

**Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik in Wien**

**Publikation Nr. 193**

**Arbeiten**  
aus der  
**Zentralanstalt für Meteorologie  
und Geodynamik**

**Heft 7**

**Die Erdbebentätigkeit in Österreich**

**1901 — 1968**

**von Dr. Georg Gangl**

**DK 550.341.2/4 (436)**

**Wien 1969**

# DIE ERDBEBENTÄTIGKEIT IN ÖSTERREICH

1901 - 1968

von Georg GANGL, Wien.

## ZUSAMMENFASSUNG

Die Erdbeben­­tätigkeit in Österreich wird durch Karten der Epizentrenhäufigkeit der Erdbeben in diesem Jahrhundert dargestellt. Im ersten Abschnitt wird die Methodik der Darstellungsweise und ein praktisches Maß der Seismizität diskutiert. Inwieweit es sich hierbei um ein repräsentatives Maß handelt, wird anhand einer Karte aus dem 19. Jahrhundert (1865 - 1884, Abb. 2) demon­­striert. Die Erdbebengefährdung wird durch eine Karte der im Zeitraum 1901 - 1967 beobachteten maximalen Intensitäten dargestellt (Abb. 3).

Da sich keine eindeutige Beziehung zwischen der makroseismischen Maximalintensität und der Magnitude für die Erdbeben Österreichs aufstellen ließ, wurde auf eine Umrechnung der Maximalintensität in Magnitudenwerte verzichtet; Die ostalpinen Erdbeben sind durch unterschiedliche Herdtiefen gekennzeichnet. Obwohl man diese zu den "oberflächennahen Beben" rechnet, liegen ihre Herde oft tiefer als im übrigen Mitteleuropa.

Die Ausbreitung der Energie, wie sie regelmäßig durch Isoleistenkarten untersucht wird, ist durch richtungsabhängige Unregelmäßigkeiten im Krustenaufbau gekennzeichnet. Ostalpine Beben sind insbesondere in der Richtung Nordnordwest, normal zum Streichen der Alpen, im Bereich der Böhmis­chen Masse gut fühlbar. Mächtige Tertiärsedimente wirken in der Molassezone und im Wiener Becken dämpfend auf die Erdbebenwellen ein. Die Isoleistenkarten der Starkbeben dieses Jahrhunderts sind im Anhang in Abbildung 6 bis 11 zusammengefaßt.

Eine lineare Abhängigkeit der logarithmischen Häufigkeit der Erdbeben ist ebenso für die makroseismischen Maximalintensitäten vorhanden wie sie für die Magnituden bekannt ist. Auf Grund dieser Beziehung läßt sich die Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines Erdbebens beliebiger Stärke für jeden Ort in Österreich berechnen, wobei diesen Angaben die im Zeitraum 1901 bis 1966 stattgefundenen Erdbeben zugrunde liegen. Obwohl Zerstörungsbeben in Österreich selten sind, zeigt sich eine deutliche Häufung der Erdbeben innerhalb einzelner Zonen. Die stärksten ostalpinen Beben dieses Jahrhunderts hatten den Grad  $7 \frac{1}{2}$  nach der 12-teiligen makroseismischen Intensitätsskala von Mercalli - Sieberg (MS).

## SUMMARY

The author describes the earthquake activity of Austria by means of a frequency chart of epicentres during this century. The different methods of representation and the practical units of seismicity are described in the introduction. It is checked by means of a frequency chart of the last century (1865 - 1884), whether these charts are representative (Fig. 2). An appraisal of seismic danger is undertaken by a chart of maximum intensities using isolines of  $I_{\max} = V, VI$  and representing the location of epicentres  $I_0 = VII$  and of stronger historical earthquakes (Fig. 3).

As it was not yet possible to find a relation between the macroseismic intensity and the magnitude of Austrian earthquakes it was abstained from a conversion into magnitude values; the East-Alpine earthquakes occurred in different depths. Although they are classified as "shallow earthquakes" frequently their focus is deeper than in the remaining Central Europe.

The dissipation of energy is studied by isoseismal maps showing a striking deviation from a circle. In the direction towards NNW normal to the striking of the Alps the East-Alpine earthquakes are felt strongly in the Bohemian Massif; whereas their energy is considerably damped by tertiary sediments.

In order to obtain an appraisal of seismic danger the expectancy of earthquakes of different intensities can be calculated from the frequency chart of epicentres during this century. The linearity of the logarithmic frequency is valid for the macroseismic intensity in the same way as it is the case for magnitudes.

## I. EINLEITUNG

In dieser Arbeit soll die Erdbeben-tätigkeit Österreichs behandelt werden. Die verhältnismäßig kleine Fläche von 83 849 km<sup>2</sup> umfaßt das Gebiet der Ostalpen und nur ein kleiner Teil im Norden wird von geologisch älteren Gesteinen aufgebaut: der Bereich der Böhmisches Masse im Norden Nieder- und Oberösterreichs. Auf diesem kleinen Raum finden sich demnach zwei unterschiedlich aufgebaute Teile der Erdkruste. Die Erdbeben sind im Bereich der alpinen Gebirgsbildung häufiger als in der Böhmisches Masse, wo es nur sehr wenige Beben gibt. Wir befassen uns daher mit den ostalpinen Beben, sorgfältige Aufzeichnungen gestatten die räumliche Verteilung und zeitliche Abfolge der Beben zu studieren (Bebenkataloge / 38, 43, 18 /).

Schwere Zerstörungsbeben haben Österreich nur selten heimgesucht. Trotzdem kommen immer wieder Beben vor, welche auch leichte Beschädigungen mit sich bringen und deren Epizentren in bekannten Zonen gesteigerter Erdbeben-tätigkeit liegen. Schon vor fast hundert Jahren wurde die Erdbeben-tätigkeit in Niederösterreich /35/ mit dem tektonischen Geschehen in Verbindung gebracht.

In den vergangenen Jahren gab es das Beben von Ebenfurth (1963) südlich von Wien, sowie mehrere Semmeringbeben im darauffolgenden Jahr mit Maximalintensitäten über 9° MS. Die Epizentren lagen in einer seismoaktiven Zone schwächerer Beben, welche sich von den Kleinen Karpaten durch das südliche Wiener Becken über das Gebiet des Semmeringpasses und längs des Müritales bis in das obere Murtal erstreckt. In der Fortsetzung dieser Zone erfolgten in jüngster Zeit zwei Erdbeben im Gebiet von Metnitz in Kärnten am 1. Juni 1969. Die Erdbeben dieser Zone sind durch eine starke Fühlbarkeit in Richtung gegen Nordnordwesten gekennzeichnet - das ist normal zum Streichen der Alpen - weshalb man sie auch als Transversalbeben bezeichnete /16, 17/. Weitere Gebiete verstärkter Erdbeben-tätigkeit innerhalb Österreichs liegen im Süden Kärntens und in Nordtirol (in unmittelbarer Umgebung von Innsbruck und im Nordwesten von Tirol). Die Frage inwieweit ein Zusammenhang mit dem tektonischen Geschehen offensichtlich ist, soll später berührt werden.

## II. EINIGE DARSTELLUNGSMÖGLICHKEITEN DER SEISMIZITÄT

Um die Erdbeben-tätigkeit eines Gebietes zu erfassen, stehen eine Fülle von Daten zur Verarbeitung zur Verfügung. Zunächst ist dies der Zeitpunkt, zu dem die Beben auftreten, und damit auch in welchen Abständen sie erfolgen. In Abbildung 1 A ist die Zahl der Erdbeben pro Jahr für Österreich

dargestellt, wobei nur die Beben berücksichtigt wurden, welche innerhalb des Zeitraumes 1901 - 1968 mit einer Maximalintensität größer oder gleich dem Grad 4 der 12-teiligen makroseismischen Intensitätsskala von Mercalli - Sieberg (MS) auftraten. Die jährliche Zahl der Beben schwankt für Österreich um den Mittelwert von 10 Beben zwischen eins und 22 ohne Berücksichtigung der unmittelbaren Nachbeben. Die meisten Erdbeben gab es im Jahre 1964. Während der beiden Weltkriege wurden weniger Erdbeben verzeichnet. In diesem Zeitraum scheinen die Erdbeben der Intensität  $4^{\circ}$  MS nicht vollständig erfaßt worden zu sein. Durch Bildung übergreifender Mittel ist ein Trend, der eine Zu- oder Abnahme der Erdbebenaktivität anzeigt, nicht zu erkennen. Die starken Schwankungen innerhalb der Zeitreihe sind auf die Art der Bebenfolge zurückzuführen. Oft treten Vor- und Nachbeben auf, welche zu einem Aufleben der seismischen Aktivität während der Dauer von Monaten und sogar Jahren führen; dann kommt es wieder zu Ruheperioden.

Die Stärke eines Bebens ist von Ort zu Ort verschieden und nimmt mit zunehmender Entfernung vom Epizentrum ab. Die Bestimmung der Intensität, welche aus Beobachtungen und aus den aufgetretenen Zerstörungen erfolgt, gestattet es in einer Landkarte Linien gleicher Bebenstärke (Isoseisten) einzuzeichnen. Diese Isoseisten ostalpiner Beben weisen charakteristische Verformungen auf. Die Erdbeben im Osten Österreichs sind in Richtung Nordnordwest besonders weit hin fühlbar (Böhmen), während in der Streichrichtung der Alpen sowie gegen Süden die Energie der Erschütterungswellen weniger stark verspürt wird. Zonen geringer Bebenstärke (im Alpenvorland, im inneralpiner Wiener Becken und in der Pannonischen Ebene) konnten durch dämpfende Wirkung tertiärer Sedimente erklärt werden /12/.

Als Beispiel sei auf die Isoseistenkarte des Erdbebens von Ebenfurth - Hornstein am 2. Dezember 1963 verwiesen (Abb. 4). Entsprechend den Empfehlungen der Europäischen Seismologischen Kommission (Working Group on Seismic Zoning) befindet sich im Anhang eine Zusammenstellung der Isoseistenkarten der Erdbeben  $I_0 \geq 7^{\circ}$  MS für den betrachteten Zeitraum (Abb. 6 bis 11). Der Verlauf der Isoseisten wurde den Arbeitskarten der Geophysikalischen Abteilung der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik in Wien entnommen. Die Abhängigkeit der Intensität von der Entfernung ist im jeweiligen Diagramm für die verschiedenen Himmelsrichtungen aufgetragen. Daraus erkennt man die schon erwähnte unterschiedliche Ausbreitung der Erdbebenwellen in die verschiedenen Richtungen und die rasche Intensitätsabnahme in der Nähe des Epizentrums gegenüber der geringeren Abnahme in größerer Entfernung /1, 20, 12/.

Zur Darstellung der flächenhaften Verteilung der Quellgebiete seismischer Energie genügen die Angaben über die Epizentren: die Koordinaten und zusätzlich die Maximalintensität. Für technische Fragen ist die Häufigkeit der Erschütterungen oder die Intensität der stärksten Erschütterung an einem bestimmten Ort und innerhalb eines vorgegebenen Zeitraums (siehe Abschnitt III und Abb. 3) von Interesse.

Von den angeführten Möglichkeiten ist die Darstellung der Häufigkeit der Epizentren die einfachste. Für Österreich wurde eine derartige Karte für Beben von 1901 bis 1966 gezeichnet (Beilage). Die Koordinaten der Epizentren wurden aus den beiden Bebenkatalogen /38, 43/ und den Jahrbüchern der Zentralanstalt /18/ entnommen. Die letztgenannten Angaben wurden in Tabelle 2B im Anhang (Abschnitt V) zusammengefaßt. Die Anzahl der Beben wurde für eine Bezugsfläche  $f = 0,3^{\circ} \times 0,2^{\circ} = \text{ca. } 500 \text{ km}^2$  ermittelt und Linien gleicher Epizentrenhäufigkeit eingezeichnet. Die Epizentren der in Österreich aufgetretenen Starkbeben ( $I_0 \geq 6^{\circ}$  MS) sind zusätzlich punktweise eingetragen. Bei dieser Darstellungsweise wurden alle Epizentren vollkommen gleichwertig beurteilt: ein schwaches Beben, welches sich gerade noch von den Verkehrserschütterungen unterscheiden läßt, zählt ebensoviel wie ein starkes Zerstörungsbeben.

Die höchste Epizentrenzahl wird innerhalb Österreichs im Gebiet um Gloggnitz (Niederösterreich) erreicht ( $n_{66} = 60$ ). Weitere Schwerpunkte der bereits erwähnten Bebenzone liegen in der Steiermark zwischen Neumarkter Sattel und Judenburg ( $n_{66} = 27$ ) und zwischen St. Michael und Bruck an der Mur ( $n_{66} = 21$ ); sodann zieht sich die Zone zunächst längs des Mürztales bis zum Semmeringpaß hin. Zwischen Semmering und Neunkirchen liegt das schon erwähnte deutliche Maximum, welches sich bis in das südliche Wiener Becken erstreckt (Wiener Neustadt:  $n_{66} = 27$ ). Neuerlich steigen die Werte im Gebiet um Schwadorf leicht an ( $n_{66} = 17$ ).

Im Süden Kärntens erkennt man im Gebiet der Karawanken eine leicht gesteigerte Erdbebenaktivität ( $n_{66} = 13$ ). In den Karnischen Alpen werden des öfteren Erdbeben verspürt, deren Epizentren aber bereits auf italienischem Staatsgebiet liegen (Umgebung von Tolmezzo).

Fast ebensoviele Epizentren, wie in der weiteren Umgebung von Gloggnitz angetroffen wurden, gab es auch im Umkreis von Innsbruck ( $n_{66} = 55$ ). Das Gebiet erhöhter Epizentrenhäufigkeit erstreckt sich rund um das Inntal. Man erkennt die erhöhte seismische Aktivität im Bereich der östlichen Lechtaler- ( $n_{66} = 23$ ) und Allgäuer Alpen. Innsbruck und Solbad Hall sind des öfteren die Epizentren von oberflächennahen Erdbeben gewesen, deren Intensität rasch mit zunehmender Entfernung abnimmt. In der Liste der österreichischen Schadenbeben /38, S. 12, 13 / wird Innsbruck und Bad Hall als Epizentrum mit der Maximalintensität  $I_0 = 8^0$  MS im Jahre 1572, 1670 und 1689 erwähnt.

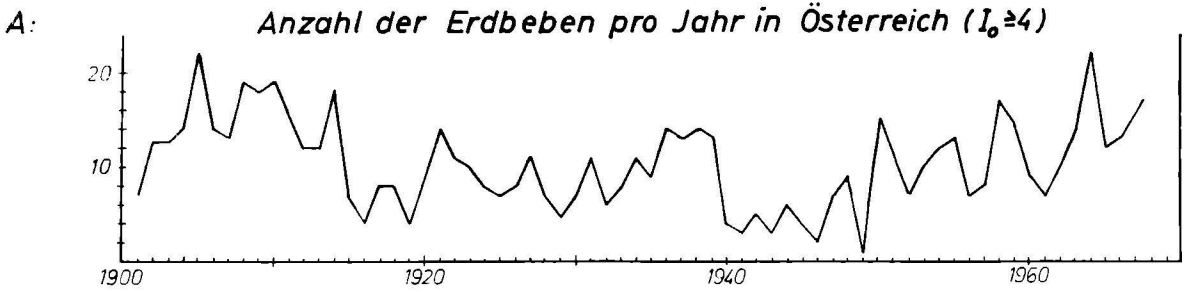
Auffallend ist, daß der Zentralbereich der Alpen - die Hohen Tauern - nur selten Ursprungszone der Erdbeben ist, obwohl sich hier die stärkste negative Schwerestörung innerhalb der Ostalpen befindet und die größte Mächtigkeit der Erdkruste vorliegen dürfte (Bougueranomalie bis zu 180 mgal).

