

# Das Puchbergbeben vom 18. September 1939, 1 Uhr 15 Min.

Von

Viktor Mifka

Das letzte der bedeutenden Beben in den Ostalpen war das Puchberger Beben vom 18. September 1939, 1 Uhr 15 Min., dessen Epizentrum in der Nähe von Puchberg am Schneeberg liegt, welcher Ort daher auch die größten Sachschäden aufweist. Puchberg, 582 m hoch, liegt an der Schneebergbahn, dort, wo die Zahnradstrecke beginnt, die bis auf den Waxriegel am Schneeberg führt.

Zur Bearbeitung dieses Erdbebens standen 911 makroseismische Meldungen zur Verfügung; auch das mikroseismische Material genügte, um erwarten zu können, daß sich die Auswertung in makro- und mikroseismischer Hinsicht lohnen würde.

Das an der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik gesammelte makroseismische Material bezieht sich auf ganz Österreich mit Ausnahme von Tirol und Vorarlberg; dort wurde das Beben makroseismisch nicht wahrgenommen. Zu den Meldungen aus österreichischen Gebieten kommen noch 781 Meldungen aus der Č. S. R., die sich auf 309 Gemeinden beziehen. Einige Meldungen aus Ungarn ergänzten noch das makroseismische Material. Aus Jugoslawien langten keine Meldungen ein, sei es, daß tatsächlich das makroseismische Feld vor der jugoslawischen Grenze endete, was sehr wahrscheinlich ist, sei es, daß es die Zeitumstände mit sich brachten, daß eine schwache Bodenerschütterung vom Tosen der politischen Ereignisse überönt wurde.

Zieht man in Betracht, daß auch die Č. S. R. am Rande makroseismischer Wahrnehmung liegt, das Beben also nur die Stärke 4° Merc. Sieb. erreichte, dann mag die große Zahl von 781 Meldungen aus der Č. S. R. gegen die 911 Meldungen aus Österreich überraschen. Das mögen zwei Umstände erklären: Vergewenwärtigen wir uns die Zeit des Bebens, den 18. September 1939. Am 1. September hatte der Feldzug gegen Polen begonnen. Am 18. September war er fast beendet. Am 18. September tobte die Schlacht an der Bzura. Die große Umfassungs-

schlacht beschloß den Blitzkrieg gegen Polen. Und fast um Mitternacht vom 17. auf den 18. September erbebt die Erde, als wollte sie die Menschen aufrütteln zur Erkenntnis ihrer Schwäche und der Vergänglichkeit ihrer Werke. Aber die Menschen waren erfüllt von politischer Spannung und Erwartung. Gerade dieses psychologische Moment, diese innere Bereitschaft nur für den Krieg und die Kriegsereignisse, hat das Interesse an dem Beben sicher beträchtlich verringert. Dies wird sich in der Č. S. R. viel weniger geltend gemacht haben wie in Österreich. Aber für die große Zahl der Meldungen aus tschechoslowakischen Gebieten spricht noch ein weiterer Umstand. Die Ausbreitung der Beben der Ostalpen in das Böhmisches Massiv in viel größerem Maße, als es der Epizentralentfernung entspräche, ist eine bekannte Tatsache, die auch beim Puchbergbeben ihre Bestätigung findet; hierüber wird noch an anderen Stellen berichtet werden.

Der Ort Puchberg und die Gemeinden im engsten Schüttergebiet hatten wohl eine Nacht mit all den Schrecken eines großen Erdbebens erlebt; aber über dieses Gebiet hinaus nahm das Interesse, durch die Wucht der Weltereignisse abgelenkt, so ab, daß die Zahl der Meldungen im schlechten Verhältnis zur Intensität und der Ausbreitung des Bebens steht. Selbst die Zeitungen, die Gradmesser der Tagesereignisse, reagierten schwach auf das Beben. So schreibt das „Wiener Tagblatt“: „Am 18. September 1939 um 1 Uhr 15 Min. erfolgte nach Aufzeichnungen der Wiener seismographischen Station ein heftiges Nahbeben, dessen Herd in einer Entfernung von 80 km von Wien, vielleicht im Semmeringgebiet, gelegen ist. Um 1 Uhr 45 Min. erfolgte dann noch ein schwaches Nachbeben.“ Das Interesse steigerte sich allerdings umso mehr, je größere Details der Bebenwirkungen bekannt wurden.

Die Arbeit behandelt zunächst die mikroseismischen Aufzeichnungen. Dem folgt das makroseismische Bild im Zusammenhang mit der Tektonik des Schüttergebietes.

### **Die mikroseismischen Aufzeichnungen und ihre Auswertung.**

Ebenfalls kriegsbedingt war die zur Verfügung stehende Anzahl von Seismogrammen und mikroseismischen Berichten nicht groß; aber es war immerhin möglich, mit dem vorhandenen Material befriedigende Resultate zu erzielen.

An der eigenen Anstalt wurden durch die in Wien noch starke Erschütterung die Nadeln des Horizontal- und des Vertikalpendels von Wiechert aus den Lagern geworfen. Es stand also zur Auswertung der Phasen nur das für autochthone Beben bestimmte

Conradpendel zur Verfügung, das den Verlauf des ganzen Bebens aufzeichnete. Die Masse dieses Pendels beträgt nur 24 kg.

Die Ankunftszeit der ersten Welle war in Wien 0<sup>h</sup> 14<sup>m</sup> 44,6<sup>s</sup> MGZ.

Die Ankunftszeiten an den noch zur Verfügung stehenden Stationen sind an anderer Stelle ersichtlich.

Um Herdzeit und Herdtiefe zu bestimmen, wurden verschiedene Methoden verwendet, angepaßt dem mikroseismischen Material nach Anzahl und Brauchbarkeit. Schwer war und ist für die Auswertung das Fehlen einer herdnahen zweiten Station. Leider war auch die Grazer Beobachtung ausgefallen.

Es mußte also ein mehr deduktiver Weg gewählt werden, d. h. zu untersuchen, wie die durch eine Methode mit größerer oder geringerer Wahrscheinlichkeit gewonnenen Werte mit den Werten aus anderen Methoden übereinstimmen.

Als Ausgangspunkt für alle Berechnungen konnte das makroseismisch gewonnene Epizentrum mit den Koordinaten

$$\varphi = 47^{\circ} 48' \text{ N und } \lambda = 15^{\circ} 53' \text{ E}$$

gut verwendet werden.

Zur Verfügung standen folgende Stationen mit den in der Tabelle angegebenen Ankunftszeiten und den mittels der sphärischen Distanzformel gewonnenen Entfernungen.

Ort	Distanz in km	Ankunftszeiten der ersten Welle	
Wien .....	65	0 Uhr 14 Min.	44.6 Sek.
Budapest .....	220	15	10
Laibach .....	230	15	15.2
Prag.....	270	15	19.3
Eger.....	360	15	34
Padua .....	410	15	36.8
Jena.....	470	15	42
Leipzig .....	470	15	38.2
Ravensburg .....	470	15	(40)
Belgrad .....	480	15	(41)
Chur .....	490	15	41.6
Stuttgart.....	510	15	43.8
Zürich .....	550	15	48.8
Basel .....	620	15	57.5
Neuchâtel .....	680	16	03.8
Rom .....	710	16	33.0 ?
Bukarest .....	780	16	23
Sofia .....	810	16	24.6

Der erste Versuch galt der Konstruktion der Epizentralen nach der graphischen Methode. Der so gewonnene Bebenherd lag etwas mehr nördlich von Puchberg, was eine gewisse Berechtigung hat. Denn wie später gezeigt wird, zeigen die Isoseisten eine deutliche Ausbreitung in der Richtung N-S auf, was auf eine Herdausdehnung in gleicher Richtung hinweist.

