 km	
Δ Ravensburg	-	Δ Stuttgart	= ca 11 km	} nach der Q-Welle
Δ Straßburg	-	Δ Ravensburg	= ca 21 km	

Bei dem zuletzt genannten Stationspaar dürfte die Herdtiefe in der Differenz von Δ einen kleinen Fehler verursachen; doch gross kann er nicht sein (höchstens 2-3 km). Die ebenfalls noch mögliche Kombination Nördlingen-Heidelberg wurde wegen der unsicheren Auswertung der Heidelberger Seismogramme (zu kleine Registriergeschwindigkeit) nicht benützt.

Die 4 genannten Stationspaare liefern als geometrische Örter für das Epizentrum 4 flache Hyperbeln, deren Schnitt bei kleiner Streuung gut festgelegt ist. Als Epizentrum ergibt sich daraus:

48°15'5 N. und 8° 54'0 E.Gr. (zwischen Zillhausen u. Heselwangen),

mit einem Fehler von etwa 2-3 km. Dieser Punkt ist in dem makroseismischen Kärtchen mit E eingetragen, er passt auch in das makroseismische Bild. Für dieses Epizentrum wurden nun die Entfernungen der einzelnen Stationen nach der Wiechert'schen Formel (Ztschr. f. Geophys. 1. Jg.) berechnet, wie sie in der oben gegebenen Tabelle schon mitgeteilt sind.

Die Herdtiefe und die Herzzeit.

Wenn wir annehmen, dass es sich bei dem Einsatz 45^m51.0^s in Stuttgart tatsächlich um die Scherungsoberflächenwelle Q handelt, so haben wir nach Gutenberg (Handbuch der Geophysik, Bd. 4, S. 148) für die Herdtiefe:

$$h^2 = V^2 \left(\frac{\Delta}{V_0} - \alpha \right)^2 - \Delta^2 ; \alpha = t_Q - t_{P^*} = 6.5^s.$$

Wählen wir für V und V_0 die wahrscheinlichen Werte 5.7 bis 5.8 bzw. 3.2, so wird in erster Annäherung (es wurde für geradlinigen Strahl P* gerechnet): h=ca 40 km.

Für Q von Hohenheim erhalten wir nach derselben Beziehung h=ca 34 km. - Wir rechnen im folgenden mit 35 km.

Die Scherungsoberflächenwelle Q liess sich bei folgenden Stationen feststellen: Hohenheim, Stuttgart, Ravensburg, Strassburg, Zürich, Nördlingen, Chur und wahrscheinlich auch in Neuchâtel. Ihre Laufzeitkurve ist eine Gerade $t_Q = 3.25$; ihr Schnitt mit der Ordinatenachse gibt als Herzzeit

$$t_0 = 45^m 32.5^s (\pm 0.5^s),$$

wenn wir mit B. Gutenberg bzw. H. Nakano (l.c.) voraussetzen, daß der Beginn der verlängerten Q-Laufzeitkurve mit dem Nullpunkt des Laufzeitendiagramms zusammenfällt.

Die direkte longitudinale Welle ist wegen der Herdtiefe von ca 35 km nicht als P sondern als P* zu bezeichnen; sie wurde registriert in Hohenheim, Stuttgart, Strassburg, Zürich, Heidelberg, Nördlingen und wahrscheinlich auch in Neuchâtel. Mit der Herzzeit $t_0 = 32.5^s$ ergeben sich für P* folgende mittlere Raumgeschwindigkeiten: Hohenheim 5.89, Stuttgart 5.93, Strassburg 5.84, Zürich 5.77, Heidelberg (5.73), Nördlingen 5.79 und Neuchâtel (5.68). Wenn wir berücksichtigen, daß darin auch die obersten Sedimentschichten mit wesentlich kleinerer Geschwindigkeit enthalten sind und daß der Anteil der P-Schicht beträchtlich ist, so dürfte der Mittelwert von etwa 5.8 nicht viel zu klein sein; ausserdem dürfte darnach der obige Ansatz für die Herzzeit so ziemlich richtig sein.