Sowohl die Epizentren in Nordtirol, als auch im Gebiet des Bundeslandes Salzburg und Oberösterreich liegen im allgemeinen nördlich des Alpenhauptkammes in der Zone der Nördlichen Kalkalpen. Die Häufigkeit der letztgenannten Epizentren ist gering: Nur im Gebiet des Toten Gebirges wird der Wert  $n_{66} = 13$  erreicht. Das Alpenvorland und die Gebiete nördlich davon (Bereich der Böhmisches Masse) sind aseismische Gebiete; ebenso auch die Oststeiermark und das südliche Burgenland.

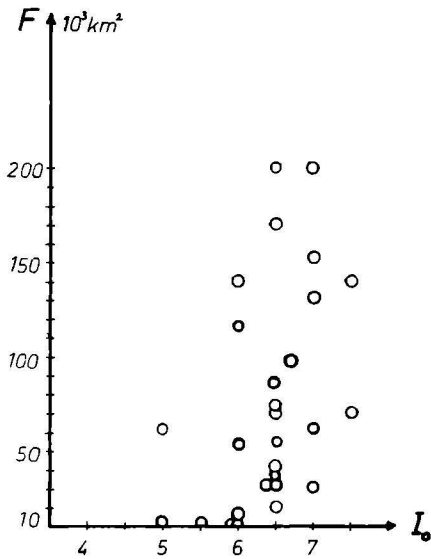
Die Überprüfung der zeitlichen Unveränderlichkeit der Seismizität soll an Hand von zwei Häufigkeitskarten der Epizentren veranschaulicht werden (Abb. 2 A und B). Die erste Karte ist aufgrund eines Bebenkataloges von C. FUCHS /11/ erstellt worden. Die Angaben sind in Tab. 2A im Anhang zusammengefaßt; Die geschätzte Lage der Epizentren wird in geographischen Koordinaten angegeben. Damit kann ein Vergleich mit der Lage der Epizentren der letzten zwanzig Jahre (/38, 43/ sowie Tab. 2B) durchgeführt werden. Die Schwerpunkte der seismischen Aktivität sind in beiden Zeitabschnitten von je zwanzig Jahren weitgehend gleich geblieben. Nur auf kleine Veränderungen ist hinzuweisen, obwohl bei der ersten Darstellung die Ungenauigkeit bei der Bestimmung der Epizentren berücksichtigt werden muß.

Beim Vergleich der Erdbebenaktivität in Tirol ist festzustellen, daß es im ersten Zeitabschnitt im Westen dieses Bundeslandes keinerlei Erdbeben gegeben hat. Die Lage der Herde um Innsbruck und im Gebiet des Inntales sind in beiden Zeitabschnitten etwa gleich. Die Erdbeben in Kärnten unterscheiden sich etwas, die eigentlichen Schwerpunkte der seismischen Tätigkeit in der Steiermark sind aber gleich geblieben (Gebiet um Judenburg, Bruck an der Mur und um den Semmeringpaß). Auffallend ist, daß sich die Erdbebenaktivität innerhalb des Wiener Beckens anscheinend etwas verlagert hat: Im ersten Abschnitt liegt diese längs der sogenannten Thermenlinie, im zweiten- mehr am Südrand des Beckens. Die jüngsten Erdbeben in Oberösterreich liegen in

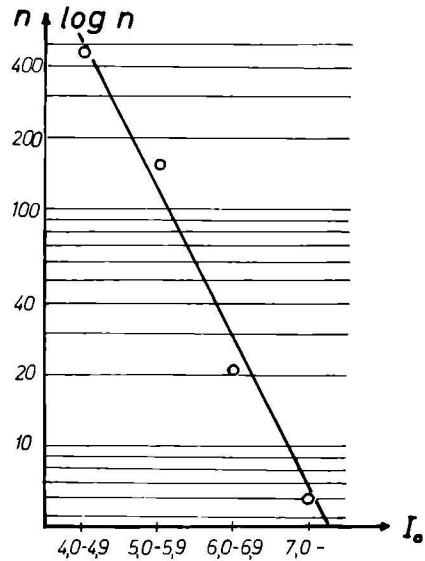
# Abb. 1



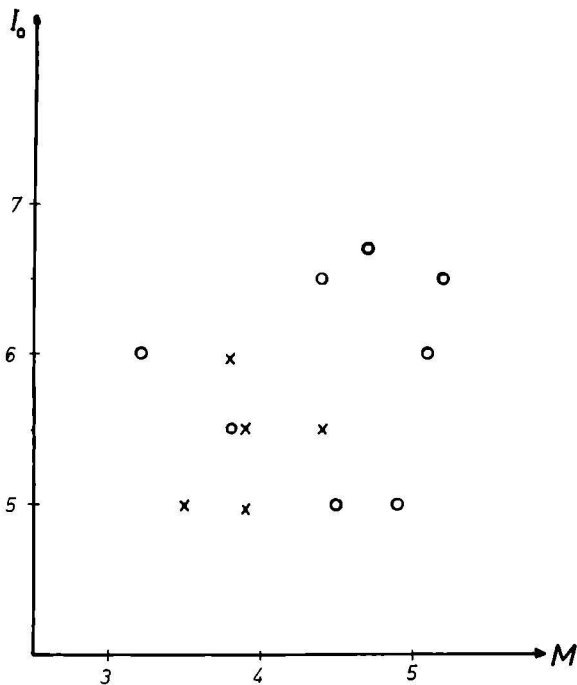
B: Abhängigkeit von Maximalintensität und Fläche des Schüttergebiets



C: Abhängigkeit der Bebenanzahl von der Maximalintensität (Logarithm. Häufigkeit)



D: Abhängigkeit von Magnituden österr. Beben und der Maximalintensität



E: Abhängigkeit der Kenngröße  $Z = \log F + 0,6 I_0$  und der Magnitude

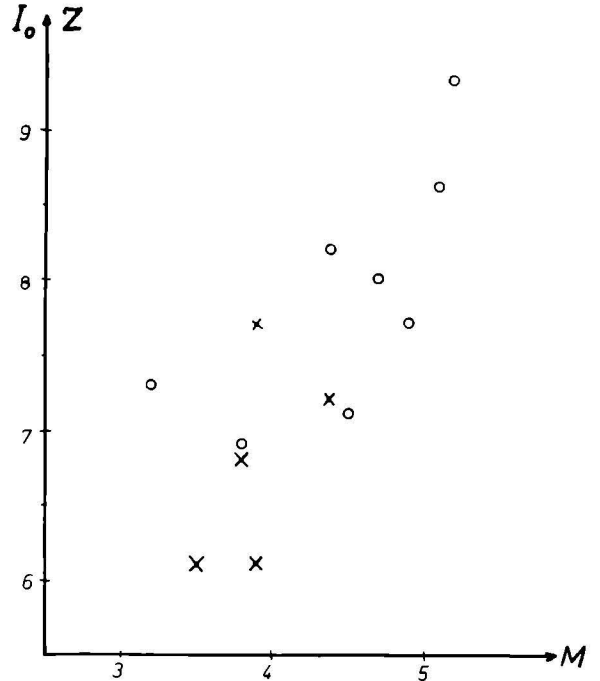
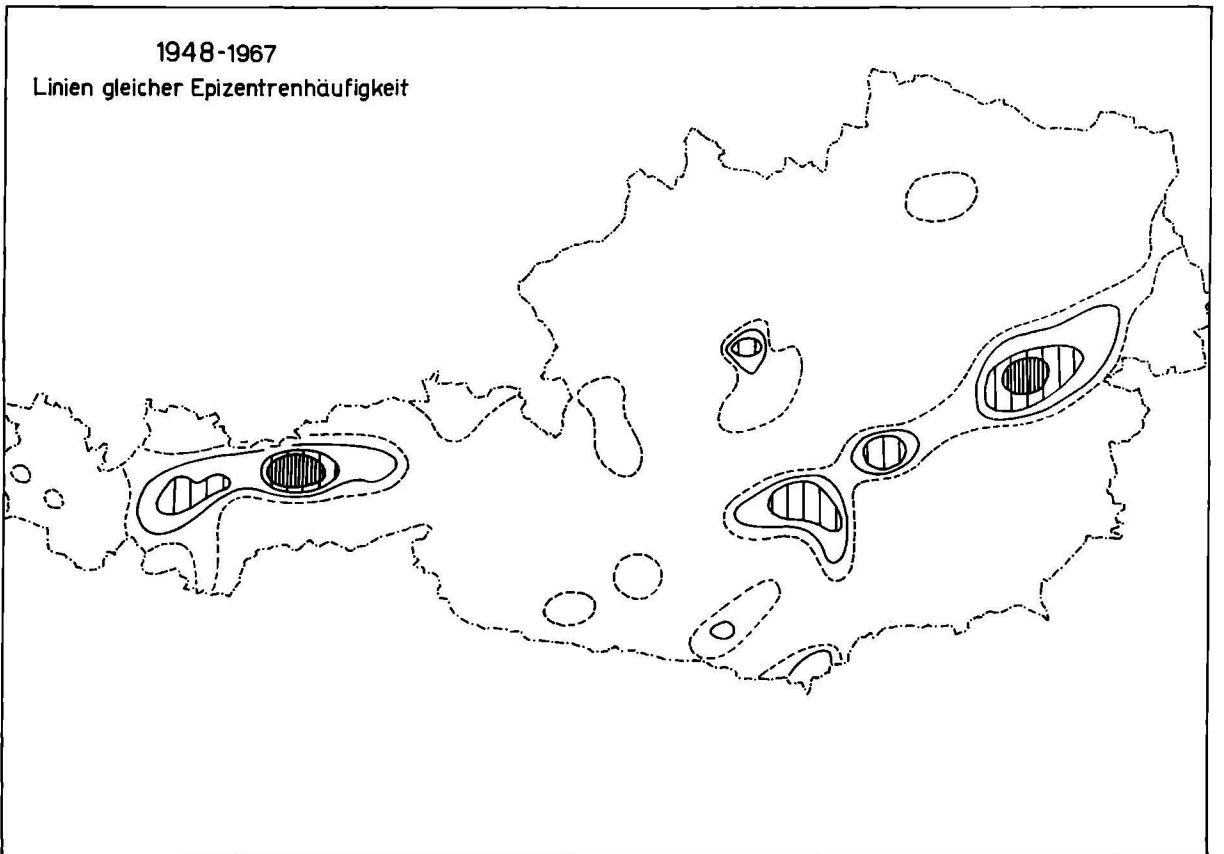
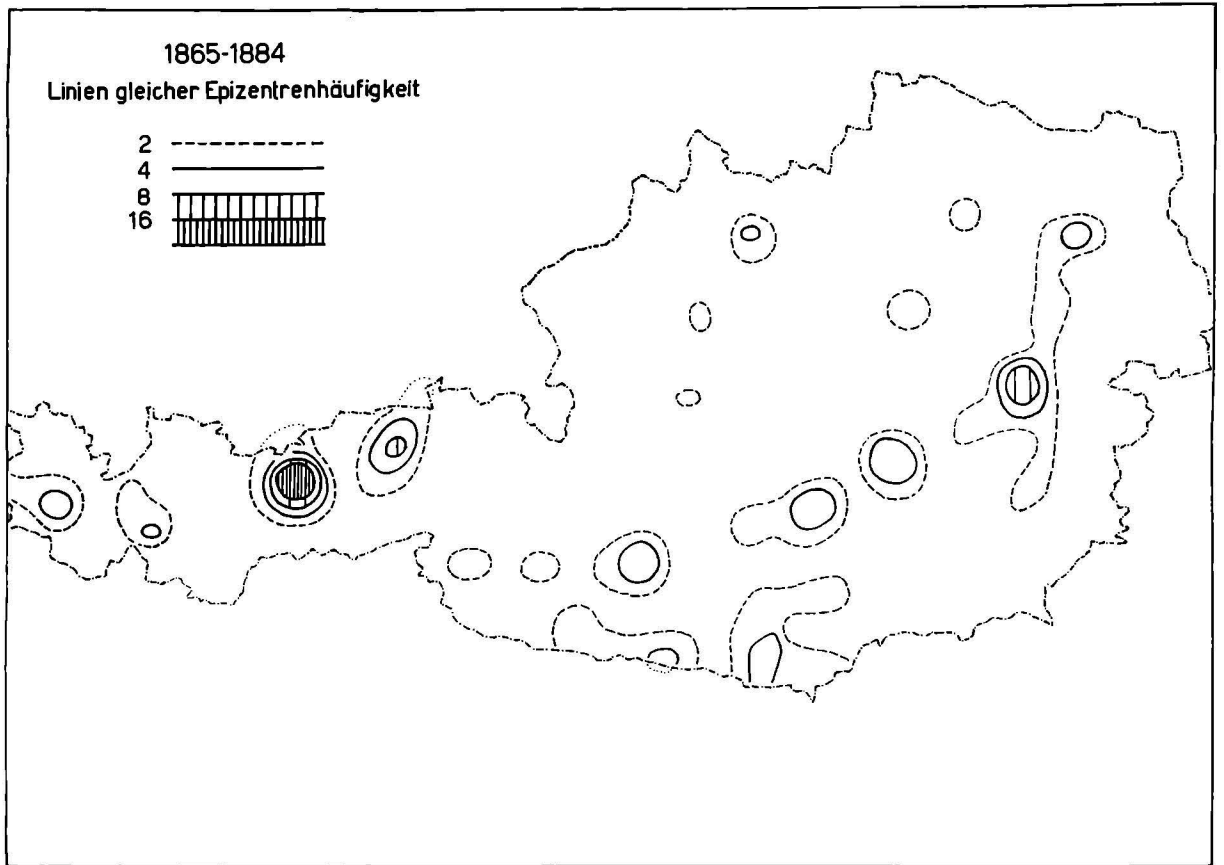


Abb. 2



einem bisher aseismischen Gebiet.

Um nun die einzelnen Beben zu bewerten, werden den Epizentren Gewichte nach ihrer Stärke zugeordnet. Als objektives Maß der Erdbebenätigkeit wurde von M. TOPERCZER /39/ eine Größe  $S$  als Seismizität definiert, welche man durch Summation der durch Erdbeben freigewordenen Energien erhält. Diese Größe wird auf eine Einheitsfläche und Zeiteinheit bezogen und hat damit die Dimension eines Energieflusses:

$$S = \frac{\sum_i e_i}{f \cdot j}, \quad (1)$$

wobei  $e_i$  die Energie des  $i$ -ten Bebens bedeutet und die Energien aller Beben summiert werden, deren Epizentren innerhalb der Bezugsfläche  $f$  lagen und die während des Zeitraumes von  $j$  Jahren stattfanden.