Für Herdtiefen- und Herdzeitbestimmung wurden die bekannten Methoden für die Unterschiede der Ankunftszeiten von  $P$  und  $P_n$  sowie von  $\bar{S}$  und  $\bar{P}$  verwendet. Zunächst für die Stationen Wien, Budapest, Laibach und Prag, die also Epizentralentfernungen unter 400 km hatten. Für die Untergrundkorrektur wurde einheitlich der Betrag von 1.0 Sek. abgezogen. Die gefundenen Werte streuten schwach um 30 km, so daß mit dieser Herdtiefe von 30 km auch Berechnungen in Distanzen über 400 km versucht wurden. Stuttgart ergab genau 30 km, Ravensburg einen etwas höheren Wert. Eine weitere Bestätigung der Herdtiefe von 30 km lieferte Leipzig und Zürich. In diesem Zusammenhange war die Herdzeit 0 Uhr 14 Min. 31.8 Sek.

Erwähnt sei hier, daß die Stuttgarter Kopie deutlich auch das zweite, stärkere Nachbeben aufzeichnete. Die Seismogramme von Stuttgart, Leipzig und Ravensburg ließen auch  $P^*$  und  $S^*$  gut erkennen.

Doch waren diese Einsätze in anderen Diagrammen nicht nachweisbar, so daß von der Herdtiefenbestimmung aus der Zeitdifferenz von  $S^*$  und  $P^*$  abgesehen wurde.

Die meisten Werte stimmen auch gut überein mit den Angaben, die B. Gutenberg 1943 im Bulletin of the geological, society of Amerika in seiner Arbeit „Seismological evidence for roots of mountains“ veröffentlichte. Es mag mehr als müßige Spielerei sein, wenn mit den wenigen Werten für  $P^* - \bar{P}_1$  doch der Versuch gemacht wurde. Die gute Übereinstimmung lohnte die kleine Mühe.

Unter Zugrundelegung der als sicher gefundenen Werte wurde mit Hilfe ausgleichender graphischer Methode folgende Laufzeitkurve für  $\bar{P}$  und der Herdtiefe von 30 km gewonnen.

Laufzeitkurve der  $\bar{P}$  nach dem Puchbergbeben in Sekunden.

Herdtiefe 30 km,  $v = 5.6$  km.

Distanz in Kilometern	Sekunden
0 .....	4
20 .....	6
40 .....	8

Distanz in Kilometern	Sekunden
60 .....	12
80 .....	15
100 .....	18
120 .....	21
140 .....	25
160 .....	29
180 .....	32
200 .....	35
220 .....	39
240 .....	43
260 .....	46
280 .....	49
300 .....	53
350 .....	62
400 .....	71
450 .....	80
500 .....	89
550 .....	97
600 .....	106

Diese und auch die anderen Einsätze zeigen eine sehr gute Übereinstimmung mit den Laufzeitkurven, die V. Conrad bei dem Schwadorfer Beben (8. Oktober 1928) für die Herdtiefe von ungefähr 30 *km* gefunden hat.

Die Bodenbewegung erreichte in Wien die Stärke von 1250  $\mu$ ; die größte Beschleunigung 31  $mm/sec^{-2}$ , das entspricht dem Stärkegrad etwas größer als 4°, was mit den makroseismischen Beobachtungen übereinstimmt. In Prag war die Bodenbewegung im Mittel ungefähr 50  $\mu$ , in Zürich noch 12  $\mu$ .

Das mikroseismische Feld kann man in Analogie mit dem Ebreichsdorfer Beben mit ganz Europa annehmen. Von ferneren Stationen ist nur die Registrierung von De Bilt bekannt.

### Das makroseismische Bild.

Ist die Zahl der makroseismischen Meldungen im Vergleich mit den 1309 Meldungen über das Ebreichsdorfer Beben vom 8. November 1938, das geringeren Schaden bewirkte, klein, so wurde die Anteilnahme an dem Puchbergbeben von neuem größer, als die Bebenwirkung bekannt wurde. Das beweisen auch die vielen Meldungen über Nachbeben, die immer wieder ein-

langten. Das Beben hatte sogar zwei Todesopfer gefordert, allerdings nur infolge eines unglücklichen Zufalls. In der kleinen Ortschaft Losenheim, die zur Gemeinde Puchberg gehört, hatte sich durch den Erdstoß von den oberhalb Losenheim gelegenen Felswänden des Schneebergmassivs ein Felsblock im Ausmaße von mehr als zehn Raummetern losgelöst. Er stürzte in die Tiefe und fiel auf ein Kleinhaus, das nahezu gänzlich zertrümmert wurde. Vater und Sohn, die in einem Zimmer schliefen, wurden von den Gesteinsmassen verschüttet. Die Unglücklichen waren unter der Last von Stein und Schutt erstickt. Auch Kuh und Ziege lagen tot unter den Felsentrümmern.

Fast alle Häuser in Puchberg bekamen Sprünge. Ein Kamin stürzte ein. Die Straße von Puchberg nach Neunkirchen war von Felstrümmern blockiert. An den Hängen des Schneeberges sind zahlreiche Bruchstellen bemerkbar. „Nach dem Beben kamen die Wässer der umliegenden Täler ganz milchig getrübt ans Tageslicht“, schreibt ein Beobachter.

Eine Katastrophe ähnlicher Art hatte Puchberg noch nie erlebt. Oft war es von Beben in der Umgebung mitbetroffen; aber nie erreichte ein Beben auch nur annähernd diese Stärke. So heißt es in einer Meldung: „Ein vor 213 Jahren erbautes Bauernhaus wurde vom Erdbeben unbewohnbar gemacht, woraus geschlossen werden kann, daß seit Menschengedenken etwas derartiges im Schneeberggebiet nicht geschehen ist.“ Aus alledem ist nur zu begreiflich, daß auf der Bevölkerung von Puchberg Schrecken und Sorge schwer lastete und man nach Hilfe rief, Hilfe für die Geschädigten und Hilfe gegen die große Angst der Bewohner. Auch die Zentralanstalt entsandte einen Beobachter. Er konnte zum Glück am 19. September 1939 berichten: „Die Bauschäden im eigentlichen Ortskern sind geringfügiger Art und betreffen in der Hauptsache Verputzschäden, und zwar nur in den oberen Stockwerken (1. Stock oder in angebauten Mansarden). Sie entstanden vorwiegend dort, wo Bauteile verschiedener Festigkeit aneinandergrenzen. Das gleiche gilt von den stellenweise vorgekommenen Beschädigungen des Deckenverputzes. Ein Schornstein wurde in der Höhe der Dachhaut zerstört, an drei anderen Schornsteinen wurden die Deckziegel, bzw. die Aufsätze abgeworfen. Ein Fall betrifft das relativ hohe (besonders zur Längen- und Querdimension) Gebäude der Eisenbahnstation.“

Entgegen der allgemeinen Ansicht, daß der Herd in der Richtung zum Schneeberg liege, wurden von geschulten

Maßstab 1 : 75.000.