Das Seismogramm in Zürich zeigt 1.0 sec. nach P* einen weiteren Einsatz, der zweifellos von der P_n -Welle herrührt. Wir nehmen für die P*-Welle in erster Annäherung geradlinigen Weg und benützen die von Gutenberg (Handbuch der Geophysik, Bd. 4, S. 67) gegebene Beziehung

- A 6

$$\delta = t_{P^*} - t_{P_n} = \frac{\sqrt{h^2 + \Delta^2}}{V_{P^*}} - \frac{\Delta}{V_{P_n}} - (2d - h) \sqrt{\frac{1}{V_{P^*}^2} - \frac{1}{V_{P_n}^2}}$$

zur Berechnung der Tiefe d der Hauptunstetigkeitsfläche. Dabei ist $\delta = -1.0^s$, $\Delta = 104$, $h = 35$; als Geschwindigkeit unterhalb der Unstetigkeit setzen wir $V_{P_n} = 7.9$ und für die mittlere Geschwindigkeit von P^* auf dem angenommenen, geradlinigen Weg $V_{P^*} = \text{ca } 5.8 - 5.9$. Die Gutenberg'sche Formel gibt dann: $\delta = 5.4 - 0.113 (2d - h)$ oder $d = \text{ca } 46 \text{ km}$.

Dieser Wert deckt sich mit dem neuerdings von B. Gutenberg angenommenen (ca 45 km, statt wie früher nach A. Mohorovičić ca 57 km).

Für eine weitere Reihe von entsprechenden Einsätzen liess sich eine Laufzeitkurve aufstellen, die als Laufzeitkurve der direkten, transversalen Raumwelle S^* angesprochen wurde (wegen der Herdtiefe von ca 35 km fehlt S analog wie P). Die S^* -Laufzeitkurve schneidet die Q -Laufzeitkurve in einer Epizentralentfernung von etwa 105 km, von da an trifft S^* vor Q ein. Bei Straßburg ($\Delta = 93 \text{ km}$) und Zürich ($\Delta = 104 \text{ km}$) ist eine Trennung von Q u. S^* nicht möglich; beide liegen zu nahe beieinander. Sonst aber ist S^* überfestzustellen. Mit $t_0 = 32.5^s$ ergibt sich als mittlere Raumbeschwindigkeit für S^* : in Hohenheim 3.46, Stuttgart 3.56, Ravensburg 3.42, Heidelberg (3.45), Nördlingen 3.46, Chur 3.54, München 3.53 und Neuchâtel 3.47 oder als gesamter Mittelwert $V_{S^*} = 3.49$. - V. Conrad fand beim Schwadorfer Beben (Gerl. Beitr. z. Geophys. Bd. 20) für S^* als scheinbare Oberflächengeschwindigkeit den Wert 3.57.

Die Seismogramme von Stuttgart und Zürich enthalten noch je einen späteren auffallenden Einsatz, der wohl von einer 2. Oberflächenwelle herrührt; er wurde mit (L) bezeichnet. Die Geschwindigkeit dieser L-Welle ist etwa 2.85.

2.) Das Beben am 22. Dezember:

Es wurde an folgenden 9 Erdbebenwarten registriert: Hohenheim, Stuttgart, Ravensburg, Nördlingen, Heidelberg, Strassburg, Zürich, München u. Neuchâtel. Auch von diesem Beben wurden mir die Originalseismogramme sämtlicher Warten in freundlicher Weise zur Einsicht überlassen. Nicht mehr registriert wurde es in Karlsruhe und Chur.

Die Auswertung der Seismogramme ergab:

(zu ergänzen ist 02^h Gr.Zt.)

Hohenheim $\Delta = 35 \text{ km}$			Strassburg $\Delta = 120 \text{ km}$		
e \overline{P}	48 ^m	14.2 ^s	i \overline{S}	48 ^m	42.5 ^s
e \overline{Q}		18.0	i \overline{Q}		44.4
i \overline{S}		18.9			
i !		20.3			
Stuttgart $\Delta = 41 \text{ km}$			Zürich $\Delta = 132 \text{ km}$		
i! \overline{P}	48 ^m	15.1 ^s	e $\overline{P^*}$	48 ^m	28.2 ^s
i \overline{Q}		19.5	e \overline{P}		30.2
i \overline{S}		20.2	e! $\overline{S^*}$		43.7
			e! \overline{S}		45.6
			e! \overline{Q}		48.2
Ravensburg $\Delta = 74 \text{ km}$			München $\Delta = 174 \text{ km}$		
e \overline{S}	48 ^m	29.4 ^s	e \overline{S}	48 ^m	(58 ^s) (Minutenlücke)
e		31.6			
Nördlingen $\Delta = 98 \text{ km}$			Neuchâtel $\Delta = 243 \text{ km}$		
i \overline{S}	48 ^m	36.2 ^s	e (\overline{P})	48 ^m	47.4 ^s
			e	49 ^m	13.0
			e (\overline{S})		15.9
Heidelberg $\Delta = 120 \text{ km}$					
e \overline{S}	48 ^m	42 ^s (ca ±1-2 ^s)			