Im allgemeinen wird die Energie eines Bebens aufgrund der Magnitude  $M$  ermittelt. Es gilt die Beziehung

$$\log e(M) = a^* + b^* \cdot M, \quad (2)$$

wobei  $a^*$  und  $b^*$  Konstante sind.

Die Magnitude, welche man aus der Maximalamplitude einer bestimmten Phase und der Entfernung des Bebenherdes von der registrierenden Station errechnet, geht auf C. F. RICHTER zurück, welcher diese Größe zum ersten Mal während des zweiten Weltkrieges mit Erfolg verwendete. Erst nach 1950 wurden die Magnituden allgemein bekannt. In Österreich gibt es einstweilen nur wenige Beben, für welche die Magnitude aus Seismogrammen errechnet wurde. Beim Studium der Häufigkeit der Beben verschiedener Magnituden in Europa /21, 23/ und in den meisten Arbeiten über die seismische Aktivität eines Gebietes werden für all jene Beben, für die es keine durch Seismographen gemessene Magnitudenwerte gibt, Näherungsformeln verwendet, mit welchen die Magnituden aus den makroseismischen Maximalintensitäten  $I_0$  berechnet werden. Wie im folgenden ausgeführt wird, kann eine derartige Näherungsformel nur einen statistischen Zusammenhang beschreiben, wobei starke Streuungen auftreten. Nach V. KARNIK /23/ gilt für Österreich:

$$M = 0,70 I_0 - 0,1.$$

Bei zunehmender Maximalintensität wächst die Fläche des Schüttergebietes. Diese Abhängigkeit ist für Flächen  $F > 10\,000 \text{ km}^2$  in Abb. 1 B dargestellt. Infolge der unterschiedlichen Herdtiefen streuen die einzelnen Werte stark und es läßt sich für Österreich kein linearer Zusammenhang aufstellen. In Abb. 1 D ist die Maximalintensität in Abhängigkeit von der Magnitude für jene österreichischen Beben aufgetragen, für welche Magnitudenwerte vorliegen. Hier werden die Angaben tschechischer Stationen verwendet. Die verwendeten Angaben sind in Tab. 1 zusammengestellt. Durch Bildung einer Kenngröße  $Z = 0,6 I_0 + \log F$  (Abb. 1 E) wurde versucht, die Zahlenwerte der Maximalintensität und der Fläche des Schüttergebietes  $F$  so miteinander zu verknüpfen, daß bei Vorliegen von mehreren einheitlichen Magnitudenbestimmungen eine Näherungsformel gefunden werden kann, um diese aus den bisher vorhandenen makroseismischen Größen abschätzen zu können. Durch Summation einer derartigen Größe ( $I_0 \cdot \log F$  /42/ oder  $Z = 0,6 \cdot I_0 + \log F$ ) kann die relative Seismizität berechnet werden.

Für die Auswertung der Erdbebenstatistik stand in den letzten Jahren eine Beziehung im Vordergrund, welche die Anzahl  $n$  der in einem Gebiet stattgefundenen Beben mit ihrer Magnitude  $M$  in Beziehung setzt: die logarithmische Häufigkeit ist eine abfallende lineare Funktion der Magnitude der Erdbeben /15/.



$$\log n(M) = a - bM \quad \text{für } M_{\min} \leq M \leq M_{\max}, \quad (3)$$

wobei  $a$  und  $b$  Konstante sind.

Dies bedeutet, daß die Zahl der Beben mit zunehmender Magnitude exponentiell abnimmt.

M. BÄTH /2/ wies darauf hin, daß die nach (1) definierte Seismizität in erster Linie durch selten auftretende Zerstörungsbeben beeinflusst wird. Da sich die Magnitude als Potentialfunktion der Energie eines Bebens darstellen läßt, kann man die pro Magnitudenklasse freigewordene Energie  $S(M)$  durch Multiplikation der Zahl der Beben  $n(M)$  mal ihrer mittleren Energie  $e(M)$  berechnen. Obwohl die Zahl der Beben großer Magnitude exponentiell abnimmt (3), wächst ihre Energie so stark an (2), daß die pro Magnitudenklasse freigewordene Energie exponentiell anwächst:

$$\log S(M) = a_1 + b_1 M \quad (b_1 > 0) \quad (4)$$

wobei  $a_1$  und  $b_1$  Konstante sind.

Der überwiegende Teil der Größe der Seismizität (1) wird demnach durch starke Beben hervorgerufen /27/.

Bestünde die Linearität der logarithmischen Häufigkeit unbeschränkt, so gäbe es demnach vom Standpunkt der Statistik Erdbeben beliebiger Stärke, nur kommen diese entsprechend selten vor. Aus Erfahrung wissen wir, daß auch bei stärksten Beben die Größe der Magnitude nie den Wert 9 erreichte. Die Energie des stärkst möglichen Erdbebens scheint von Ort zu Ort verschieden zu sein; dies hängt mit der örtlichen Festigkeit der Erdkruste zusammen. Demnach muß es aus physikalischen Überlegungen eine obere Grenze  $M_{\max}$  für den Gültigkeitsbereich von (3) geben. Die untere Grenze  $M_{\min}$  ergibt sich durch die Empfindlichkeit der Seismographen und der Dichte des Stationsnetzes. Nicht alle schwächeren Beben werden registriert, bzw. werden - wenn wir makroseismische Beobachtungen betrachten - von der Bevölkerung wahrgenommen.

Da Starkbeben selten vorkommen, werden zur Ermittlung der Seismizität, welche sich maßgeblich auf diese gründet, langjährige vollständige Bebenkataloge die Voraussetzung bilden. J. V. RIZNICHENKO /27/ schlug daher vor, die Erdbeben-tätigkeit durch eine bestimmte Ordinate der logarithmischen Häufigkeit darzustellen, da für den Anstieg  $b$  weltweit etwa gleiche Werte gefunden wurden. Der Zahlenwert der Ordinate wird als seismische Aktivität bezeichnet und kann auch aus der Vielzahl schwächerer Beben abgeleitet werden. Seismizität und tektonischer Fluß (strain release) können als Funktion der Aktivität gebildet werden.

Durch die Angabe der seismischen Aktivität ist die Beben-tätigkeit durch die statistische Abhängigkeit der logarithmischen Häufigkeit von der Bebenstärke (3) gegeben. Ihre Größe wird insbesondere durch die schwachen Beben bestimmt, deren Anzahl weit größer ist als die der Zerstörungsbeben. Da die Aktivität aber eine statistische Größe ist, müssen zu ihrer Bestimmung genügend lange Zeitreihen und genügend große Bezugsflächen zur Verfügung stehen, wenn ihr Wert nicht zu stark schwanken soll. Die Konstanz des Anstieges der logarithmischen Häufigkeit ist für ganz Österreich oder für einzelne Bundesländer befriedigend erfüllt; bei kleineren Bezugsflächen wie sie z. B. zur Konstruktion der Häufigkeitsverteilung der Epizentren Österreichs (siehe Beilage) verwendet wurden ( $f \doteq 500 \text{ km}^2$ , 1901 - 1966), zeigt sich, daß die größten Zerstörungsbeben, die aus der Geschichte bekannt sind, wohl am Rande der Zone maximaler Epizentrenhäufigkeit, nicht aber unmittelbar in ihrem Zentrum gelegen sind. Dies trifft für die vier stärksten historischen Beben innerhalb Österreichs zu ( $I_0 \geq 9^0 \text{ MS}$ ), nämlich für die Epizentren Murau (1201), Villach (1348 und 1690) und Neulengbach (1590) /35, S. 12 u. 13/. Ebenfalls isoliert ist das Erdbeben von Scheibbs (1876,  $I_0 = 7 \frac{1}{2}$ ), während alle übrigen Schadenbeben im Bereich der Zonen erhöhter Epizentrenhäufigkeit liegen, die aufgrund der Angaben aus diesem Jahrhundert ermittelt wurden.

### III. ABSCHÄTZUNG DER GEFÄHRDUNG EINES GEBIETES DURCH ERDBEBEN FÜR ÖSTERREICH

Aufgrund der an einem Ort bisher aufgetretenen Erdbeben kann man auf die zukünftige Erdbeben-tätigkeit schließen; Voraussetzung hierfür ist, daß die Seismizität gleich bleibt und keine bedeu-tende Verlagerung der Herdgebiete stattfindet. Gewisse Schwankungen der Erdbebenhäufigkeit kann man als zufällige Änderungen auffassen und somit die Seismizität als eine statistische Größe. Tat-sächlich sind diese Änderungen - wie aus Abb. 2 hervorgeht - gering, da die Schwerpunkte der seismischen Tätigkeit innerhalb Österreichs weitgehend gleich geblieben sind.

Will man mittels der Häufigkeitskarte der Epizentren (Beilage) einen Mittelwert für die Epizentren-zahl eines Gebietes ermitteln, so muß berücksichtigt werden, daß die Isolinien Linien gleicher Epizentrenhäufigkeit darstellen, welche auf eine Bezugsfläche von  $f = 0,3^0 \times 0,2^0 = \text{ca. } 500 \text{ km}^2$  und einen Zeitraum von  $j = 66$  Jahren bezogen sind. Soll z.B. berechnet werden, wie oft in einem Umkreis von  $r = 50 \text{ km}$  innerhalb von 10 Jahren Erdbeben zu erwarten sind, so muß die aus der Karte entnommene Häufigkeit  $n_{66}$  einfach umgerechnet werden;  $n'_{10} = n_{66} \cdot 10 \cdot 50^2 \pi / 66 \cdot 500$ . Es ist einleuchtend, daß die gewählte Fläche etwa der in der Karte verwendeten Bezugsfläche ent-sprechen muß, da ansonsten die Häufigkeitsangaben verfälscht werden.

Die so ermittelten Häufigkeiten sind die Anzahl der Epizentren mit  $I_0 \geq 4^0 \text{ MS}$ . Für die Abschät-zung der Gefährdung durch Erdbeben ist aber nur die Zahl der Starkbeben von Bedeutung. Sie ergibt sich aufgrund der Abhängigkeit der Bebenzahl von ihrer Stärke. Formal kann hier die gleiche Gesetzmäßigkeit (3) wie für Magnitudenwerte verwendet werden, wobei wir gleichzeitig auf die jährliche Häufigkeit  $n_1$  übergehen wollen:

$$\log n_1 (I_0 \geq I^*) = a' - b' I^* \quad (5a)$$

$n (I_0 \geq I^*)$  bedeutet die Zahl der Beben, deren Maximalintensität  $I_0$  größer als  $I^*$  ist:

$$n_1 (I_0 \geq I^*) = \alpha e^{-\beta I^*} \quad (5b)$$

mit  $\log \alpha = a'$  und  $\beta = b' / \log e$ .

Aus der Zahl der in Österreich von 1901 - 1966 stattgefundenen Erdbeben (siehe die folgende Tab.) ergibt sich durch Ausgleichsrechnungen für die  $n (= 4)$  Intensitätsklassen die Verteilung (5c). Diese ist in Abb. 1C in semilogarithmischem Maßstab dargestellt. Die beiden Konstanten  $a'$ ,  $b'$  erhält man aus den üblichen Normalgleichungen (6) unter Verwendung der Gauß'schen Schreibweise (eckige Klammern bedeuten Summen):

$$\begin{aligned} n \cdot a' + [I^*] b' &= [\log n (I_0 \geq I^*)] \\ [I^*] a' + [I^* 2] b' &= [I^* \cdot \log n (I_0 \geq I^*)] \end{aligned} \quad (6)$$

Daraus ergibt sich:

$$n_{66} (I_0 \geq I^*) \cong 460000 \cdot e^{-1,6 I^*} \quad (5c)$$

Aus der jährlichen Bebenanzahl läßt sich der mittlere Wiederholungszeitraum  $\hat{T}$  (Return Period) eines Erdbebens  $I_0 \geq I^*$  als deren Reziprokwert berechnen.

In der folgenden Tabelle I werden die im Zeitraum 1901 - 1966 beobachteten Erdbebenhäufig-keiten Österreichs mit den nach (5c) ermittelten Werten verglichen:

Tabelle I:	Intensität	Anzahl	$I^*$	$n_{66}(I_0 \geq I^*)$	$\hat{n}_{66}(I_0 \geq I^*)$	$\hat{T}$
	$I_0$			(beob.)	(berechn.)	(Jahre)
			8	0	1	71
1	7,0 - 7,9	6	7	6	6	11
2	6,0 - 6,9	21	6	27	30	2,2
3	5,0 - 5,9	156	5	183	149	0,44
4	4,0 - 4,9	489	4	672	744	0,09

Bezieht man sich auf die Dauer eines Jahres, so ist die Zahl der Erdbeben eine zufällige Variable, die nach EPSTEIN und LOMNITZ /9/ einer Poissonverteilung folgt. Ihr Mittelwert ist  $\alpha$ . Dieser schwankt sogar innerhalb eines so kleinen Gebietes wie Österreich beachtlich, so daß dieser - wie oben beschrieben - aus der Karte entnommen werden soll. Um nun die Zahl der Starkbeben aus den in der Karte angegebenen Häufigkeiten nach (5) abschätzen zu können, wird eine Verschiebung der Ordinatenachse vorgenommen, so daß die Bebenzahl dem Mittelwert  $n_{66}$  entspricht:

$$n(I_0 \geq I^*) = n_{66} \cdot e^{-1,6(I^* - 4)} \quad (5d)$$

Wie nun die Abschätzung der Erdbebengefährdung in einfacher Weise vorgenommen werden kann, soll zusätzlich anhand eines Beispiels aufgezeigt werden:

Am 29. Januar 1967 fand im Gebiet der oberösterreichischen Voralpen ein Erdbeben (Epizentrum bei Molln) der Stärke  $6 \frac{3}{4}$   $^{\circ}$ MS statt. Dies war der Anlaß, die seismische Tätigkeit dieses Raumes näher zu untersuchen. Die vorgeschlagene Methode der Abschätzung der Intensitäten wird mit der Zahl der tatsächlich stattgefundenen Erdbeben verglichen: der Ort Molln liegt in einem Gebiet geringer seismischer Aktivität (außerhalb der Isolinie  $n_{66} = 4$ ) auf der Häufigkeitskarte. Da unmittelbar gegen Süden die Häufigkeitswerte leicht ansteigen, kann man etwa den Wert  $n_{66} = 3$  als Zahl der Erdbeben im Zeitraum 1901 bis 1966 annehmen. Die jährliche Bebenzahl für ein Gebiet im Umkreis von 50 km beträgt daher  $n = 3 \cdot 1 \cdot 50^2 \pi / 66 \cdot 500 = 0,714$  womit sich nach (5d) alle weiteren Angaben berechnen lassen. Vergleicht man die Zahl der beobachteten Beben (Spalte 3 in der folgenden Tabelle II) mit den für 66 Jahre berechneten Werten, ist die Übereinstimmung befriedigend (die Beben im Jahr 1967 sind hierbei nicht berücksichtigt). Auch der mittlere Wiederholungszeitraum ist groß, so daß das Gebiet nicht als durch Erdbeben gefährdet bezeichnet werden muß.