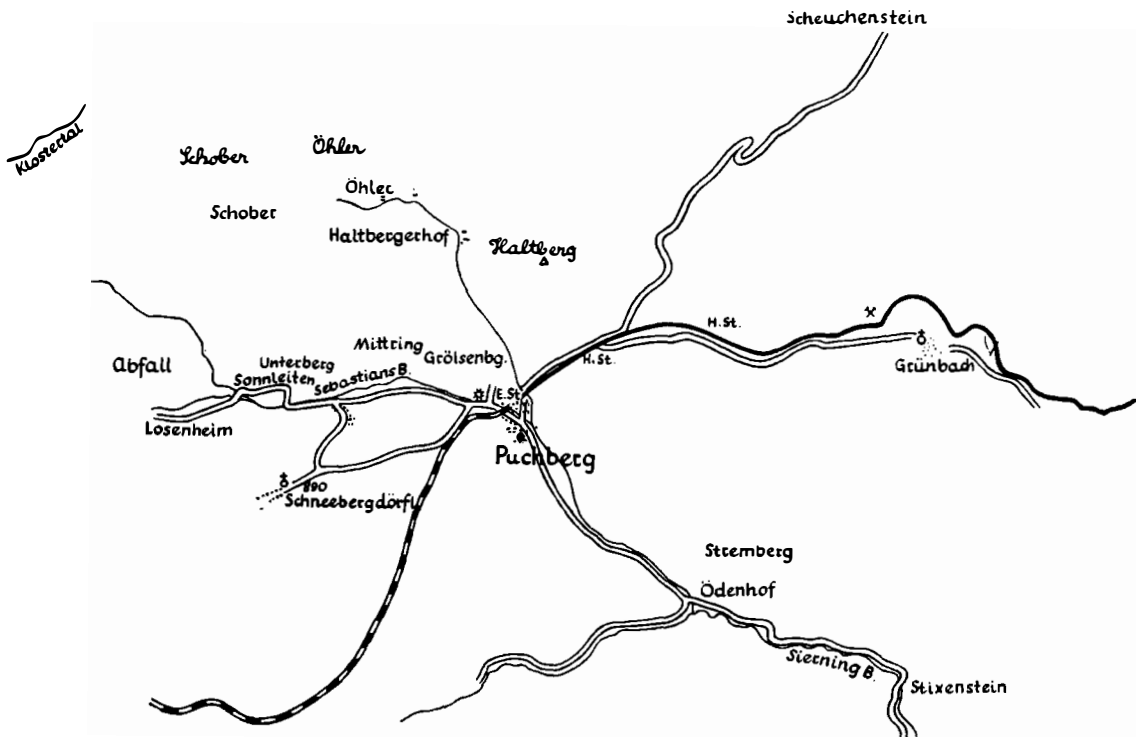


Bild Nr. 1.

Beobachtern sowohl im Haupt- wie in den Nachbeben Norden bis Nordosten als Richtung der Wellen und des unterirdischen Donners angegeben und sogar jede andere Richtung anderer Beobachter abgelehnt. Demnach läge der Herd in der Richtung Öhler—Schober, wofür entschieden auch das Isoleistenbild spricht. Dort wurden auch besonders schwere Schäden festgestellt. Zwei Wohnhäuser am Öhler und drei am Schober wurden ganz demoliert.

Aber auch die Häuser im Puchberger Talboden, die an den das Tal durchziehenden Wasseradern liegen, wurden stark betroffen. So nach W am Sebastiansbach über Sonnleiten bis zum Faden. Nach S beim Feldengtal nach Ödenhof schwere Felsstürze und Bauschäden. Schneebergdörfel im SW hingegen nur geringe Schäden. Im E bleiben die Kohlen- und Gipswerke in den Gruben von Schäden verschont. Nach NE erstreckt sich die Schadenzone bis Scheuchenstein; die Kirche muß wegen Bau-fälligkeit gesperrt werden. Auch nach NW am Schober gegen das Kloostertal sind schwere Schäden zu verzeichnen. Fassen wir alles zusammen und vergleichen wir es mit der nachfolgenden Skizze, so erscheint Puchberg zweifellos im oder ganz nahe vom Epizentrum zu liegen.

Ebenso ergeben die Berichte und die tatsächlichen Schäden im Durchschnitt für die Intensität im Epizentrum die Stärke 7° Merc. Sieb. Die nachfolgende Isoleistenkarte zeigt den Verlauf der Isoleisten 6.5 bis 4.5°. Es sei erwähnt, daß von der üblichen Methode, die Beobachtungsorte nach ihrer Bebenstärke so zu verbinden, daß sich unter Umständen Lappen und Inseln ergeben, absichtlich abgegangen wurde. Denn eine solche Darstellung hätte in unserem Gebiet nur zu falschen Schlüssen führen müssen. Es glichen die Isoleisten dann nur einer Landkarte, die die schwache Besiedlung der Alpenausläufer aufzeigt. Auch fehlte jede Möglichkeit, die einzelnen Meldungen so zu überprüfen, daß eine Angleichung der Meldungen untereinander resultiert hätte. So wertvoll die erwähnte Methode in annähernd gleichbesiedelten Gegenden ist, hier hätte sie ihren Sinn verloren.

Die Isoleisten zeigen deutlich zwei Achsen, die eine fast N-S, die andere E-W. Was sie andeuten, wird im Kapitel „Tektonik“ besprochen.

Die Isoleiste 6.5° umfaßt noch Orte, die schwer betroffen wurden. Im S besonders Priggwitz. Große Bauschäden bei sechs Häusern. Ein Haus wird vom Dachfirst bis zum Fundament auseinandergerissen. In einem Haus, das „mehr als 100 Jahre



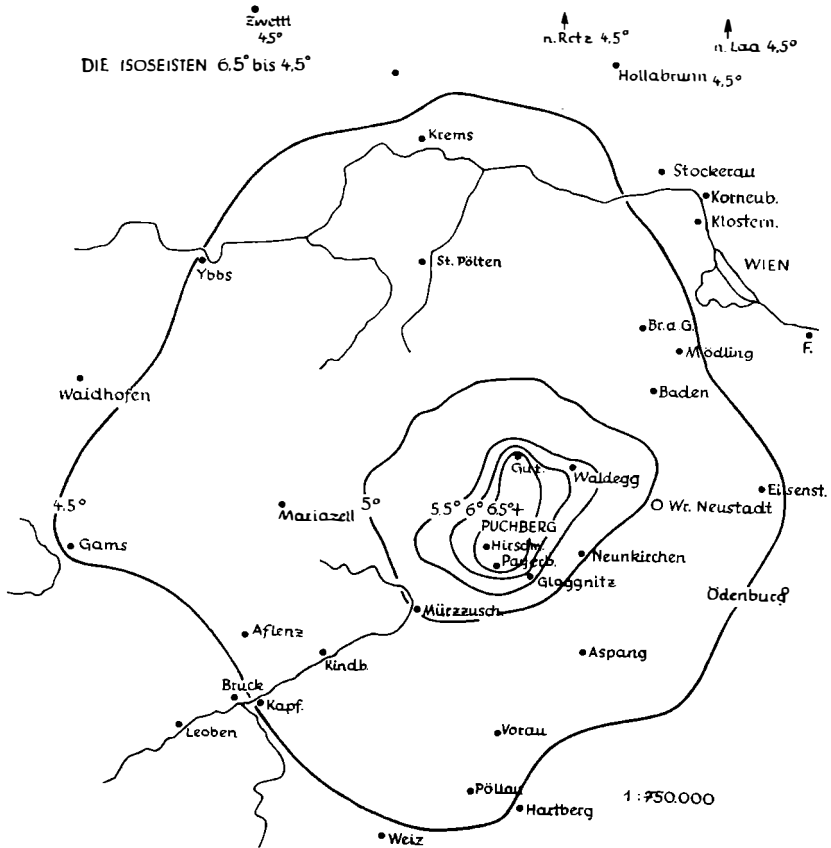


Bild Nr. 2.

steht, wurden die ausgesprungenen Mauerteile im Wohnzimmer und in der Küche 12 mm von der Mauerleiche abgeschoben.“ Im N Gutenstein, wo einige Häuser geräumt werden müssen.