- A7 -

Die Einsätze: 29.4 in Ravensburg, 36.2 in Nördlingen, 42 in Heidelberg, 42.5 in Strassburg und 45.6 in Zürich rühren nach dem Aussehen der Seismogramme von derselben Welle her, und zwar von einer transversalen Welle. Je nach der Herdtiefe kann diese die transversale Raumwelle \bar{S} oder die Scherungsoberflächenwelle Q sein. Für das Auffinden des Epizentrums macht es aber keinen grossen Unterschied, welche von den beiden Wellen wir annehmen. Die spätere Untersuchung zeigt, dass es sich dabei um \bar{S} handelt. Die genannten 5 Stationen vereinigen wir zu folgenden Stationspaaren, indem wir $V_{\bar{S}} = \text{ca } 3.3\text{-}3.4$ setzen:

Δ Nördlingen	-	Δ Ravensburg	= ca 22 km	Die Stationspaare sind so zusammengestellt, daß die Abweichungen innerhalb eines Paares nicht zu gross werden, sodaß die Herdtiefe ohne nennenswerten Einfluss bleibt. Aus diesem Grund wurde z.B. Ravensburg nur mit Nördlingen zu einem Paar vereinigt. Die 7 Paare geben 7 Hyperbeln als geometrische Örter für das Epizentrum. Ihr Schnitt ist bei kleiner Streuung ebenfalls gut definiert. Als Epi-
Δ Heidelberg	-	Δ Nördlingen	= ca 20 km	
Δ Strassburg	-	Δ Nördlingen	= ca 21 km	
Δ Zürich	-	Δ Nördlingen	= ca 32 km	
Δ Strassburg	-	Δ Heidelberg	= 1-2 km	
Δ Zürich	-	Δ Heidelberg	= ca 12 km	
Δ Zürich	-	Δ Strassburg	= ca 11 km	

zentrum ergibt sich daraus:

48°25'2 N. und 9°21'0 E.Gr. (zwischen Lonsingen u. Kohlstetten).

Der Fehler dürfte höchstens 3-4 km betragen. Dieser Punkt ist in dem makroseismischen Kärtchen mit E eingetragen. Die für dieses Epizentrum berechneten Entfernungen sind in der oben angegebenen Übersicht schon eingesetzt.

Die Herdtiefe und die Herdzeit.

Mit den Zeiten für \bar{P} (14.2) und Q (18.0) in Hohenheim und für \bar{P} (15.1) und Q (19.5) in Stuttgart berechnen wir die Herdtiefe nach derselben Methode wie beim vorhergehenden Beben. Wir erhalten für die Hohenheimer Daten eine Herdtiefe $h = 19$ km, und für die Stuttgarter $h = 23$ km. Für die folgenden Betrachtungen wollen wir eine Herdtiefe $h = \text{ca } 20$ km zugrunde legen.

Die Scherungsoberflächenwelle Q war bei folgenden Stationen einwandfrei festzustellen: Hohenheim (18.0), Stuttgart (19.5), Strassburg (44.4) und Zürich (46.2). Bei Ravensburg, Nördlingen und Heidelberg war sie durch die kurz davorliegende \bar{S} -Welle nicht aufzufinden. Die Laufzeitkurve von Q gibt als Herdzeit

$$t_0 = 48^m 06.8^s (\pm \text{ca } 0.3^s); \text{ die Laufzeitkurve von } Q$$

ist eine Gerade $t_0 = \frac{\Delta}{3.2}$ (vgl. hierzu dieselbe Voraussetzung beim vorhergehenden Beben).

\bar{P} wurde registriert in Hohenheim, Stuttgart, Zürich und vielleicht in Neuchâtel. Mit der gefundenen Herdzeit t_0 und der Herdtiefe $h = 20$ km wird die Geschwindigkeit für \bar{P} im Mittel: $V_{\bar{P}} = 5.5$ (bei Hohenheim $V_{\bar{P}} = 5.45$, Stuttgart 5.50, Zürich 5.68, Neuchâtel 5.96; der grössere Wert bei Neuchâtel deutet darauf hin, daß hier eventuell nicht \bar{P} , sondern wahrscheinlich P^* vorliegt). In diesem Mittelwert von 5.5 für $V_{\bar{P}}$ ist noch der verzögernde Einfluss der obersten Sedimentschichten mitenthalten.