Tabelle II: Beispiel zur Abschätzung der Erdbebengefährdung: Oberösterreichische Voralpen (Umgebung von Molln)

$I^*$	$n_{66}(I_0 \geq I^*)$ (beobachtet)	$\hat{n}_{66}(I_0 \geq I^*)$ (berechnet)	$\hat{T}$ (Jahre)
7	0	0,39	170
6	1	1,9	34
5	10	9,5	7
4	40	47	1,4

Abbildung 4 zeigt die Isoleistenkarte des Erdbebens von Ebenfurth - Hornstein (2. Dezember 1963). Die schon erwähnten Besonderheiten der Ausbreitung der Erdbebenenergie werden darin deutlich: Die verstärkte Fühlbarkeit normal zum Streichen der Alpen in Richtung Nordwest vom Epizentrum und die anfangs starke Abnahme der Intensität, mit zunehmender Entfernung nur noch etwa lineare Abschwächung. Zusätzlich sind im Anhang die Isoleistenkarten der Starkbeben ( $I_0 \geq 7^{\circ}$ MS) mit den jeweiligen Abhängigkeiten der Intensität von der Entfernung vom Epizentrum für verschiedene Himmelsrichtungen wiedergegeben.

Um auf einen Blick erkennen zu können, welche höchsten Intensitäten durch Erdbeben dieses Jahrhunderts an einem Ort hervorgerufen wurden, sei auf die Übersichtskarte der Maximalen Intensitäten (Abb. 3) hingewiesen. Der dargestellte Zeitraum (1901 bis 1967) ist vielleicht zu kurz, um die mögliche Gefährdung durch Erdbeben exakt darzustellen, trotzdem ist damit aber bereits eine gute Abschätzung möglich, insbesondere wenn man noch die punktweise vermerkten Epizentren historischer Starkbeben berücksichtigt.

Abb. 3

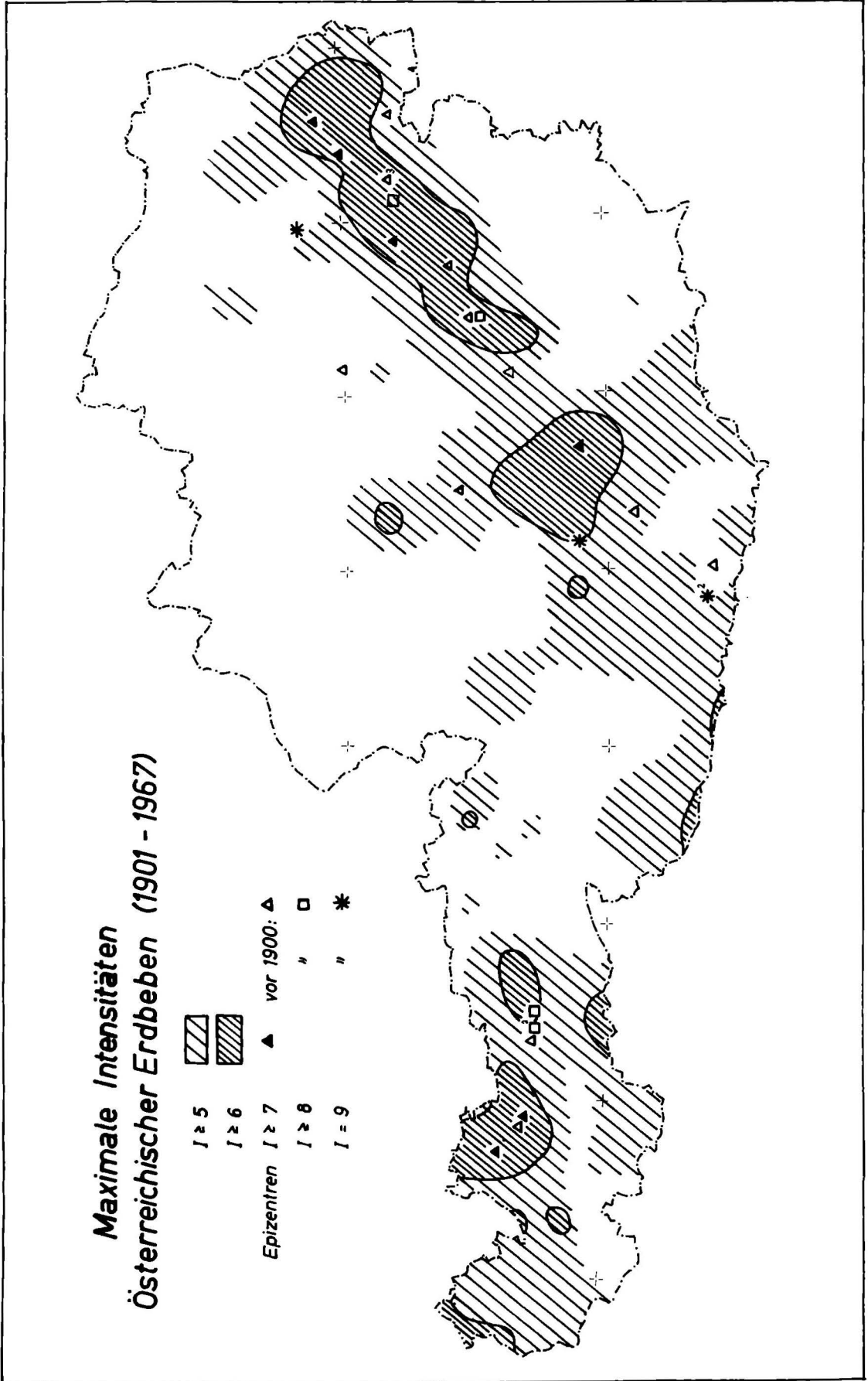
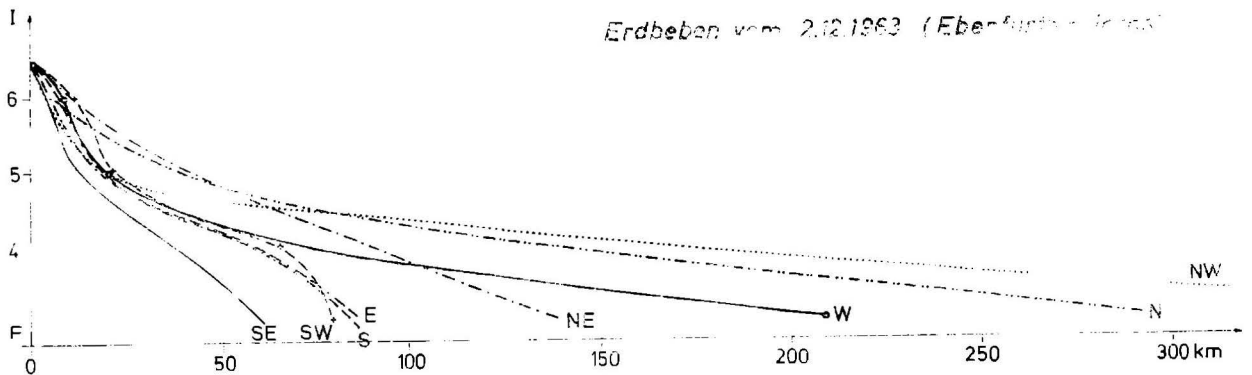
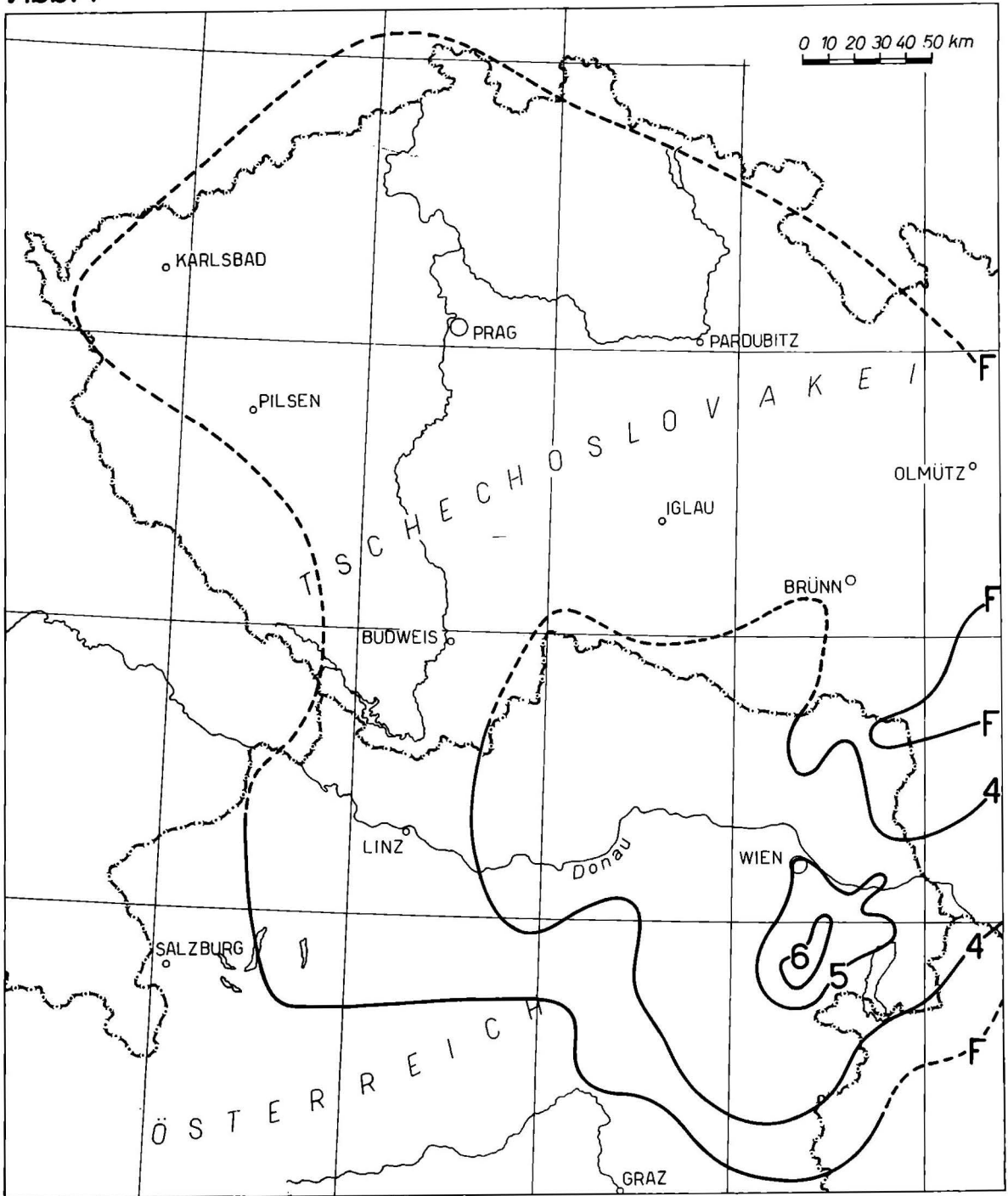


Abb. 4



Ein Vergleich der Karte der maximalen Intensität mit der Karte der Epizentrenhäufigkeit zeigt weitgehende Übereinstimmung; zusätzlich erkennt man jene Gebiete, welche von Erschütterungen höherer Intensität heimgesucht wurden, ohne daß in diesen die Anzahl der Epizentren groß war. Als Folge der geschilderten Verknüpfung der Zahl der Erdbeben mit ihrer Maximalintensität finden sich in Gebieten mit Starkbebenherden stets auch eine Menge Epizentren schwächerer Beben. Die große Übereinstimmung wird dadurch verständlich, daß sich die von den Intensitäten 7<sup>0</sup> und 6<sup>0</sup> MS erschütterten Gebiete nur in geringe Entfernung vom Epizentrum erstrecken. Außerdem geht aus der Abbildung 3 die Wirkung jener Starkbeben hervor, deren Epizentren zwar außerhalb Österreichs, aber nahe der Grenze gelegen waren.

Mit einer Beziehung zwischen Intensität und der maximalen Beschleunigung  $b_m$  (cm/s<sup>2</sup>) der Bodenteilchen, wie sie auf CANNANI zurückgeht, kann nur deren Größenordnung in der üblichen Weise abgeschätzt werden:  $I = 3 \cdot \log b_m + 1,5$ . Geringe Streuung der Werte ist nur für Erschütterungswellen annähernd gleicher Periode zu erwarten.

#### IV. DIE ERDBEBENTÄTIGKEIT IM ZUSAMMENHANG MIT DEM GEOLOGISCHEN AUFBAU ÖSTERREICHS

Erstmals wurden Erdbeben im Gebiet von Niederösterreich als tektonisches Geschehen gedeutet: E. SUESS sah in den geologisch jungen Brüchen der Thermenlinie die Ursache für Erdbeben, welche längs dieser Linie besonders häufig sind. Die Vorstellung von Stoßlinien und habituellen Stoßgebieten /35/ wurde durch die Annahme geformt, daß die Erdbeben mit geologischen Verstellungen und Verwerfungen in direktem Zusammenhang gebracht werden können. Die als Bebenherd fungierende Bruchfläche zeichnet sich auch in der Erschütterungsstärke durch die Form der Isoleisten ab. Schwächezonen im Krustenaufbau sind bei vorhandenen Spannungen vermehrt die Ursprungszonen von Erdbeben, deren Entstehung auf elastisches Rückschnellen (strain release) der angesammelten Spannungen zurückgeführt werden kann.

Die Existenz der erwähnten Brüche innerhalb der seismoaktiven Zone im Nordosten Österreichs ist noch kein unmittelbarer Beweis eines direkten Zusammenhangs der Erdbeben mit diesen. Die bisher ermittelten Herdtiefen deuten auf tiefere Krustenstockwerke als Ursprungszone hin. Die Annahme, daß Gebiete deutlicher Erschütterung gleichzeitig die Zonen der Epizentren sind - also die Quellgebiete der seismischen Energie - ist nur in Sonderfällen gültig. Der Verlauf herdnaher Isoleisten wird durch den Herdvorgang stärker beeinflusst, als in größerer Entfernung vom Epizentrum, wo in verstärktem Maße der Aufbau des Untergrundes auf die Erschütterungswellen einwirkt. (Verstärkte Fühlbarkeit der Erdbebenwellen auf Lockermaterial, aber dämpfende Wirkung mächtiger Sedimente, elastische Eigenschaften der Kruste und Tiefenlage der Diskontinuitätsflächen (Abb. 5; vgl. hierzu "Krustenmodell der näheren Umgebung von Wien", /33/).

Auffallend ist nämlich, daß die Fühlbarkeit der Beben im Nordosten der Alpen normal zum Streichen dieser in Richtung Nordwest überwiegt, weshalb man diese - wie schon erwähnt - als Transversalbeben bezeichnete /16, 17/, während die innerste Isoleiste nicht in dieser Richtung beeinflusst wurde (Abb. 4).