Die Isoseiste 4·5° umfaßt einen Flächenraum von 3972 km<sup>2</sup>. Für diese wurde der Versuch gemacht, nach der Gaßmannschen Formel

$$\log \left( \frac{R_j^2}{h^2} - 1 \right) = \frac{2}{3} (J - j)$$

die Herdtiefe zu bestimmen. Sie ergab das mit den mikro-seismischen Methoden überraschend gut übereinstimmende Resultat  $h = 29.6 \text{ km}$ .

Erfahrungsgemäß sind die dem Epizentrum nahen Isoseisten für die Anwendung der Gaßmannschen Formel in unseren Gebieten nicht geeignet, darum wurde die Isoseiste  $4.5^\circ$  gewählt.

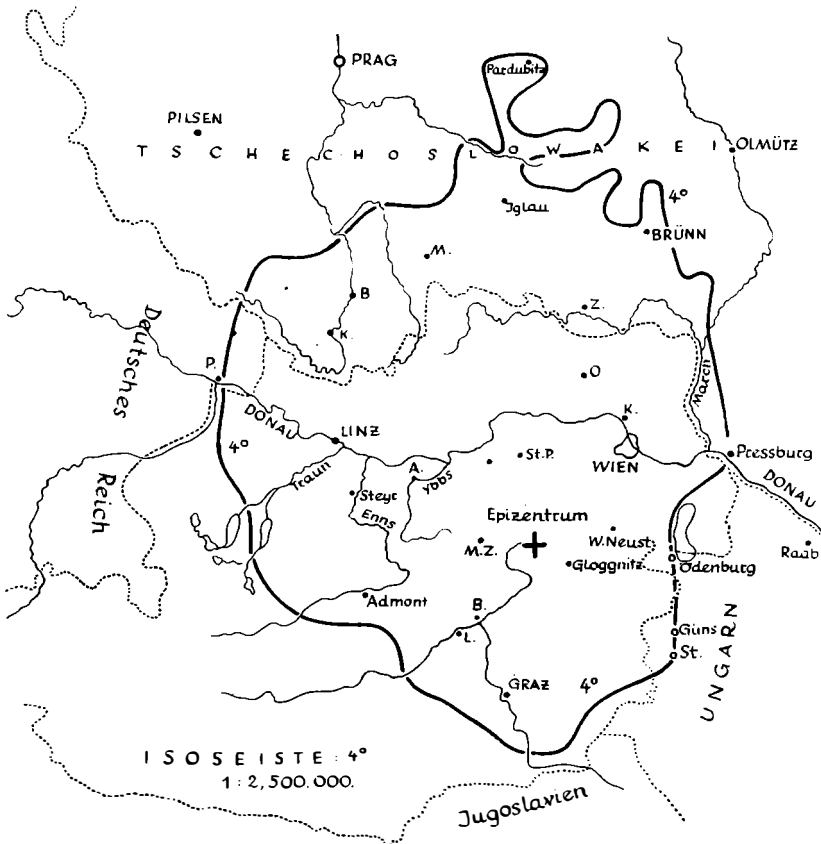


Bild Nr. 3.

Die Isoseiste  $4^\circ$  wurde auf Grund eigener Meldungen bis zum Eintritt in die Č. S. R. zusammengestellt. Der Teil in der Č. S. R. ist auf Grund der Meldungen verarbeitet worden, die an das Staatliche geophysikalische Institut in Prag gelangten. Die beiden Isoseistenteile paßten sich im W und im E vorzüglich an. Ein detailliertes Bild der Prager Isoseistendarstellung zeigt Bild Nr. 4. Der stärker punktierte Grenzverlauf ist das Gebiet der alten Č. S. R., die schwächer punktierte Grenze umfaßt das „Protektorat“ nach dem Münchner Abkommen. Nur aus diesem Gebiete langten Meldungen beim Staatl. geoph. Institut in Prag ein. Die Inseln größerer Intensität sind auf Seite 18 besprochen.

Von den größeren Städten Österreichs sprechen einzelne Berichte aus Linz und Graz noch von einem „heftigen“ Erdbeben. Auch die Presse von Oberösterreich und Steiermark bringt ausführlichere Meldungen. In Klagenfurt und Salzburg klingt das Beben auf  $3.5$  bis  $3^\circ$  ab.

Ganz schwach überschneidet die Isoseiste  $4^\circ$  auch ungarisches Gebiet. Der Ungarische Erdbebenkatalog für das Jahr 1939 enthält die Orte Ödenburg ( $4^\circ$ ), Güns ( $4^\circ$ ) und Steinamanger ( $4^\circ$ ) und erwähnt ausdrücklich, daß das Beben weiter östlich nicht mehr wahrgenommen wurde.

Zwischen den Isoseisten  $4.5$  und  $4^\circ$  fallen die stärker erschütterten Orte Zwettl, Retz, Laa und Hollabrunn auf. Sie finden noch einmal im Kapitel Tektonik Erwähnung.

### Das Erdbeben in Groß-Wien.

Um Mißverständnisse zu vermeiden, wurde auf der Isoseistenkarte (Bild Nr. 2) Wien mit den Grenzen eingezeichnet, die es vor der Stadterweiterung zu Groß-Wien hatte. Diese alten Grenzen weisen auch die meisten bestehenden Landkarten von Österreich, bzw. Niederösterreich auf. In Wien in seinem alten Umfang war die durchschnittliche Bebenstärke  $4^\circ$ . Es sei hier die Einteilung der Bezirke von Groß-Wien umrissen.

Für den herdnäheren Teil von Groß-Wien gilt noch die Bebenstärke  $4.5^\circ$ , wie die Isoseiste  $4.5^\circ$  zeigt. Folgen wir also dem Weg der Erdbebenwellen, so ist der südliche Teil von Groß-Wien, d. i. der ganze 24. Bezirk, noch von der Bebenstärke  $4.5^\circ$  betroffen. Zum 24. Bezirk gehört Gumpoldskirchen, Guntramsdorf und Mödling. Der im NE anschließende 23. Bezirk hat im nördlichen Teil kaum die Stärke  $4^\circ$ . Auf dem Bebenwege vom 24. Bezirk nach N kommt dann der 25. Bezirk, von Perchtoldsdorf bis Weidlingau reichend, mit der Intensität  $4^\circ$ . Die Bebenstärke

sinkt dann im nördlichsten, dem 26. Bezirk fast unter  $4^\circ$ . Unter  $4^\circ$  bleiben auch die Bezirke nördlich der Donau, d. i. der 21. Bezirk im NNE und der 22. Bezirk im NE von Groß-Wien.