Die Laufzeitkurve von \bar{S} wurde ebenfalls aufgestellt. \bar{S} war bei al-

len Stationen festzustellen. Mit $t_0 = 48^m 06.8^s$ und $h=20$ km ergeben sich folgende Einzelwerte für V_S : Hohenheim 3.33, Stuttgart 3.38, Ravensburg 3.38, Nördlingen 3.39, Heidelberg (3.4), Strassburg 3.39, Zürich 3.42, München (3.4) und Neuchâtel 3.50; im Mittel $\bar{V}_S = 3.38$. Dieser Wert für die mittlere Raumbeschwindigkeit der direkten Transversalwelle \bar{S} ist also nicht viel kleiner als der beim vorhergehenden Beben gefundene Wert $V_{S^*} = 3.49$. Die beiden Herdtiefen sind aber auch nicht so sehr voneinander verschieden, nur daß, wie nachher gezeigt wird, der Herd des ersten Bebens mit etwa 30-35 km Tiefe in der basaltischen Schicht, und der des zweiten mit etwa 20 km Tiefe in der Nähe, aber wohl oberhalb der granitisch-basaltischen Grenzschicht liegt.

Die Laufzeitkurven von Q u. \bar{S} schneiden sich in einer Epizentralentfernung von etwa 60 km, von da an trifft \bar{S} vor Q ein.

Der erste Einatz in Zürich (28.2) wurde der P^* -Welle zugeordnet. Wenn wir $V_P = 5.6$ und die Geschwindigkeit in der darunterliegenden (basaltischen) Schicht 6.9 setzen, so erhalten wir nach Gutenberg (Handbuch d. Geophys., Bd. 4, S. 68) in erster Annäherung die Beziehung

$$\delta = 0.034 \Delta - 0.10 (2d_1 - h) \quad , \quad \text{worin } \delta = t_P - t_{P^*} = 2.0^s \text{ ist.}$$

Daraus ergibt sich: $d_1 = 22.5$ km (für $\Delta = 132$ km und $h = 20$ km).

Die seitherigen Berechnungen für die Mächtigkeit der oberen (granitischen) Deckschichte in Mitteleuropa, die allerdings noch recht spärlich sind u. z.Tl. auch noch sehr voneinander abweichen, ergaben Werte von derselben Grössenordnung (ca 10³ km). - Entsprechend P^* u. \bar{P} nehmen wir an, dass der Züricher Einsatz 43.7 (also etwa 2 sec. vor \bar{S}) der S^* -Welle entspricht. Mit der Gutenberg'schen Näherungsbeziehung erhalten wir, wenn wir $V_S = 3.4$, $2d_1 = 45$, $h = 20$ und die Geschwindigkeit der Transversalwelle in der basaltischen Schicht $= 4.0$ setzen:

$$\delta = 0.044 \Delta - 0.155 (2d_1 - h) = 1.9^s$$

Der beobachtete Wert $\bar{S} - S^*$ ist ebenfalls 1.9^s . Die zugrunde gelegte Geschwindigkeit von 4.0 für die Transversalwelle dürfte also etwa zutreffen; sie passt auch zu der der Longitudinalwelle (6.9), das Geschwindigkeitsverhältnis ist etwa 1.7.