Bei Prüfung der Aufzeichnungen von mehreren Bebenwarten erkennt man, daß der Ersteinsatz entweder vom Herd weg (Kompression), oder zum Herd hin gerichtet ist (Dilatation) (/30/, S. 168 oder /29/ S. 405 ff u. a.). Die Anordnung dieser Richtungen zeigt systematische Muster, welche durch den Herdmechanismus verursacht werden. Zur Erklärung verwendet man verschiedene mathematische Modelle. Meist ergeben sich je zwei gegenüberliegende Quadranten mit Kompressions-

bezw. Dilatationseinsätzen der Kompressionswellen. Das einfachste Herdmodell entspricht einer plötzlichen Verstellung längs einer Bruchfläche, welche eine der Knotenlinien zwischen den Quadranten bildet. Das andere Modell erklärt die Quadrantenverteilung der Einsätze der Kompressionswellen durch ein gegeneinanderwirkendes Kräftepaar (P-Achse) als Bisektor der beiden Dilatationsquadranten. Welches der beiden Modelle vorliegt kann nur aufgrund der Einsätze der Scherungswellen entschieden werden. Die Anwendung der letztgenannten Modelle ergab nach SCHEIDEGGER /31/ eine Entlastung in der Nord-Süd-Richtung, jener Richtung, die entsprechend dem geologischen Aufbau der Ostalpen durch großräumige Einengung während der alpinen Gebirgsbildung gekennzeichnet war /5, 36/.

Als Beispiel sei das Beben vom 30. Juni 1964 im Semmeringgebiet gewählt, welches nach /31/ durch eine südwest-nordost verlaufende P-Achse (P = "pressure") gekennzeichnet ist. Bei dem Nordtiroler Beben vom 8. Oktober 1930 liegt diese nach /14/ in Ost-West-Richtung. In beiden Fällen entspricht diese Richtung der Streichrichtung der Alpen, insbesondere wenn man das Umbiegen der Ostalpen in den Karpatenbogen beim erstgenannten Beispiel berücksichtigt. Das Epizentrum des Erdbebens von Molln in Oberösterreich am 29. Januar 1967 liegt außerhalb der seismoaktiven ostalpinen Zone. Die Ersteinsätze der  $P_n$  - Wellen weisen nach einer Untersuchung von J. DRIMMEL (mündliche Mitteilung) bei Stationen nördlich des Herdes Kompression auf (mit Ausnahme von Wien), südlich hingegen Dilatation. Dies würde keiner vierblättrigen Abstrahlcharakteristik an der Erdoberfläche entsprechen. Möglicherweise handelt es sich hierbei um eine Verwerfung mit vertikaler Bewegungskomponente.

Im Zusammenhang mit der Erdbebenaktivität sind junge Krustenverstellungen von besonderem Interesse. Über auffallende Übereinstimmung der seismischen Aktivität und des "geokinetischen Bildes" wurde z. B. aus Ungarn berichtet /4/. Eine vorteilhafte Methode zur geodätischen Erfassung rezenter Vertikalbewegungen stellen wiederholte Nivellementmessungen dar. Höchste Präzision in der geodätischen Meßtechnik sind Voraussetzung für die Erfassung geringer Verstellungen. Diese müssen größer als die systematischen Meßfehler (Refraktion- und Maßstabfehler) beider zu vergleichender Messungen sein.

Der Charakter der Krustenbewegungen, welche durch Wiederholungsmessungen erfaßt werden sollen, ist verschiedenartig: teilweise monoton, so daß man von einer Änderungsgeschwindigkeit sprechen kann, teilweise aufgrund des tektonischen Geschehens ruckweise. Setzungserscheinungen innerhalb der obersten Schichten interessieren in diesem Zusammenhang nicht. Die kleinsten Krustenbewegungen kommen im Bereich der alten Schilde vor (Hebung des Baltischen Schildes), größere Beträge finden sich im Bereich der alpinen Gebirgsbildung. In Österreich liegen von Seiten des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen keine umfassenden Veröffentlichungen über Krustenbewegungen in Österreich vor, da ein Vergleich des Präzisionsnivellements des k. u. k. Militärgeographischen Instituts mit dem abgeschlossenen modernen Präzisionsnivellement nicht zulässig erscheint. Aus den neuen Vergleichsmessungen wurden folgende Beobachtungen abgeleitet: Veränderungen der Höhen zeigen sich im nördlichen Inneralpinen Wiener Becken (Marchfeld) als Absinken dieses Gebietes. Wesentlich größere Höhendifferenzen wurden im Gebiet des Braunkohlenbergbaus Fohnsdorf festgestellt, wobei es aber nahe liegt diese als lokale Setzungen der Erdoberfläche zu deuten, welche infolge der Bergbautätigkeit auftraten. Nivellement-Wiederholungsmessungen im Tauerntunnel zwischen Böckstein und Mallnitz (1909, 1949, 1969) ergeben eine Hebung des Südendes um etwa 0,5 cm pro Jahr <sup>1)</sup>.

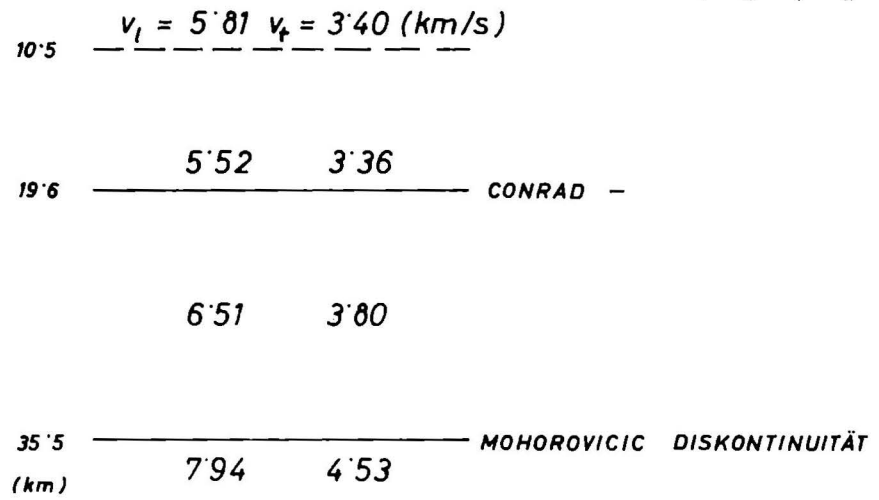
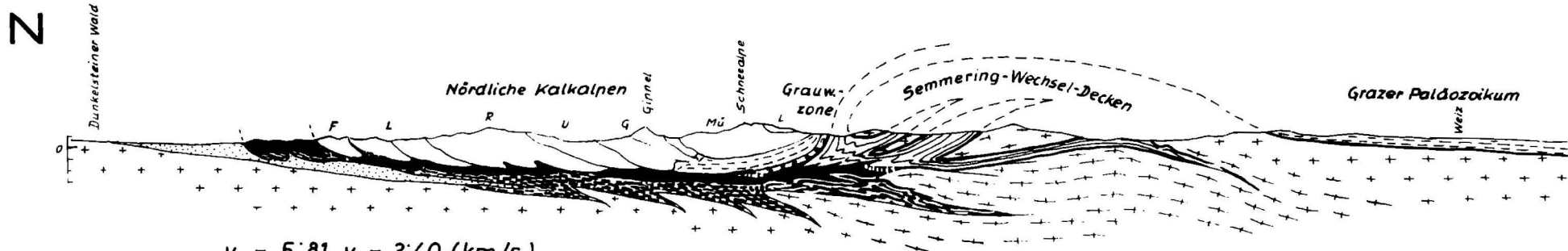
Zusammenstellungen rezenter Erdkrustenbewegungen in Europa finden sich bei HIERSMANN /26/. Erwähnenswert erscheint die absinkende Tendenz junger Sedimentzonen (z. B. im Karpatenvorland

<sup>1)</sup> Für die freundliche Mitteilung sei Herrn Hofrat Dr. J. MITTER gedankt.

Abb. 5

E. CLAR & W. SCHLAGER 1964

# OSTALPENPROFIL IM WECHSELABSCHNITT



## LEGENDE

- Helvetikum und Außer-alpin**
  - tertiäre Molassefüllung
  - Sedimente, i. w. mesozoisch
  - kristallines Grundgebirge
- Pennin**
  - Flysch (Kreide-Alttertiär)
  - alpidisch metamorphes Paläo- und Mesozoikum
  - alpidisch metamorphes Grundgebirge
- Unterostalpin**
  - Permomesozoikum
  - Kristallin (einschl. Quarzphyllit)
- Oberostalpin und Südalpin**
  - Permomesozoikum
  - Oberkarbon
  - Altpaläozoikum
  - Kristallines Grundgebirge
- Tektonische Einheiten der Kalkalpen**
  - F Frankenthaler Decke
  - L Lunzer Decke
  - R Reisalpen-Decke
  - U Unterberg-Decke
  - G Götter-Decke
  - Mü Müritzalpen-Decke
  - L Lachalpen-Decke

LAGE DER GRENZFLÄCHEN FÜR WIEN NACH W. SEIBERL



der Tschechoslowakei /44, 26/, oder im Bereich der Poebene, welche durch Absinkgeschwindigkeiten von bis zu einem Zentimeter pro Jahr ausgezeichnet ist). Innerhalb der Ostalpen muß mit differenzierten Bewegungen gerechnet werden, auf welche man nur aufgrund geologischer Beobachtungen anhand der quartären Ablagerungen schließen kann. Im inneralpinen Wiener Becken sind zahlreiche Brüche bekannt, welche schon zur Zeit der Ablagerung der tertiären Sedimente entstanden sind (syndementär). Ob die absinkende Tendenz noch bis heute andauert, ist nicht belegt. Es sind jedoch junge Grabenstrukturen bekannt, welche mit pleistozänen Schotter gefüllt sind. Hier sei die Mitterndorfer Senke /34/, sowie die Senke von Lassee genannt, anhand welcher noch Bewegungsvorgänge im Pleistozän erkennbar sind. Innerhalb der Leithakalksteinbrüche (in Loretto und St. Margareten im Burgenland) werden Zugspalten beschrieben /25/, welche auf ein weiteres "Einsinken der jungen Becken, oder Auseinandergleiten der seitlichen Widerlager" schließen lassen.

Im Bereich der Kleinen Karpaten wird aus Nivellementmessungen auf eine Hebung dieser gegenüber der Donauebene und dem inneralpinen Wiener Becken geschlossen.

Innerhalb der Alpen kann kein einheitliches Bild aufgrund der Beobachtungen gewonnen werden. Aus der heutigen Lage der Altverebnungsflächen der Gebirgsstöcke der nördlichen Kalkalpen, aus den Taltreppen und aus den großen Verschüttungsmächtigkeiten alpiner Täler (Inntal, Ennstal u. a.), welche nicht unbedingt auf glaziale Übertiefung zurückgeführt werden können, scheint die Annahme von Bewegungen in geologisch jüngster Zeit gerechtfertigt. So sei z. B. auf die offensichtliche Hebung der Karawanken gegenüber dem Klagenfurter Becken verwiesen /24/. Zur Erstellung einer seismotektonischen Karte wird auf die geologische Karte von Österreich /13/ hingewiesen, welche eine detaillierte Darstellung der geologischen Einheiten vermittelt, und in welcher gleichzeitig Brüche und Störungslinien eingetragen sind. Die Karte der Epizentren Österreichs (Beilage) wurde im gleichen Maßstab (1 : 1 000 000) gezeichnet, so daß ein Vergleich leicht möglich ist. Wie anders der tiefere Untergrund durch den Überschiebungsbau der Ostalpen aufgebaut ist, als man aufgrund der Oberflächengeologie annehmen könnte, soll durch das Ostalpenprofil im Wechselabschnitt verdeutlicht werden (Abb. 5, nach E. CLAR /5/). Zusätzlich wurden hier die Tiefenlagen der Diskontinuitätsflächen maßstabgetreu eingetragen /33/. Die Erdbebenherde der Starkbeben der seismoaktiven Zone sind im unteren Krustenstockwerk oder noch tiefer zu suchen.

Die Erdbebenaktivität im Alpenbereich ist an verschiedene Erdbebenzonen gebunden (siehe die Seismizitätskarten Frankreichs /28/, seismotektonische Übersicht der Alpen /32/). An der Innenseite des Alpenbogens ist insbesondere der Piemontbogen als seismisch aktive Zone zu nennen. Erdbeben in den Südalpen sind besonders am Alpenrand bekannt (Verona, Vicenza, Feltre, Belluno und Tolmezzo) /10/. Vor allem die Erdbeben in den Karnischen Alpen und um Tolmezzo sind in Kärnten oft fühlbar. Die Herde liegen im Bereich des Südalpins, dessen Grenze nach Norden die Pusterer-Gailtal-Linie und deren Fortsetzung nach Osten bildet. Nördlich davon ist der geologische Aufbau der nordvergenten Alpen ein anderer: den mächtigen südalpinen paläozoischen- und mesozoischen Sedimenten steht der stockwerkhafte Aufbau der teilweise metamorphen nordalpinen Decken gegenüber. Auffallend ist, daß die Streichrichtung der ostalpinen Bebenzone mit der Zone der Herde, die am Südrand der Alpen beginnt und bis in die Umgebung von Tolmezzo reicht, übereinstimmt. In Österreich tritt erhöhte Epizentrenhäufigkeit erst in der Steiermark und in Niederösterreich auf. Gegen Osten findet die seismoaktive Zone in den Kleinen Karpaten ihre Fortsetzung.

Die Epizentren Nordtirols sind von gleicher Bedeutung wie in der erwähnten Zone im Osten. An der Erdoberfläche treten die Epizentren im allgemeinen in der Zone der nördlichen Kalkalpen auf. Innsbruck und seine Umgebung wird häufig von Erdbeben geringer Ausdehnung erschüttert,

deren Herde demnach in geringer Tiefe sein dürften.

Die Bearbeitung makroseismischer Daten ermöglicht einen genauen Überblick über die Erdbebenrätigkeit Österreichs zu vermitteln, kann aber nicht die Angaben eines seismischen Stationsnetzes ersetzen, mit dessen Hilfe eine Reihe der angeschnittenen Fragen beantwortet, sowie die genauen Herdtiefen, der Aufbau der Erdkruste und das bestehende Spannungsfeld (stress field) aufgrund der Herdmechanismen bestimmt werden können.

Zum Abschluß sei an dieser Stelle Herrn Univ. Prof. Dr. M. Toperczer und Univ. Prof. Dr. F. Steinhauser aufrichtig gedankt. Die für die verschiedenen Karten notwendigen Arbeitsunterlagen, welche diese Arbeit erst ermöglichten, wurden von der Geophysikalischen Abteilung der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik zur Verfügung gestellt; insbesondere möchte ich Herrn Dr. E. Trapp und Herrn Dr. J. Drimmel für ihre wertvollen Hinweise danken. Die Arbeit wurde im Rahmen eines Forschungsauftrages der Österreichischen Akademie der Wissenschaften durchgeführt.