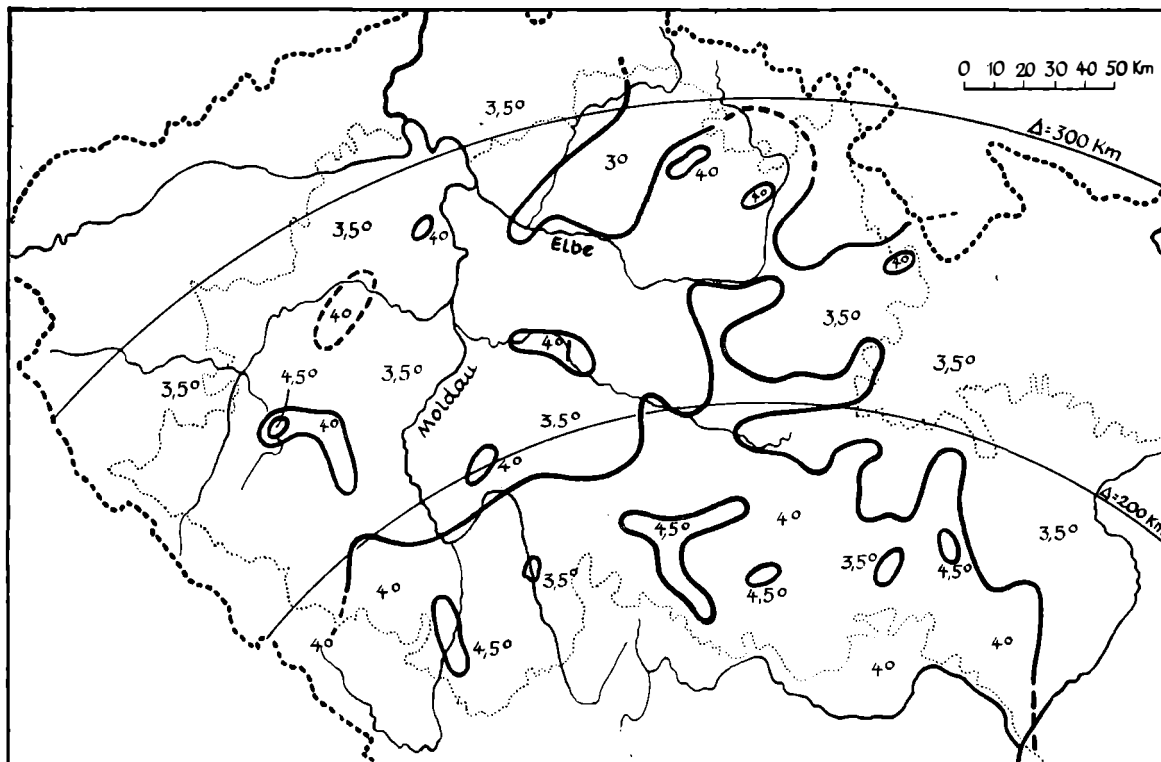
In den Bezirken 1 bis 19 kann man im allgemeinen die naturgegebene Abhängigkeit von der Herdentfernung nachweisen. Es erreichen demgemäß die Bezirke 10, 12 und 13 Werte über  $4^\circ$ . Mit der wachsenden Entfernung sinkt auch die Intensität ab. Auffällig, doch nicht neu, ist die geringe Erschütterung des 11. Gemeindebezirks. Hier erreicht die seismische Sensibilität des Wiener Bodens den kleinsten Wert.

Wie gesagt, ist diese Erscheinung bekannt. Der tektonische Oberbau ist hier empfindlicher. Dieser Umstand wurde schon von Dörr anlässlich des Mürztalbebens vom 6. Juli 1926 untersucht. Dörr errechnete die Anzahl der Meldungen im Verhältnis zur entsprechenden Einwohnerzahl der einzelnen Bezirke und fand so für den 11. Bezirk 0.6% gegen Werte bis zu 15% in den anderen Bezirken. In seiner Arbeit: „Von den dynamischen Wirkungen der ostalpinen Beben auf dem Boden von Groß-Prag“ hat J. Bouška versucht, für das Gebiet von Groß-Prag Zusammenhänge von Bebenstärke und Tiefentektonik zu finden. Seine Methode beruht auf folgenden Überlegungen, wie sie auch A. Zátópek in seinen zwei interessanten Arbeiten: „Eine neue Art einer statistischen Erdbebenkarte“ und „Ausbreitung der ostalpinen Beben in das Böhmisches Massiv“ anstellte. A. Zátópek benützte für seine Arbeiten das vom Staatlichen geophysikalischen Institut in Prag gesammelte makroseismische Material folgender vier Erdbeben:

1. Das Mürztalbeben vom 25. Juli 1927.
2. Das Schwadorfer Beben vom 8. Oktober 1927.
3. Das Ebreichsdorfer Beben vom 8. November 1938 mit einem Nachbeben.
4. Das Puchbergbeben vom 18. September 1939.

Die Meldungen umfaßten insgesamt 1029 Örtlichkeiten der Č. S. R., darunter 742 verschiedene. Das ganze Material ist sorgfältig nach der Methode von Sieberg behandelt; so ist z. B.  $-0.3^\circ$  Merc. Sieb. pro Stockwerk in Abzug genommen. Um zufälligen Einflüssen zu begegnen, wurde jede mögliche Einengung der Meldungen vorgenommen, damit ein einheitlicher Komplex von statistischen Einheiten gegeben sei. Allen vier Beben entsprechen ähnliche Vorbedingungen: Voneinander nicht zu weite Epizentren, fast gleiche Herdintensitäten und fast gleiche Herdtiefen. Die vier Beben sind durchwegs am Rande

# Die Gebiete erhöhter seismischer Tätigkeit.



△...Herdentfernung

Bild Nr. 4.

des makroseismischen Feldes, haben also Intensitäten bis  $4.5^\circ$  Merc. Sieb. Daher auch einen ähnlichen Verlauf der Isoseisten. Die Isoseisten zeigen deutlich den transversalen Verlauf der ostalpinen Beben, der seit Suess bekannt ist. Sie zeigen auch das rasche Abklingen in der Masse der genetisch verwandten Karpathen. Aber sie zeigen auch die auffallende Erscheinung, daß bei den vier Beben dieselben Gebiete größere Intensitäten aufweisen, die sich weder aus der Bevölkerungsdichte noch aus der Oberflächentektonik erklären lassen. Dies veranlaßte den Autor, mittels einer kollektiven Methode nach den wahren Gründen dieser Erscheinung zu forschen, oder, in der Terminologie der Statistik ausgedrückt, die Frage zu stellen, ob zwischen den Ebenenkoordinaten der Gebiete höherer seismischer Tätigkeit eine Korrelation bestehe, und wenn ja, welcher Art sie wäre. Da unter den einwandfrei sichergestellten Gebieten größerer Erschütterung auch Orte mit einer Herdentfernung bis  $300\text{ km}$  vorkommen, kommt A. Zátópek zu dem berechtigten Schluß, daß die Bewegungsenergie aus der Tiefe durch „geführte Wellen“ an die Oberfläche kommt. Es entspricht das vollkommen dem Koberschen Tektogramm über die Tiefenverhältnisse im Bau der Ostalpen und ihrem Zusammenhang mit der Tiefentektonik des breiteren Alpenvorlandes. Die stärker erschütterten Stellen sind Gebiete, an welchen die tiefe Sialschicht (etwa  $30\text{ km}$ ) näher zur Oberfläche gelangt.

Vielleicht wurde hier ein Weg aufgezeigt, um in Gebieten, in denen Großbauten durchgeführt werden sollen, Gefahrenzonen aufzudecken, die die Oberflächentektonik nicht zu erkennen vermag.

### Nachbeben.

Dem Hauptbeben folgte zunächst nach 30 Minuten ein zweiter Stoß. Um 6 Uhr 28 Min. und um 6 Uhr 44 Min. ein zweites und drittes Nachbeben, die auch von den Seismographen in Wien deutlich aufgezeichnet wurden. Diese drei Nachbeben waren so stark, daß man für sie als makroseismische äußerste Grenze das Schüttergebiet annehmen kann, das die Isoseiste  $4.5^\circ$  umfaßt.

Diesen drei Nachbeben folgten viele weitere Stöße, die auffallend häufig, besonders im engsten Schüttergebiet, verspürt wurden. Begreiflicherweise war die Bereitschaft der Bevölkerung zur Wahrnehmung empfindlich gesteigert.