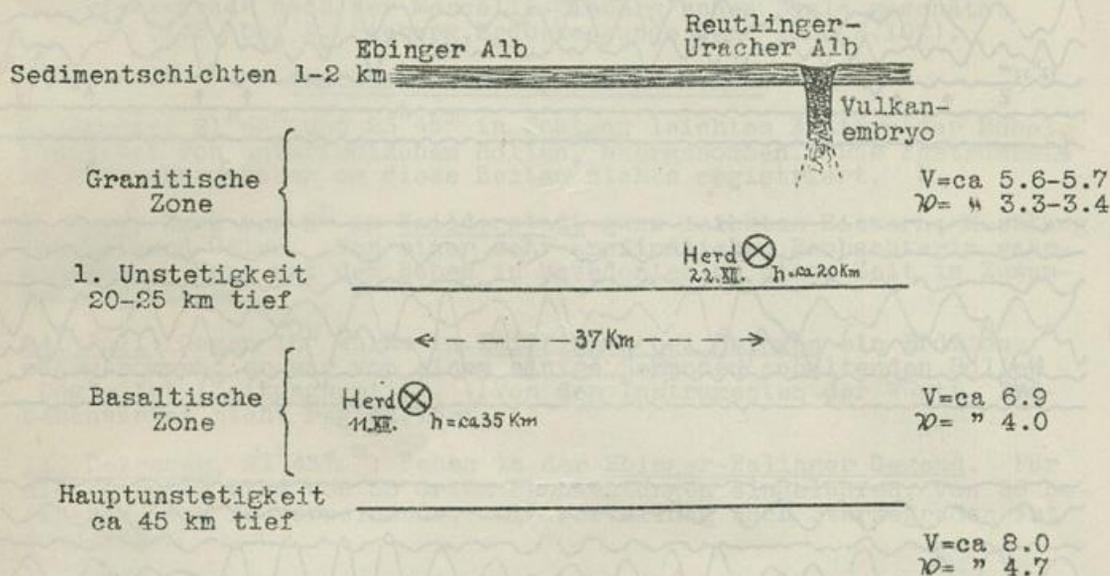
3.) Schlussbemerkung zu den beiden Alb-Beben.

Der zeitliche Abstand zwischen den beiden Beben beträgt 10 Tage 6 Stunden, während der Abstand der beiden Epizentren rund 37 km ist (in dem makroseismischen Kärtchen vom 11. XII. ist am rechten Rand auch noch das Epizentrum vom 22. XII. angedeutet). Beide Beben stehen zweifellos in einem gewissen Zusammenhang zueinander. Das erste Beben liegt in der bekannten Herdregion der Ebinger Alb (die beiden mitteleuropäischen Beben am 16. XI. 1911 und 20. VII. 1913 gingen ebenfalls von dieser Gegend aus). Besonders bemerkenswert ist aber die Tatsache, dass der Herd des zweiten Bebens unter der Reutlinger-Uracher Alb liegt, wo seither mit Sicherheit noch kein Bebenherd nachgewiesen war. Sowohl makroseismisch als auch mikroseismisch betrachtet ergibt sich dieser neue Herd. Die beiden makroseismischen Gebiete sind fast vollkommen getrennt voneinander, nur in der Reutlinger-Tübinger Gegend greifen sie ineinander über. Mikroseismisch zeigen schon die Registrierungen von Stuttgart und Hohenheim allein, daß der Herd beträchtlich näher liegen muß als beim ersten Beben; durch die Hinzunahme der Registrierungen der andern Erdbebenwarten wird dies vollständig bestätigt.

Erwähnt sei noch, dass das Epizentrum des zweiten Bebens am 22. XII. schon im südwestlichen Randgebiet der sog. Uracher (tertiären) Vulkanembryone liegt. Die Ursache, die Alpenauffaltung, ist wohl für beide Erscheinungen gemeinsam; im Tertiär selbst war der stürmische Ausgleich der vorherrschende, jetzt gleichen sich die noch nicht ganz zur Ruhe gekommenen Kräfte allmählich in Form von Erdbeben aus. Welcher Art die

Vorgänge bei diesen Alb-Beben sind, liess sich allerdings bis jetzt noch nicht feststellen. Auch bei diesen beiden Beben liessen sich keine Anhaltspunkte dafür gewinnen. Die ersten, longitudinalen Wellen waren an allen Stationen ziemlich schwach, sodass die Richtung der ersten Bodenbewegung nur lückenhaft festzustellen war.

Da beide Beben Anhaltspunkte für die Schichtung der Erdkruste lieferten, sei in einer schematischen Skizze der vermutliche Aufbau der Erdkruste unter der Schwäbischen Alb dargestellt; im grossen und ganzen trifft dieser Aufbau wohl für ganz Süddeutschland zu.