#### LITERATUR

- /1/ AHORNER L.: Einige Bemerkungen zum Aufbau der Erdkruste in Westdeutschland aufgrund von Nahbebenuntersuchungen, *Z. f. Geoph.* 33, 3, (1967)
- /2/ BÄTH M.: Seismicity of Fennoscandia and Related Problems, *Gerl. Beitr.* 63, 3, (1954)
- /3/ BABUŠKA V., L. RUPRECHTOVÁ: Contribution to the Investigation of East Alpine Earthquakes, *Geofis. sborník* No. 225 (Praha 1965)
- /4/ BENDEFY L.: Grundprobleme der heutigen Erdkrustenbewegungsforschung, Ref. v. J. Mitter über den Vortrag am 13. Oktober 1964, *Z. f. Verm.* 53, (1965)
- /5/ CLAR E.: Zum Bewegungsbild des Gebirgsbaus der Ostalpen, *Verh. Geol. B. A., Sonderheft G* (Wien 1965)
- /6/ CSOMOR D., Z. KISS: Die Seismizität von Ungarn, *Studia Geoph., Geod.*, 3, (Praha 1959)
- /7/ DVOŘAK A.: Karte der seismisch tätigen Gebiete.....in der CSR, *Inst. f. Ing.-Geologie Prag*.
- /8/ EGYED L.: Physik der festen Erde (Budapest 1968)
- /9/ EPSTEIN B., C. LOMNITZ: A Model for the Occurrence of Large Earthquakes, *Nature* 211, S. 954 ff (1966)
- /10/ FELIZIANI P., L. MARCELLI: Il terremoto di Tolmezzo del 26. Aprile 1959, II. parte, *Ann. Geof.* XIX, S. 191 ff (Roma 1966)
- /11/ FUCHS C. W. C.: Statistik der Erdbeben von 1865 - 1885, *Sitzungsber. Österr. Akad. Wiss.* 92, I, (Wien 1886)
- /12/ GANGL G.: Ein Beitrag zur Seismizität des Alpenostrandes, *Mitt. Erdb. Komm. NF.* 68 (Wien 1969)
- /13/ Geologische Übersichtskarte der Republik Österreich mit tektonischer Gliederung, (Geol. Bundesanstalt - Wien 1964)
- /14/ GRÄFE H.: Das Nordtiroler Beben vom 8. Oktober 1930, *Z. f. Geoph.* 9, (1933)

- /15/ GUTENBERG B., C. RICHTER: Seismicity of the Earth and Associated Phenomena (1954)
- /16/ HERITSCH F.: Transversalbeben in den nordöstlichen Alpen, Mitt. Erdb. Komm. NF. 53, (1918)
- /17/ HÖRNES R.: Erdbebenstudien, Jb. Geol. R. A. 28, (Wien 1878)
- /18/ Jahrbücher der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik in Wien: Abschnitt E: Seismische Beobachtungen (Fortlaufende jährliche Publikation)
- /19/ KÁRNÍK V., N. V. KONDOSKAYA, Ju. V. RIZNITSCHENKO, E. F. SAVARENSKY, S. L. SOLOVIEV, N. V. SHEBALIN, J. VANĚK, A. ZATOPEK: Standardization of Earthquake Magnitude Scale, Studia Geoph. Geod., 6 (Praha 1962)
- /20/ KÁRNÍK V.: Intensity - Distance Relation for European Earthquakes and its Application, Studia Geoph. Geod., 9 (Praha 1965)
- /21/ KÁRNÍK V.: Magnitude, Frequency and Energy of Earthquakes in the European Area, Geof. Sborník No. 222 (Praha 1965)
- /22/ KÁRNÍK V., Z. HÜBNEROVA: The Probability of the Occurrence of Largest Earthquakes in the European Area. Pageoph. 70, (1968/II)
- /23/ KÁRNÍK V.: Seismicity of the European Area, Part I (Praha 1969)
- /24/ KAHLER F.: Spuren auffallend junger Gebirgsbewegungen, Geol. Rundschau, 43, (1955)
- /25/ KIESLINGER A.: Rezente Bewegungen am Ostrand des Wiener Beckens, ebendort
- /26/ RITSEMA A. R. (Editor): European Earthquake Mechanisms, Tectonophysics 4, 3, (1967)
- /27/ RIZNICHENKO Ju. V.: On Quantitative Determination and Mapping of Seismic Activity, Ann. Geof. XII, 2, (1959)
- /28/ ROTHÉ J. P.: Cartes de Seismicité de la France, Ann de l'Institut de Physique du Globe, Géophysique VIII, 3, (Strasbourg 1967)
- /29/ RUNCORN S. K.: International Dictionary of Geophysics, (1967)
- /30/ SCHEIDEGGER A. E.: Großtektonische Bedeutung von Erdbebenherdmechanismen, Z. f. Geoph. 31, (1965)
- /31/ SCHEIDEGGER A. E.: The Tectonic Stress in the Vicinity of the Alps. Z. f. Geoph. 33, 3, (1967)
- /32/ SCHNEIDER G.: Erdbeben und Tektonik in Südwest-Deutschland, Tectonophysics 5, (1967)
- /33/ SEIBERL W.: Die Laufzeiten der Nahbebenwellen für Wien ( $\Delta < 1500$  km), Dissertation Univ. Wien 1967.
- /34/ STINI J.: Zur Kenntnis jugendlicher Krustenbewegungen im Wiener Becken, Jb. Geol. B. A. 82, (Wien 1932)
- /35/ SUESS E.: Die Erdbeben Niederösterreichs, Denkschriften der Kais. Akad. Wiss., Wien (1873)
- /36/ TOLLMANN A.: Ostalpensynthese (Wien 1964)
- /37/ TOLLMANN A.: Bemerkungen zu faziellen und tektonischen Problemen des Alpen-Karpaten Orogens, Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud. Wien, 18, (1967)
- /38/ TOPERCZER M., E. TRAPP: Ein Beitrag zur Erdbebengeographie Österreichs nebst Bebenkatalog 1904 - 1948 und Chronik der Starkbeben, Mitt. Erdb. Komm. N. F. 65, (Wien 1950)

- /39/ TOPERCZER M.: Zur Definition der Seismizität, Arch. Met. Geoph. Biokl., Ser. A, 5, (Wien 1953)
- /40/ TOPERCZER M.: Ein Beitrag zur Seismotektonik der Ostalpen, Kober Festschrift, Skizzen zum Antlitz der Erde, Universität Wien (1953)
- /41/ TOPERCZER M.: Lehrbuch der allgemeinen Geophysik (Wien 1960)
- /42/ TRAPP E.: Zur praktischen Darstellung der Seismizität, Gerl. Beitr., 64, 2 (Leipzig 1954)
- /43/ TRAPP E.: Die Erdbeben Österreichs 1949 - 1960, Mitt. Erdb. Komm. N. F. 67 (Wien 1969)
- /44/ ZATOPEK A. (Editor): Upper Mantle Project in Czechoslovakia 1962 - 1966 (Prag 1967)

## V. ANHANG

Tabelle 1: Zusammenstellung der für die Abbildungen 1 B bis E verwendeten Angaben (Maximalintensität  $I_0$ , Fläche des makroseismischen Schüttergebiets  $F$ , Kenngröße  $Z = \log F + 0,6 I_0$ , Magnitudenangaben aufgrund der Registrierungen der Oberflächenwellen  $M$ ) /18, 19, 23, 43/. (Schätzwerte sind eingeklammert)

Datum	Herdgebiet	$I_0$	$F(10^3 \text{km}^2)$	$Z$	$M$
22. 3.1907	St <sup>1)</sup> Admont	6	15	7,8	4,3
19. 2.1908	B Leithagebirge	6,5	>55	8,6	4,9
11. 5.1910	N Sieding	6,5	35	8,5	4,5
13. 7.1910	T Nassreith	7	62	9,0	4,8
1. 5.1916	St Judenburg	7	30	8,7	4,6
22.12.1920	N Kirchberg	6	(17)	7,8	(4,2)
28.11.1923	S Tamsweg	6	54	8,3	4,6
6. 7.1926	St Mürzzuschlag	6,5	20	8,2	4,6
28. 9.1926	N Ternitz	6,5	43	8,5	4,7
25. 7.1927	St Wartberg	6,5	170	9,1	5,2
8.10.1927	N Schwadorf	7,5	140	9,6	5,2
18. 5.1930	S St. Martin	-6	13	6,7	4,1
8.10.1930	T Namlos	7	(200)	9,5	5,3
8.11.1933	T Namlos	6	(140)	8,8	4,6
4. 9.1934	T Jenbach	6,5	(70)	8,7	4,7
3.10.1936	St Obdach	7,5	70	9,3	5,1
8.11.1938	N Ebreichsdorf	-7	153	9,4	5,1
18. 9.1939	N Puchberg	-7	132	9,3	5,1
24.10.1950	K Obdacher Sattel	6	12	7,6	4,3
2. 5.1953	N Regelsbrunn	5,5	12	7,7	(3,9)
24.10.1954	T Zirl-Kernaten	-5	15	6,1	(3,9)
13. 1.1958	St Mürzzuschlag	-6	95	6,8	(3,8)
15. 1.1958	K Villacher Alpe	5,5	8	7,2	(4,4)
30. 9.1958	T Lechtaler Alpen	6,5	87	8,2	4,4 (Prag)

<sup>1)</sup>Abkürzung der Bundesländer: Burgenland (B), Kärnten (K), Niederösterreich (N), Oberösterreich (O), Salzburg (S), Steiermark (St), Tirol (T), Vorarlberg (V), Kärnten (K).

Datum	Herzgebiet	$I_0$	$F(10^3 \text{km}^2)$	Z	M
17. 2.1959	N Senftenberg	5,5	4	6,9	3,8 (Prag)
4.12.1960	N Schottwien	5	1	6,1	(3,5)
10. 4.1963	S Annaberg	5	11	7,1	4,5 (Pruhonice)
2.12.1963	N Ebenfurth	6	117	8,6	5,0 (Pruhonice)
30. 6.1964	N Semmering	5	62	7,8	4,7 (Pruhonice)
27.10.1964	N Semmering	6,5	200	9,2	5,3 (Pruhonice)
20.12.1964	N Semmering	5,0	12	7,1	
9. 7.1965	T Innsbruck	6	5	7,3	3,2 (Pruhonice)
29. 1.1967	O Molln	6,7	98	8,0	4,5 (Pruhonice) 4,7 (Wien)

Tabelle 2A: Zusammenstellung österreichischer Erdbeben in den Jahren 1865 - 1884<sup>1)</sup>

Datum	Ort im Epizentralgebiet	Koordinaten <sup>1)</sup>	Intensitätszahl <sup>1)</sup>
5. 1.1865	N Krems	48,4 15,6	(+4)
6. 1. u. 2. 3.	W Wien	48,2 16,3	(3)
21/22. 1.	T Kundl	47,5 12,0	(5-6)
7. 3.	T Matrei (Windisch)	47,0 12,5	(4)
20. 3.	K Maltein	47,0 13,5	(4)
16. 5.	N Paasdorf (Lokalbeben)	48,5 16,6	(6-7)
7. 6.	K Bleiberg	46,6 13,7	(4)
13. 6.	B Pinkafeld	47,4 16,1	(+5)
21. 6.	K Klagenfurt	46,6 14,3	(3)
26. 6.	St Müzzuschlag	47,6 15,8	(4)
30. 6.	B Pinkafeld	47,4 16,1	(4)
11. 7.	St Hartberg	47,3 16,0	(4)
13./30. 7.	St Pöllau, Pinkafeld	47,3 16,0	(3)
14. 7.	St Oststeiermark	47,2 16,0	(3)
24. 7.	T Innsbruck	47,3 11,4	(3)
16. 9.	K Ferlach, Eisenkappel	46,5 14,5	(4-5)
19.10.	St Murau	47,1 14,1	(3)
24.10.	St Mürtal	47,6 15,7	(3)
26.10.	St Kindberg	47,5 15,4	(+3)
26.10.	O Linz	48,3 14,2	(4)
6.11.	T Unterinntal	47,4 11,7	(5-6)
7.11.	St Obersteiermark		
2.12.	St Radegund	47,2 15,5	(5)
3.12.	St Pöllau	(47,2 15,7)	(4)

<sup>1)</sup> Diese Zusammenstellung ist der "Statistik der Erdbeben von 1865 - 1885" von C. W. C. FUCHS entnommen, um die Erdbebentätigkeit vor etwa 80 Jahren mit der jüngsten Vergangenheit durch zwei Karten der Epizentrenhäufigkeit zu vergleichen. Hierzu waren die Angaben über die Lage der Epizentren notwendig. Die angegebenen Koordinaten wurden als Grundlage für Abb. 2A verwendet und sollen infolge der geringen Genauigkeit nicht als Erdbebenkatalog verstanden werden. Die "Intensitätszahlen" sind nur rohe Schätzwerte der Maximalintensität.

Datum	Ort im Epizentralgebiet	Koordinaten	Intensitätszahl
21. 1.1866	St Admont	47,6 14,3	(3)
25. 5.	K Bleiburg	46,6 15,0	(+3)
21/22.6.	St Admont	47,6 14,5	(3)
(2.12.	Cz Pressburg	48,2 17,1	(4) )
7. 1.1867	T Nauders	46,9 10,5	(3)
11. 1.	O Kirchsschlag (Linz)	48,4 14,3	(+3)
7. 3.	K Oberkärnten	47,0 13,4	(5)
8. 3.	T Matrei, Obervellach	47,0 13,0	(4)
25. 3.	K Bleiberg	46,6 13,7	(5)
10. 4.	St Seegraben	47,4 15,1	(3)
24. 4.	St Leoben	47,4 15,1	(5)
22. 5.	K Bleiburg	46,6 14,9	(4)
25. 5.	K Bleiberg	46,6 13,7	(+3)
5. 6.	K Maltein	46,9 13,4	(4)
10. 6.	O Lindach	48,0 13,8	(3-4)
16. 9.	K Gurktal	46,9 14,2	(3)
23.10.	V Schruns	47,1 10,0	(5-6)
11. 1.1868	O Oberösterreich	48,4 14,2	(4)
13. 2.	K Klagenfurt	46,6 14,2	(3)
21./24.4.	St Leoben	47,6 15,1	(3)
23. 8.	K Berg	46,7 13,1	(3)
3. 9.	T Landeck u. Oberinntal	47,1 10,5	(5)
6. 9.	T Landeck	47,1 10,5	(+5)
12. 9.	K Berg	46,7 13,1	(3)
19. 9.	N Wr. Neustadt	47,8 16,2	(4)
3.10.	O Katsdorf ?	48,3 14,3	(3)
14.11.	St Tobelbad	47,0 15,3	(3)
(9.12.	Č Pressburg	48,2 17,1	(4) )
19.12.	N Wr. Neustadt	47,8 16,2	(3)
24.12.	T Innsbruck	47,3 11,4	(3)
(7. 2.1869	Oberösterreich)		
11. 2.	O Katsdorf ?	48,3 14,5	(4)
22. 2.	V Feldkirch	47,2 9,9	(5)
25. 3.	St Semmering	47,6 15,8	(4-5)
7./8.9.	K Berg	46,7 13,1	(4-5)
10. 7.	T Innsbruck	47,3 11,4	(+4)
(13.10.	J Radmannsdorf	46,4 14,2	(7) )
16.10.	K Maltein	47,0 13,5	(+4)
(18.10.	O Wernstein	48,5 13,5	(3) )
23./28.11.	St Kirchbach	46,9 15,7	(4)
25.11.	T Tux, u. Stubai Alpen	(47,2 11,6)	(5-6)
19./20.12.	K St. Peter, Maltein	47,0 13,6	(3)
21.12.	K Gmünd	46,9 13,5	(+5)
1. -10. 1. 1870	N Göstritz ?	47,6 15,9	(3)
18. 1.	N Göstritz Umgebung, Schottwien	47,6 15,9	(6-7)