Als völlig verbürgt können folgende elf Nachbeben gelten:

19. September 1939	um	20	Uhr	20	Min.	
19.	„	„	20	„	45	„ mit größerer Reichweite
21.	„	„	12	„	30	„
22.	„	„	14	„	28	„
23.	„	„	0	„	13	„
25.	„	„	3	„	56	„
3. Oktober		„	23	„	0	„
8.	„	„	11	„	20	„ (auch 11 Uhr 35)
12.	„	„	3	„	40	„
29.	„	„	16	„	32	„
30.	„	„	3	„	43	„

Der Gendarmerieposten Puchberg meldet zu diesen Nachbeben: „Diese Erschütterungen wurden allgemein wahrgenommen. Außerdem erfolgten inzwischen noch viele schwächere Beben, die nur von einem Teil der Bevölkerung beobachtet wurden.“

Ende Oktober hatten sich die Gemüter der heimgesuchten Bevölkerung beruhigt. Aber ein besonders interessierter Beobachter, ein Oberlehrer d. R., machte es sich zur Aufgabe, teils selbst, teils durch Umfrage zu beobachten, wann endlich die unterirdische Tätigkeit ihr Ende nehme. Er kann berichten, daß noch monatelang da und dort Bebenstätigkeit wahrgenommen wurde. Ja selbst am 18. Jänner 1940 berichtet dieser Beobachter, daß eine Erschütterung einwandfrei von verschiedenen Bewohnern und an verschiedenen Örtlichkeiten im Gemeindegebiet von Puchberg erlebt wurde. Eine Zeit vorher, am 30. November 1939, waren an den Hängen des Sierningtales (gegen Ödenhof bei Abzweigung der Höhenstraße auf den Strengberg-Stremberg) bedeutende Felsenmassen niedergegangen. Allerdings dürften die meteorologischen Faktoren (ein stürmischer Tag mit außergewöhnlichen Temperaturverhältnissen) die auslösende Ursache gewesen sein.

Es folgen dann weitere, aber nicht gesicherte Berichte. Am 2. Mai 1940 aber wird wieder ein Nachbeben von mehreren Beobachtern gespürt. „Unterirdisches Getöse, etwa des von einstürzenden Felsmassen in tiefgelegenen Höhlen.“

Die vielen Nachbeben haben ihre Analogie in zwei Beben aus der letzten Zeit. Nach dem Schwadorfer Beben vom 8. Oktober 1927 wurden noch bis zum 1. Mai 1928 insgesamt mehr als

100 Nachstöße wahrgenommen. Nach dem Namloser Beben vom 8. Oktober 1930 beobachtete man Nachstöße bis Juni 1931, vereinzelt bis August 1931.

Es ist sehr wahrscheinlich, daß dem ersten Überschieben oder Zubruchgehen in den tieferen Schichten weitere Lageveränderungen folgten.

Für einen Herd mit großer Ausdehnung spricht neben der großen Zahl der Nachbeben auch die relativ große Ausbreitung des stark erschütterten Gebietes.

Die Herdausdehnung dürfte demnach wie die Gestalt der herdnahen Isoseisten verlaufen. Eine größere Ausbreitung in der Richtung NS als EW. Die Bruchstellen sehr steil, wofür die einander auffallend naherückenden Isoseisten  $6.5$  bis  $5^\circ$  sprechen.

### Die Tektonik des Schüttergebietes.

Die tektonische Bedeutung der Alpen ergab seit langem intensive geologische Forschung und diese für das Gebiet von Puchberg besonders interessante Ergebnisse.

Wir wollen hier keineswegs auf das große Problem der Gestaltung der Alpen, also auf die Frage nach den Kräften, die die Faltenbildung verursacht haben, eingehen. Es erfüllt jeden, der die Theorien über die Entstehung der Alpen verfolgt, mit Bewunderung für die Arbeit der Geologen, wie das „Ideenreiche Unwissen“, wie noch Suess meinte, doch immer klarere und wahrscheinlichere Theorien für die gewaltigen dynamischen Vorgänge formte. Oder wird Suess doch recht behalten, daß der „unbefriedigte Geist der Forscher noch ikarische Schwingen regen wird, wenn unsere herrlichen Alpen bis zu ihrer Basis herab verwittert sind“?

Für uns mag es nur darauf ankommen, jenes kleine Schärflein beizutragen, was ein einzelnes Erdbeben für die Erforschung der tiefen Erdschichten vermuten läßt.

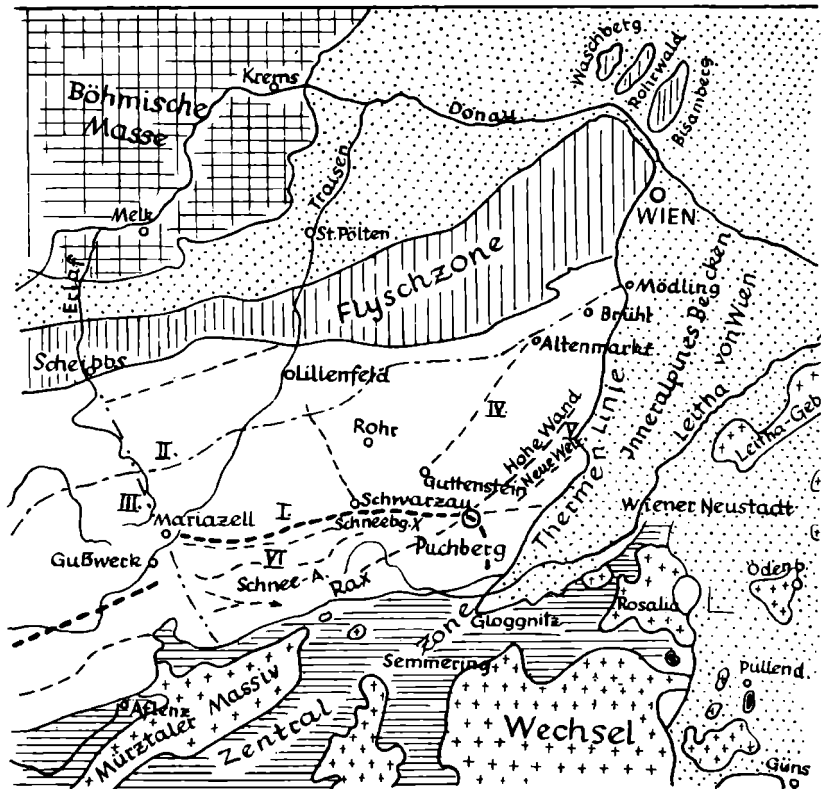
Wir verwenden der Hauptsache nach Bekanntes und Erforschtes und versuchen das Für und Wider für unseren Fall entgegenzustellen.

Puchberg liegt am Alpenostrand, fast genau am Schnittpunkt lange bekannter tektonischer Leitlinien und mitten im bunten Bild geologisch ganz verschiedener Komplexe. In der Tiefe von ungefähr 30 km unter Puchberg liegt der Herd des Bebens.

Das Bild Nr. 4 zeigt die Hauptstörungslinien der niederösterreichischen und steirischen Kalkalpen. Sie sind größtenteils Ergebnisse der Erdbebenforschung. Von W nach E streichend



## Die Hauptstörungslinien der niederösterreichischen Kalkalpen.



- I. Aufschlußlinie Admont—Mariazell—Puchberg
- II. Altenmark a. d. Enns—Altenmark NÖ.—Brühl
- III. Mariazell—Scheibbs
- IV. Gutenstein—Furth
- V. Miesenbacher Aufschlußlinie
- VI. Oberes Mürztal

Bild Nr. 5.

die Aufschlußlinie Mariazell—Puchberg (I), die Fortsetzung einer von Admont über Hieflau bis Mariazell bekannten Linie. Diese Linie läßt sich auch von Puchberg weiter über die Nordseite der Hohen Wand bis Hornstein verfolgen. Sie heißt dann

durch diese Weitererstreckung Mariazeller—Puchberg—Hornsteiner Linie. Gegen Puchberg streichen aber noch zwei weitere Linien: Eine in der Richtung SW—NE am Gebirgsstock des Hengstes vorbei, und die andere Richtung S—N über Rohrbach (G. Geyer, Jahrbuch der Geol. Reichsanstalt Wien, XXXIX. Bd. Vielleicht entspricht diese Linie der stärkeren Ausweitung in dieser Richtung auf der Isoseiste  $4.5^\circ$ . Ebenso zeigen die nach E verbreiterten Isoseisten  $6.5$ ,  $5$  und  $5^\circ$  die Miesenbacher Aufschlußlinien an, die ungefähr mit der Richtung Hohe Wand und Neue Welt zusammenfällt. Dazu kommt eine neue, auffallende Ausbuchtung der Isoseiste  $4.5^\circ$  und die stark gestörten Gebiete von Zwettl, Retz, Hollabrunn und Laa. Es liegt die Vermutung nahe, daß diese Gebiete solche Stellen andeuten, an denen tiefere Schichten näher an die Oberfläche kommen und die Bebenwellen „führen“.