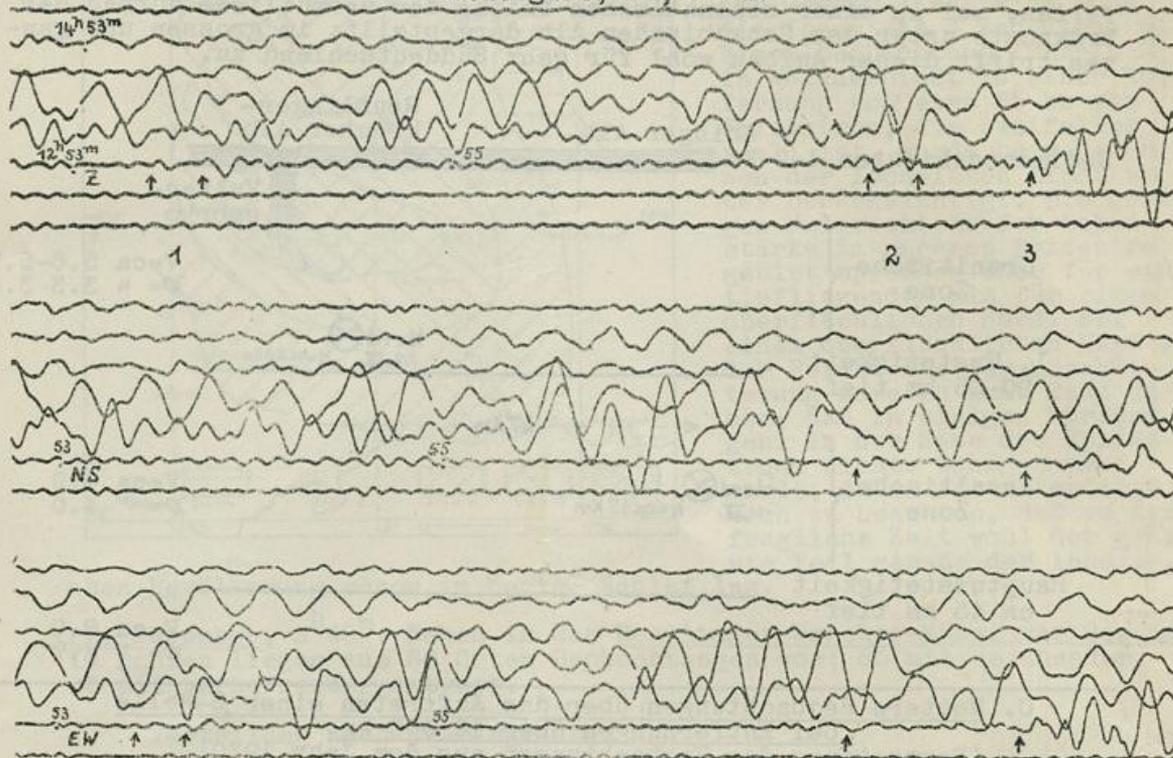


C. Weitere Beobachtungen über das Auftreten einer S-Welle bei Entfernungen über 10 000 km.
 (Fortsetzung der Beobachtungen aus dem Jahr 1930).

Datum	Herd	Δ in km	S - P	S - $\overline{S_c P_c S}$
2.I.31	18° N; 108.5° W	10 400	11 ^m 09 ^s	0 ^m 39 ^s
28.I.31	ca 14° N; 145° E	11 700	12 ^m 11 ^s	1 ^m 25 ^s
10.II.31	ca 7° S; 100° E	10 700	11 ^m 09 ^s (?) ($\overline{S_c P_c P_c S}$?)	(0 ^m 21 ^s)
11.III.31	ca 20° N; 146° E	11 300	11 ^m 23 ^s (?) ($\overline{S_c P_c P_c S}$?)	0 ^m 55 ^s
18.III.31	ca 34° S; 72° W	12 200	13 ^m 10 ^s (?)	1 ^m 35 ^s (?)
28.III.31	ca 6.5° S; 128° E	12 750	12 ^m (40 ^s)	2 ^m (06 ^s)
20.V.31	26.7° S; 72.5° W	11 700	11 ^m 58 ^s	1 ^m 24 ^s
25.IX.31	4.5° S; 100.5° E	10 500	11 ^m 40 ^s	1 ^m (02 ^s)
20.XI.31	ca 10° S; 162° E	15 000	12 ^m 17 ^s (S? - P)	$\frac{4^m}{S_c P_c S} 57^s - P' = 7^m 20^s$

- A10 -

Seismogramm-Ausschnitt. Galitzin-Wilip-Seismometer der Erdbebenwarte
Stuttgart; Z, NS u. EW.



Erdbeben am 28. März 1931, in der Banda-See (ca 6.5°S, 128°E), 12^h Gr.Zt.
 $\Delta = \text{ca } 12\ 750 \text{ km}$; $\Delta t = -0.3^s$. Minutenlänge im Original = 30 mm.

1 = P ; 2 = P' ; 3 = PP.

Bemerkenswert sind die kurzperiodischen Schwingungen zwischen P' u. PP.