Datum	Ort im Epizentralgebiet	Koordinaten	Intensitätszahl
19. 1.1870	W Wien	48,2 16,3	(4)
15. 3.	St Wundschuh	46,9 15,5	(3)
(10. 4.	J Radmannsdorf	46,4 14,2	(+3) )
19. 4.	T Kundl	47,5 12,0	(+4)
20. 4.	T Kundl	47,5 12,0	(4)
30. 4.	T Kundl	47,5 12,0	(4)
1. 5.	T Kundl	47,5 12,0	(+4)
24. 5.	T Innsbruck	47,2 11,3	(4)
26. 5.	T Innsbruck	47,2 11,3	(4)
3. 9.	N Bad Vöslau	48,0 16,2	(3)
8. 9.	St Bad Aussee	47,6 13,8	(-3)
20. 1.1871	K Döllach/Mölltal	47,0 12,9	(4)
15. 2.	T Kundl	47,5 12,0	(+3)
15. 3.	St Wundschuh	46,9 15,5	(3-4)
21. 4.	St Bruck/Mur	47,4 15,2	(+4)
5. 9.	T Innsbruck	47,3 11,4	(5)
5.11.	St Bad Aussee	47,6 13,8	(-5)
5.12.	K Klagenfurt	46,6 14,2	(3)
10. 1.1872	St Schottwien	47,7 15,9	(3)
23. 4.	T Innsbruck	47,3 11,4	(3)
8. 7.	T Innsbruck	47,3 11,4	(4)
7./8.8.	T Innsbruck	47,3 11,4	(6)
26./27.9.	S Salzburg	47,8 13,0	(3)
8./9.11.	V Schruns	47,1 9,9	(4-5)
3. 1.1873	W Eichgraben, Neulengbach	(48,2 15,9)	(5-6)
30/31.10	St Trieben	47,5 14,5	(4)
21. 1.1874	N Reichenau	47,7 15,9	(3)
20. 3.	N Berndorf	47,9 16,1	(4-5)
22. 4.	St Eisenerz	47,5 14,9	(4)
17. 7.	N Neulengbach	48,2 15,9	(4)
30./31.8.	St St. Oswald ob. Eibiswald	46,7 15,1	(5)
17.11.	N Scheibbs	48,0 15,2	(+4)
12./19.11.	T Innsbruck	47,3 11,4	(4)
3./23.12.	N Reichenau	47,7 15,9	(4-5)
2./3.12.	T Innsbruck	47,3 11,3	(-6)
9. 2.1875	N Kranichberg	47,6 16,0	(4)
3. 3.	T Kufstein	47,7 12,2	(-5)
4. 4.	V Bludenz	47,2 9,9	(-5)
14. 4.	St Judenburg	47,2 14,7	(6)
29./30.5.	K Hermagor	46,6 13,4	(3)
1. 6.	K Berg	46,7 13,1	(4)
12. 6.	N Sieghartkirchen	48,2 16,0	(4-5)
24./25.11.	St Klein Reifling	47,8 14,7	(4)
11.12.	V Feldkirch	47,2 9,9	(4-5)

Datum	Ort im Epizentralgebiet	Koordinaten	Intensitätszahl
5. 1.1876	T Innsbruck	47,3 11,4	(3)
24. 2.	N Wartmannstetten	47,7 16,0	(3)
22./23.5.	T Innsbruck	47,3 11,4	(3/5)
27. 5.	T Innsbruck	47,3 11,4	(5)
25. 6.	N Pitten	47,7 16,1	(5)
17. 7.	N Scheibbs	48,0 15,2	(7,5)
24. 8.	St Langenwang	47,6 15,7	(+4)
11.11.	St Weichselboden	47,6 15,2	(5)
1.12.	St Mitterdorf	47,5 15,5	(6)
4. 1.1877	St Judenburg	47,2 14,7	(5)
12. 1.	St Wald	47,4 14,8	(5)
20. 1.	K St. Leonhard/Lavanttal	46,9 14,8	(+4)
11. 3.	T Innsbruck - Hall	47,4 11,4	(4-5)
8. 4.	T Rattenberg	47,4 11,9	(4-5)
5. 9.	St Wald	47,4 14,7	(4)
29./30.9.	St Neumarkt	47,1 14,4	(3)
11.10.	T Rattenberg	47,4 11,9	(4-5)
27./28.12.	St Neumarkt, Judenburg	47,2 14,5	(6)
3./10.1.1878	T Innsbruck	47,3 11,4	(4-5)
(25.1.	I Saifnitz	46,5 13,6	(-5) )
26. 1.	St Leoben	47,3 15,1	(4)
27. 1.	St St. Lambrecht	47,1 14,2	(+4)
27. 1.	St Judenburg	47,2 14,7	(5)
28./29.1.	K Lölling	46,9 14,5	(4)
2. 2.	T Innsbruck	47,3 11,4	(4)
13. 2.	V Meiningen	47,3 9,7	(3)
16. 3.	T Kaunertal	47,0 10,7	(+5)
10. 6.	V Feldkirch	47,2 9,6	(4)
9. 8.	T Innsbruck	47,3 11,4	(3)
23. 9.	T Brenner	47,0 11,5	(+5)
14./15.12.	T Seefeld	47,3 11,2	(4)
4. 1.1879	K Hausdorf ?	46,8 14,6	(3)
11. 1.	K Ebenstein/Lavanttal	46,8 14,6	(6)
	Eisenkappel	46,6 14,6	(6)
9. 2.	T Lechtal	47,3 10,5	(5)
17. 2.	T Kufstein	47,7 12,1	(5)
16. 5.	N Payerbach	47,7 15,9	(5)
22. 6.	K Bleiberg, Saifnitz	46,5 13,7	(5)
27. 7.	V Feldkirch	47,2 9,6	(3-4)
2. 7.	K Greifenburg	46,7 13,2	(3)
1.10.	K Klagenfurt	46,6 14,3	(5)
18.11.	T Innsbruck	47,3 11,4	(3)
29.11.	T Häring	47,5 12,1	(4)
2. 2.1880	St Donawitz	47,3 15,1	(4)
5. 3.	K St. Veit, St. Georgen	46,8 14,3	(+4)
5. 3.	V Bregenzerwald	47,5 9,8	(5)



Datum	Ort im Epizentralgebiet	Koordinaten	Intensitätszahl
15. 5. 1880	St Waldbach	46,8 15,5	(4)
28. 6.	St Spital/Semmering	47,6 15,8	(3)
7. 8.	St Leoben	47,3 15,1	(+4)
22. 8.	St Weichselboden	47,7 15,2	(4)
23. 8.	N Gloggnitz	47,7 15,9	(4)
29. 8.	T Innsbruck	47,3 11,4	(4)
30. 8.	K Karawanken	46,5 14,2	(4)
8./11.11.	St Kirchbach	46,9 15,7	(3)
14.11.	T nördlich von Innsbruck	47,3 11,3	(6)
22.11.	St Judenburg	47,1 14,6	(4)
24.11.	St Gleisdorf	47,1 15,8	(3)
9.12.	W Wien	48,2 16,4	(-3)
14.12.	T Mittenwald	47,4 11,2	(4)
28.12.	K Maria Gail	46,6 13,9	(3)
31.12.	K Wernberg	46,6 13,9	(4)
10. 1.1881	N Reichenau	47,7 15,8	(3)
10. 1.	T Landeck, Pians	47,1 10,5	(5)
18. 1.	St St. Peter	46,8 15,2	(-3)
23. 1.	K Heiligenblut	47,0 12,9	(4)
28. 2.	St Kirchberg/Wechsl	47,6 16,0	(4)
23. 5.	St St. Lambrecht	47,1 14,2	(-5)
19. 7.	T Arzl	47,2 10,6	(6)
5.11.	V Arlberg	47,2 10,2	(5)
5.11.	K Liesertal	46,9 13,6	(+6)
23.11.	St Mürrzuschlag	47,6 15,8	(4)
26.11.	St Judenburg	47,2 14,6	(3)
27.11.	K Maria Saal	46,7 14,3	(+4)
2./18.12.	V Feldkirch	47,2 9,7	(5/3)
23./24.1.1882	T Vils, Schattwald	47,5 10,3	(6-7)
27. 1.	K Klagenfurt	46,7 14,2	(+3)
28. 2.	St Weißenkirchen	47,2 14,8	(4)
	V Vorarlberg		
16. 5.	T Innsbruck	47,3 11,4	(5)
19./20. 7.	K Eisenkappl	46,5 14,6	(3)
(25. 7.	J Saifnitz	46,5 13,5	(4)
17.10.	T Innsbruck	47,3 11,4	(4-5)
23.10.	S Salzburg	47,8 13,0	(3)
10.12.	K Hermagor	46,6 13,4	(3)
8. 4.1883	St Friedberg	47,5 16,0	(3)
10.10.	St Südliche Steiermark		
23.10.	S Salzburg	47,8 13,0	(3)
17. 2.1884	St Ennstal	47,5 14,2	(4)
2. 9.	N Vöslau	48,0 16,1	(5)
19. 8.	T Oberes Lechtal	47,3 10,3	(5)
9.10.	N Schrems	48,8 15,1	(5)
17.11.	K Saualpe	46,9 14,5	(5-6)

Tabelle 2 B : Die Angaben über die Lage der Epizentren (1948 - 1967) wurden sowohl aus den beiden Erdbebenkatalogen /38, 43/, als auch aus den Jahrbüchern der Zentralanstalt /18/ entnommen. Letztere sind für die Jahre 1961 bis 1968 zusätzlich in der folgenden Tabelle zusammengefaßt.

(F ist die Fläche des makroseismischen Schüttergebiets)

Datum	MEZ h m	H e r d g e b i e t e		$\varphi$	$\lambda$	$I_0$	F (km <sup>2</sup> )	
12. 1.1961	4 31	B	Sauerbrunn	47,8	16,3	3,5	50	
6. 2.	18 10	T	westl. von Jenbach	47,4	11,8	3,5	150	
15. 3.	2 50	T	südwestlich von Vent	46,8	10,9	5	7300	
9. 7.	21 10	V	Feldkirch	47,2	9,6	4	200	
26. 7.	13 01	S	südwestlich von Hüttau	47,4	13,3	5,5	1100	Vor-u. Nachbeben
(9. 8.	14 05	CH	Münstertal)					
10. 8.	7 45	S	Katschberghöhe	47,1	13,6	3	80	
25. 8.	13 22	T	Lechtaler Alpen	47,4	10,6	5,5	3700	Nachbeben folgten
10. 9.	5 15	T	Lechtaler Alpen	47,3	10,5	4	800	
4.10.	13 21	S	Loferer Steinberge	47,6	12,7	-6	1800	
3.12.	8(40)	St	Judenburg-Oberweg	47,2	14,6	3	15	
(22.12.	14 05	I	Karnische Alpen)					
16. 1.1962	0 10	K	Karawanken: Petzen	46,5	14,7	4	1050	
28. 1.	19 24	St	Kindberg	47,5	15,4	4,5	260	
2. 2.	16 43	N	Schottwien	47,6	15,9	4,5	1000	
16. 4.	4 27	N	Reichenau	47,7	15,8	4,5	960	
28. 4.	2 13	St	Donawitz	47,4	15,1	4	70	
4. 7.	10 04	T	Jenbach	47,4	11,8	4	100	
13. 8.	21 03	K	Dellach im Gailtal	46,7	13,1	4	1600	
9. 9.	7 53	N	Spitz (Wachau)	48,4	15,4	4,5	120	
27. 9.	22 33	T	Straß bei Jenbach	47,4	11,8	5	550	
18.10.	1 19	T	nördl. von Jenbach	47,4	11,8	4	130	
5. 2.1963	13 21	T	Innsbruck-Ost	47,3	11,4	5	1500	
	26							Nachbeben folgten
8. 2.	1 55	K	Zweinitz	46,9	14,2	4	700	
10. 2.	3 16	St	Roßkogel bei Mürzzuschlag	47,6	15,6	4,5	160	
11. 3.	13 20	St	Murau	47,1	14,2	4	460	
16. 3.	7 20	St	St. Georgen	47,2	14,5	4,5	400	
1. 4.	16 32	St	Fohnsdorf	47,2	14,7	5	140	
10. 4.	21 16	S	Annaberg	47,5	13,4	5	10500	MLH 4, 5 (Pruhonice)
19. 4.	10 54	O	St. Pankraz	47,8	14,2	4	50	Nachbeben folgten
(19. 5.	11 00	J	östl. v. Laibach	46,0	14,8)			
20. 6.	3(12)	V	Bludenz	47,2	9,8	4	30	
26. 9.	23 32	T	Going	47,5	12,4	-5	900	
(15. 9.	6 16	J	östl. v. Laibach	46,0	14,8)			
2.12.	7 49	N	Ebenfurt - Hornstein	47,9	16,4	+6	117000	MLH 5 (Pruhonice)
			Nachbeben um 11 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup> ( $I_0=4$ , $F=1200$ )					
8.12.	14 35	T	Holzgau	47,3	10,4	4	200	
30.12.	0 28	T	Igls, Innsbruck	47,2	11,4	4	600	