Auch die bebenhemmende Wirkung der Flyschzone ist ersichtlich. Die Flyschzone reicht bis Wien, bis zum Bruchrand der Thermenlinie, die die Flyschzone und die Kalkalpen scharf gegen das inneralpine Wiener Becken abschneidet und wo Grauwacke, Flysch und Kalk in die Tiefe versinken.

Weiter nach E klingt das Beben ab, um in der ungarischen Ebene zu erlöschen. Dort haben die großen Lockermassen mit ihrer dämpfenden Wirkung rasch die Amplituden der Wellen verkleinert.

Die deutlich ausgeprägten Achsen der Isoseisten  $6.5$  bis  $4.5^\circ$  zeigen also zweierlei an: Das W—E-Streichen der Alpen und der parallel laufenden Störungslinie I. Die S—N-Richtung des Abfalls der Alpen und die „Transversalrichtung“ der ostalpinen Beben.

Die Karte Nr. 5 enthält in W—E-Richtung die Nordjuvavische und die Paläoziische Grauwackenzone. Im großen auch das Rax- und Schneebergmassiv. Die S—N-Richtung ist der Hinweis auf die in der Tiefe in dieser Richtung bestehende Verbindung zur Böhmisches Masse. Es ist das jenes zwischen dem „Festland“ und dem Böhmisches Massiv eingebrochene Verbindungsstück der Alpen, das im Untergrunde ruht, oder wie Hennig sagt, „nicht ruht“.

Aus dem geologischen Bild allein ließen sich die Details der Bebenwirkung nicht erklären. Nehmen wir die Herdtiefe von 30 km als sicher an, dann handelt es sich zwangsläufig wie übrigens bei allen Beben der Ostalpen um tektonische Vorgänge in viel tieferen Schichten als der geologische Oberbau erkennen

## Tektonisch-geolog. Übersichtskarte

von Friedrich Trauth (1937).

1 : 550.000

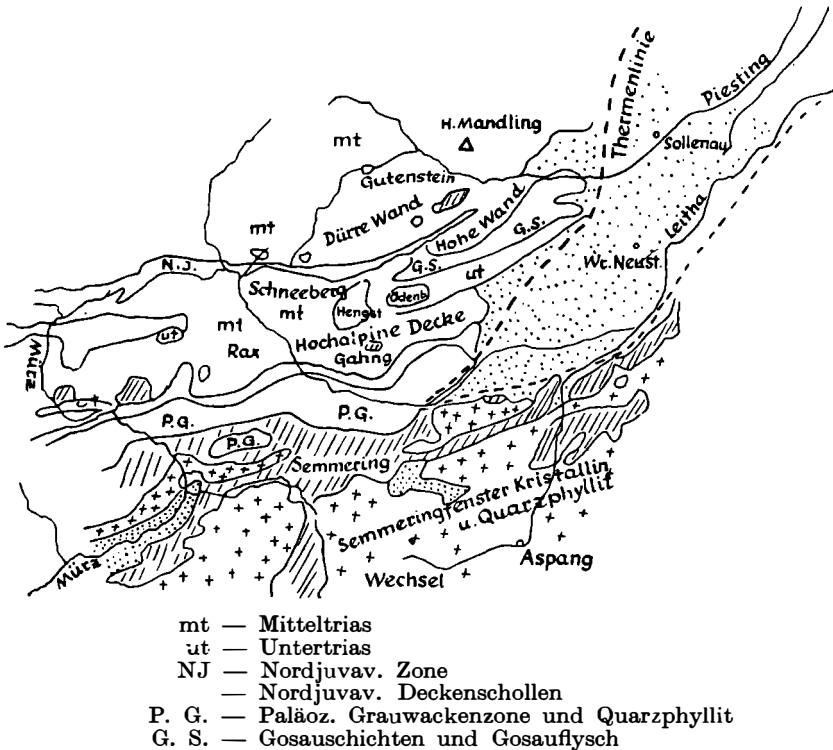


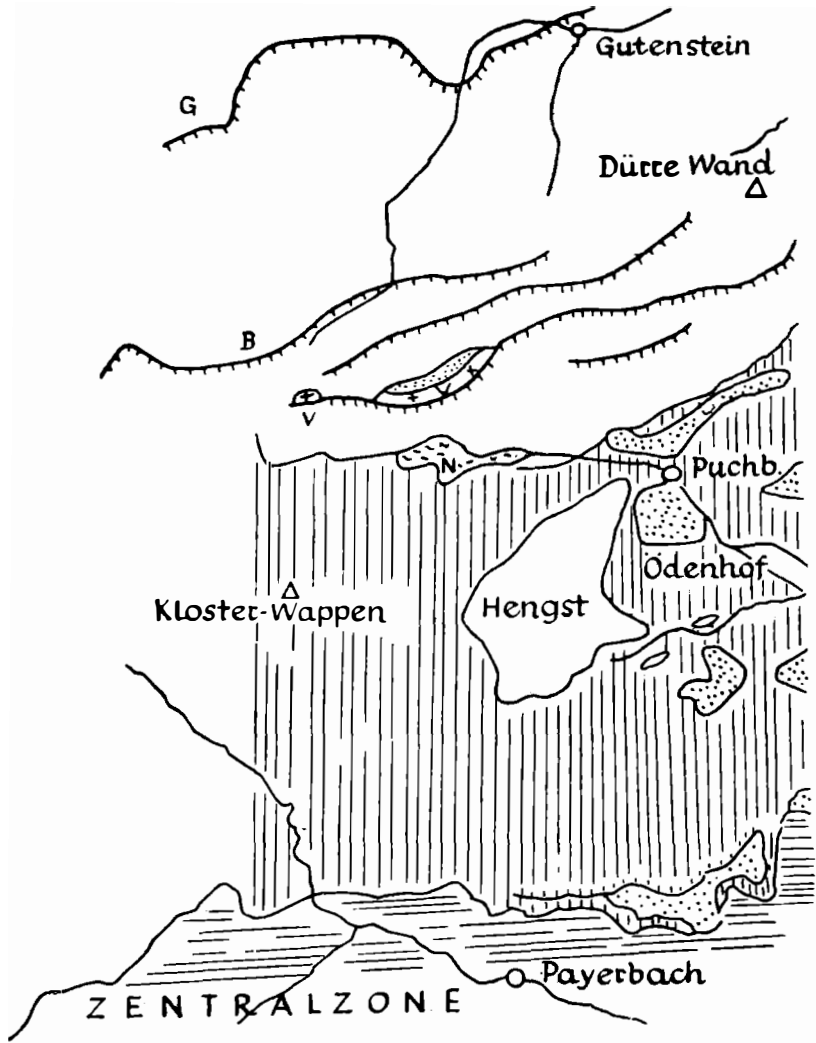
Bild Nr. 6.

ließe. Die große Herdtiefe unterstützt auch die große Ausbreitung und die starke Transversalwirkung.

Für die Orte stärkerer Erschütterung in relativ großer Entfernung vom Epizentrum sind mit großer Wahrscheinlichkeit geführte Wellen im Sinne Ullers maßgebend. Ob es sich dabei um die längs der Flächen verlaufenden, geführten Wellen handelt, ob stellenweise Relaiswirkung auftritt, derart, daß Massen, die schon lange dem Druck großer, verschiedener Lagerung ausgesetzt waren und deren latente Energie sich in Form von Erdbeben

## Die Puchberg—Mariazeller Linie von E. Spengler.

1 : 50.000



- ..... Gosauschiehten  
 ++ V. Vorgosauische Deckschollen  
 ~ N. Naßwälder und Losenheimer Schubscholle  
 weiß Trias und Jura  
 ▨▨▨▨▨ Grauwackenzone und Werfner Schiefer  
 Tertiäre Schubflächen: G = Göllerdecke B = Baumeckschuppe

entläßt, um „seismische Akkumulatoren“ oder um Spalten und Fugen einer Gesteinsmasse, die von andersartigem Gestein erfüllt sind, ist für die Wirkung an der Oberfläche von gleicher Bedeutung.

Das Bild Nr. 6 ist insofern bemerkenswert, als es die in der Nähe von Puchberg erschlossenen „Fenster“ zeigt. Das von L. Kober entdeckte „Hengstfenster“ im SW von Puchberg und im SO das „Ödenhoffenster“, das von Koßmat und Ampferer bestimmt wurde; sie bringen unter dem Schneeberg-hochalpin voralpine Zonen (vorgosauische?) zutage.

Vereinen wir also das geologische Bild von Puchberg, das reiche Mosaik aneinanderstoßender Formationen und die selt-same Ausstrahlung der seismischen Linien von Puchberg, so dürfte es wenige Punkte in den Alpen geben, die so reich an seismischen Warnungszeichen sind. Seismische Warnungszeichen an der Oberfläche und in der Tiefe.

Vielleicht wird nicht allzu ferne Zukunft lehren, solche Zeichen zu lesen. Das geophysikalische Rüstzeug der Zukunft werden Untersuchungen über Hebungen, Senkungen und Neigungen der tiefen Schichten durch Schwere-, elektrische und thermische Messungen sein. Bei der Vorhersage für ein Beben wird auch die Änderung der erdmagnetischen Elemente sicher von Bedeutung sein.

Tatsächlich war der 17. September 1939, der Tag vor dem Puchbergbeben, ein magnetisch sehr gestörter Tag. Die Störungen begannen ungefähr um 17 Uhr und dauerten bis nach Mitternacht.

Aber auch große Schweregefälle weist unser Gebiet auf; wo aber große Schweredifferenzen vorhanden sind, da liegen auch die Epizentren der großen Erdbeben.

### Übersicht.

Über das Puchbergbeben langten bei der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik in Wien 911 Meldungen aus ganz Österreich mit Ausnahme von Tirol und Vorarlberg ein. Vermehrt wurden diese Meldungen um 781 aus der C. S. R., die 309 verschiedene Gemeinden umfassen. Auch ein reiches mikro-seismisches Material stand teils in Originaldiagrammen, teils in Kopien zur Verfügung.

Nachdem zunächst das Epizentrum makroseismisch bestimmt wurde, wurden mittels sphärischer Distanzformel die Herdentfernungen der mikro-seismischen Beobachtungsorte bestimmt.

Unter Zugrundelegung dieser Werte aus den Zeitdifferenzen der P- und S-Phasen nach den neueren Methoden mit Verwendung der jüngsten Ergebnisse Herdtiefe und Herzzeit errechnet. Die Herdtiefe ergab den übereinstimmenden Wert  $h = 30 \text{ km}$ . Die guten Diagramme gestatteten, eine Laufzeitkurve für „P“ bei der Herdtiefe  $h = 30 \text{ km}$  und  $v = 5.6 \text{ km}$  aufzustellen.

Das makroseismische Bild umfaßt die Isoseisten  $6.5$  bis  $4^\circ$  ( $3.5^\circ$ ). Herdintensität  $7^\circ$  Merc. Sieb. Die detaillierte Isoseiste  $4^\circ$  der Č. S. R. paßt sich vollkommen an die in Österreich verlaufende an. Für die Isoseiste  $4.5^\circ$  ergibt die Gaßmannsche Formel die sehr gute Übereinstimmung  $h = 29.6 \text{ km}$ .

Die Nachbeben wurden fast im ganzen Gebiet der Isoseiste  $4.5^\circ$  gespürt. Viele Meldungen von Nachbeben langten noch bis Ende Oktober 1939 ein; aber erst im Mai 1940 sind die Nachwirkungen beendet.

Die Tektonik des Schüttergebietes bestätigt und erhärtet bereits bekannte geologische Gebiete und Aufschlußlinien. Das Puchbergbeben zeigt auch deutlich die Ausbreitung der Erdbebenwellen in das Böhmisches Massiv.

Dieses Beben und die drei letzten großen Beben der Ostalpen sind das Material für eine interessante Arbeit des Prager Geophysikers Zátópek, der mittels einer kollektiven Methode eine neue Art einer statistischen Erdbebenkarte errechnet, welche jene Stellen erhöhter seismischer Tätigkeit ersichtlich macht, die entgegen der schwächer erregten Umgebung bei sonst gleichen Vorbedingungen nur durch „geführte Wellen“ zu erklären sind.

---

### Literaturverzeichnis.

1. Bouška J., O dynamických účincích východoalpských zemětř. n. úz. Velký Prahy. Praha 1940.
2. Conrad V., Schwankungen der seismographischen Aktivität in verschiedenen Faltungsgebieten. Erdbeben, N. F. Wien 1926.
3. Conrad V., Das Schwadorfer Beben vom 8. Oktober 1927, Gerl. Beitr. z. Geoph., 20. 1928.
4. Galitzin-Hecker, Vorlesungen über Seismometrie. Leipzig 1914.
5. Gräfe H., Seismische Untersuchungen. Z. f. Geoph. 1932, 33, 34.
6. Gutenberg B., Die Geschwindigkeit der Erdbebenwellen. Gerl. Beitr. z. Geoph. 1926.
7. Gutenberg B., Die Herdtiefen der süddeutschen Beben. Gerl. Beitr. z. Geoph. 1927.
8. Gutenberg B., Seismological evidence for roots of mountains. Bull. of the Geol. Society of America 1943.
9. Hiller W., Erdbebenherde und Tektonik im Gebiete der Schw. Alb. Z. f. Geoph. 1935.
10. Jeffreys H., On neat Earthquakes. Geoph. Suppl. 1936.
11. Inglada V., Die Berechnung der Herdkoordinaten eines Nahbebens aus den Eintrittszeiten der P o. P-Wellen. Gerl. Beitr. z. Geoph. 1929.
12. Kautsky F., Die Erdbeben der östlichen Teile der Ostalpen usw. Erdbeben, N. F. 1924.
13. Kober L., Der geologische Aufbau Österreichs. Wien 1938.
14. Mifka V. und Trapp E., Das Ebreichsdorfer Beben 1938. Ak. d. Wiss. Wien 1941.
15. Rudzki M. P., Physik der Erde. Leipzig 1911.
16. Schwinner R., Geoph. Zusammenhänge zwischen Ostalpen und Böhmisches Massiv. Gerl. Beitr. Z. Geoph. 1929.
17. Wanner E., Beiträge zur Geographie der Erdbeben. Gerl. Beitr. z. Geoph. 39. 1939.
18. Z átopek A., Nový druh statistické zemětřesné mapy. Kart. Přehl. Praha 1946.
19. Z átopek A., Šíření východoalpských zemětřesení Českým masivem. Stat. st. Úgeof. Praha 1948.