Datum	MEZ h m	Herdgebiere	$\varphi$	$\lambda$	$I_0$	F (km <sup>2</sup> )
1. 2.1964	6 44	St Eisenerz	47,5	14,9	5	900
17. 2.	1 24	B Rosaliengebirge (Frohsdorf)	47,7	16,3	4	830
7. 3.	2 19	St westl. v. Leoben	47,4	15,0	4	460
(18. 3.	17 44	J Schneeberg, Krain)				
(13. 4.	9 31	J Dilja-gora, Djel Gebirge)				
5. 5.	4 58	T Oberes Ötztal	47,0	11,0	4,5	630
8. 5.	5 02	K Förderlach-Rosegg	46,6	14,0	4,5	260
27. 6.	11 01	St Spital/Semmering	47,6	15,8	5	260
30. 6.	13 30	N Semmering	47,6	15,8	5	62000
7. 7.	9 50	T Zams bei Landeck	47,2	10,6	4	50
2. 8.	20 27	St Köflach	47,1	15,1	4	970
21. 9.	2 46	B Pötsching	47,8	16,4	4	500
22. 9.	13 47	T Kitzbühler Alpen (Hopfgarten)	47,4	12,2	3	130
30. 9.	2 17	N Kirchberg am Wechsel	47,6	16,0	4	750
10.10.	24 00	St Leoben	47,4	15,1	3,5	60
27.10.	20 46	N Semmering Südseite	47,6	15,8	6,5	200000
		Nachbeben in der Umgebung um 20 <sup>h</sup> 49 <sup>m</sup> ( $I_0 = 4$ , F = 900), 21 <sup>h</sup> 18 <sup>m</sup> (4, 900), 21 <sup>h</sup> 27 <sup>m</sup> (4, 1300),				
		21 <sup>h</sup> 42 <sup>m</sup> (4, 1300), 22 <sup>h</sup> 31 <sup>m</sup> (?),				
28.10.		0 <sup>h</sup> 28 <sup>m</sup> (?, 1300), 1 <sup>h</sup> 41 <sup>m</sup> (4,5, 26000), 3 <sup>h</sup> 03 <sup>m</sup> (?), 5 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> (?),				
		23 <sup>h</sup> 59 <sup>m</sup> (5, 22000),				
29.10.		0 <sup>h</sup> 34 <sup>m</sup> (4,5, 1300), 1 <sup>h</sup> (27 <sup>m</sup> ) (-4, ?), 4 <sup>h</sup> 03 <sup>m</sup> (4, ?), 5 <sup>h</sup> 28 <sup>m</sup>				
		(4,5, 9600), 13 <sup>h</sup> 42 <sup>m</sup> (-4, 600), 18 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup> (4, 900), 19 <sup>h</sup> 16 <sup>m</sup> (4,5,				
		3400),				
30.10.		7 <sup>h</sup> 02 <sup>m</sup> (4, 250),				
3.11.		3 <sup>h</sup> 32 <sup>m</sup> (5, 2800),				
5.11.		17 <sup>h</sup> 27 <sup>m</sup> (4, 1000),				
7.11.	16 28	K Rosegg	46,6	14,0	4,5	670
	16 43	(4,5, 660)				
11.11.	10 29	K Rosegg	46,6	14,0	4	650
	17 01	(4,5, 800)				
11.11.	21 28	N Kirchberg am Wechsel	47,6	16,0	?	
17.12.	10 32	St Leoben	47,4	15,1	4,5	600
18.12.	2 24	St Leoben	47,4	15,1	4,5	550
20.12.	6 37	N Semmering Südseite	47,6	15,8	-5	11700
21.12.	22 46	St Leoben	47,4	15,1	4	1100
(30.12.	4 10	Č Kleine Karpaten)				
31.12.	2 21	N Pitten	47,7	16,2	4,5	240
1. 1.1965	20 09	N Kirchberg am Wechsel	47,6	16,0	-4,5	1600
19. 1.	0 02	St Leoben	47,4	15,1	4	140
3. 2.	18 35	St Leoben				90
16. 3.	23 17	St Unzmarkt-Scheifling	47,2	14,5	4	420
20. 3.	21 44	St Leoben	47,4	15,1	3	80
1. 4.	21 29	N Ebenfurth	47,9	16,4	4	200
23. 5.	12 38	N Theresienfeld	47,9	16,2	4	180
		Vor-und Nachbeben: 7 <sup>h</sup> 17 <sup>m</sup> (3, 150)				
29. 5.	20 53	N Theresienfeld	47,9	16,2	3	80
1. 7.	12 58	N Umgebung von Gloggnitz	47,7	15,9	-4	50
9. 7.	0 20	T Innsbruck	47,3	11,4	6	5100
9. 7.	0 29	N Sollenau	47,9	16,2	-5	1300

MLH= 4, 7 (Pruhonice)  
Nachbeben folgten

MLH= 3,2 (Pruhonice)

Datum	MEZ h m		Herdgebiete	$\varphi$	$\lambda$	$I_0$	F (km <sup>2</sup> )	
(9. 7.1965	23 49	D	Bad Reichenhall	47,7	22,9)			
10.10.	6 23	V	Wald/Klostertal	47,1	10,0	4,5	110	
23.11.	8 42	K	Eisenkappel	46,5	14,6	4	180	
7. 3.1966	22 22	St	östl. v. Unzmarkt	47,2	14,5	4,5	2300	
8. 3.	7 00	St	östl. v. Unzmarkt	47,2	14,5	3,5	450	
16. 3.	14 27	T	Innsbruck - West	47,3	11,4	5	2700	
25. 4.	22 39	N	Spitz/Donau	48,4	15,4	5	810	
3. 6.	4 16	T	Barwies, Mieminger Plateau	47,3	10,9	4,5	380	
(19. 6.	5 13	J	westl. v. Laibach	46,1	14,2)			
11. 7.	17 15	T	Barwies	47,3	10,9	4,5	170	
2. 8.	21 15	St	St. Michael	47,4	15,0	4	120	
3. 8.	12 40	N	Wiener Neustadt	47,8	16,2	4	5	
22. 8.	4 42	N	St. Aegydt/Neuwald	47,8	15,6	4	40	
9. 9.	13 25	N	Reichenau	47,7	15,8	4	120	
3.10.	21 27	S	Filzmoos	47,4	13,5	4,5	490	
11.10.	4 30	S	Radstadt	47,4	13,5	4	510	
4.11.	18 33	T	Bettelwurfspitze Karwendel	47,3	11,5	4	400	
23.11.	11 50	V	Götzis/Rheintal	47,3	9,6	4	20	
18.12.	2 44	N	Zillingdorf	47,9	16,3	3	25	
3. 1.1967	13(40)	St	Fohnsdorf	47,2	14,7	3,5	20	
5. 1.	21 08	K	östl. v. Eisentratten	46,9	13,6	5	1800	
	(21 10)							
29. 1.	1 12	O	Molln	47,9	14,3	67	98000	MLH= 4,7 (Wien) Nachbeben folgten
30. 1.	6 07	O	Molln	47,9	14,3	4	?	
31. 1.	20 30	K	Lesachtal; bei Liesing	46,7	12,8	4	70	
4. 2.	5 00	K	Malta bei Gmünd	47,0	13,5	4	20	
10. 2.	7 48	N	Wimpassing	47,7	16,0	4	100	
13. 2.	0 19	O	Molln	47,9	14,3	-5	100	
1. 3.	23 50	T	Barwies, Mieminger Plateau	47,3	11,0	4	210	
8. 3.	3 33	St	Zeiritzkampel	47,5	14,7	4,5	620	
1. 4.	0 23	N	südl. v. Wimpassing	47,7	16,0	4,5	150	
10. 5.	8 51	O	Klaus	47,8	14,2	5	10	
7. 6.	17 19	O	Molln	47,9	14,3	-5	530	
13. 6.	18 40	O	Molln	47,9	14,3	-5	250	
(21. 7.	2 21	T	Innsbruck	47,3	11,4	3)		
29. 7.	20 52	T	Barwies-Stams	47,3	11,0	3,5	20	
3. 8.	19 16	N	Grafenbach	47,7	16,0	-4	50	
18. 8.	13 03	T	Nauders (?)	46,9	10,5	4,5	≥ 130	
(20. 9.	23 44	C	Malacky, Kl. Karpaten)					
18.10.	19 57	N	Unter-Waltersdorf	48,0	16,4	4	100	
31.10.	21 53	T	nordwestl. v. Innsbruck	47,3	11,4	4	300	
1.11.	8 53	N	südöstl. v. Wimpassing	47,7	16,1	4	140	
15. 1.1968	20 47	St	Alpl	47,5	15,6	4	560	
25. 2.	9 03	St	Hochwechsel	47,5	15,9	5	4100	
29. 2.	15 17	V	Nenzing	47,2	9,7	-4	20	
6. 3.	9 26	St	Turrach	47,0	14,0	4	780	

Datum	MEZ		Herdegebiete	$\varphi$	$\lambda$	$I_0$	F (km <sup>2</sup> )	
	h	m						
13. 3.1968	22	50	N	südöstl. v. Wiener Neustadt	47,8	16,3	4	100
23. 3.	8	14	St	Semmering Südseite	47,6	15,8	+4	160
28. 3.	5	22	O	Klaus	47,8	14,2	4	80
(16. 8.	22	34	J	Radmannsdorf (Krain)	46,5	14,3)		
18. 9.	4	02	O	Klaus	47,8	14,2	5	80
2.10.	3	11	St	Scheifling, Unzenmarkt	47,2	14,4	4,5	960
14.10.	17	19	T	Nord von Telfs	47,4	11,1	4	210
15.10.	20	19	T	Nord von Telfs	47,4	11,1	4,5	230
29.10.	3	57	T	West von Längenfeld	47,1	10,9	4,5	1900
6.12.	20	53	O	Molln	47,9	14,3	4	130

Abb. 6

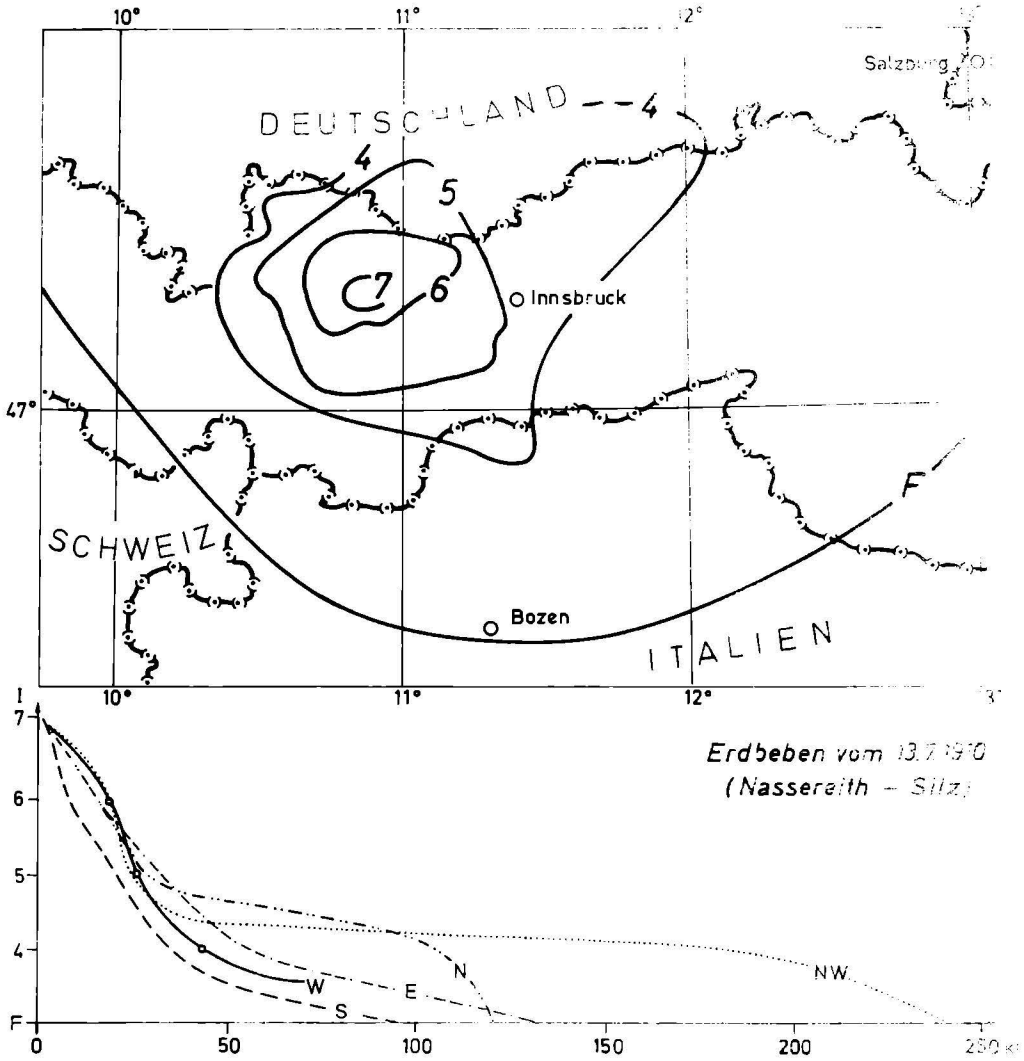
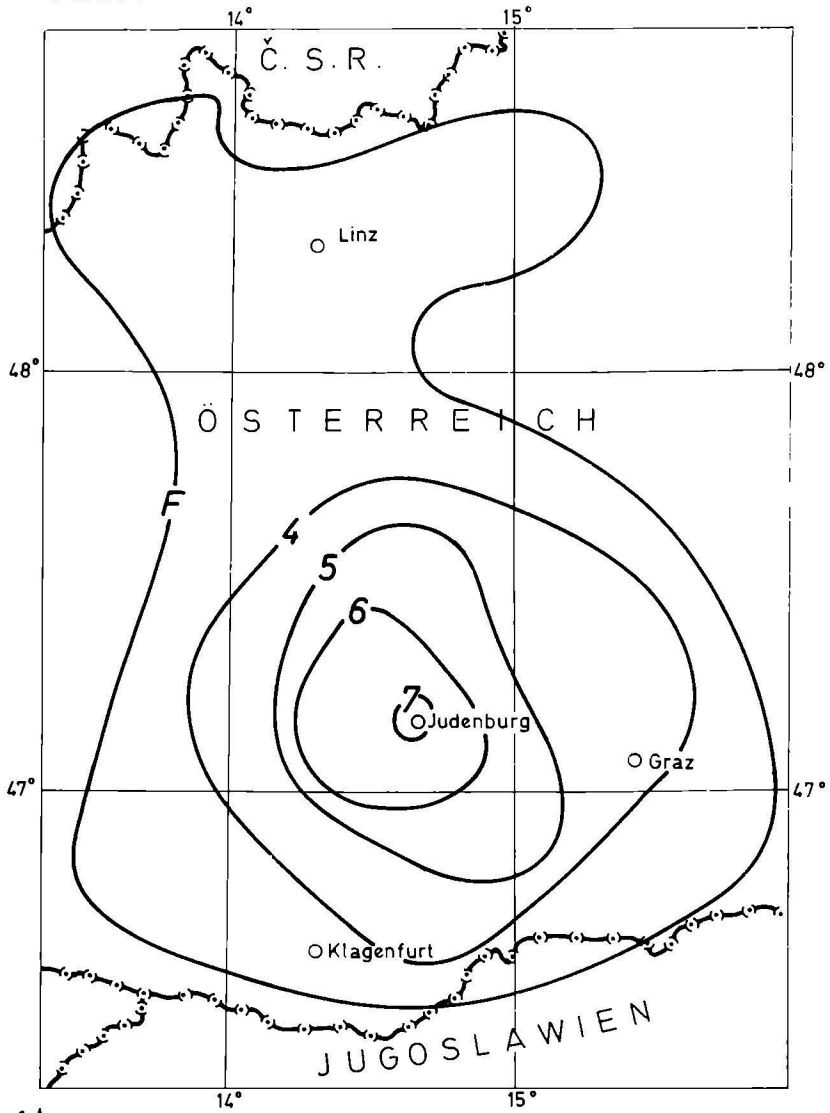


Abb. 7



Erdbeben vom 15. 1916 (Judenburg)

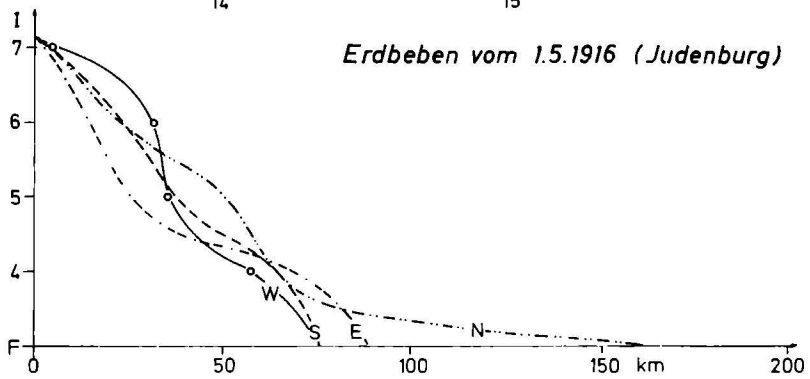


Abb. 8

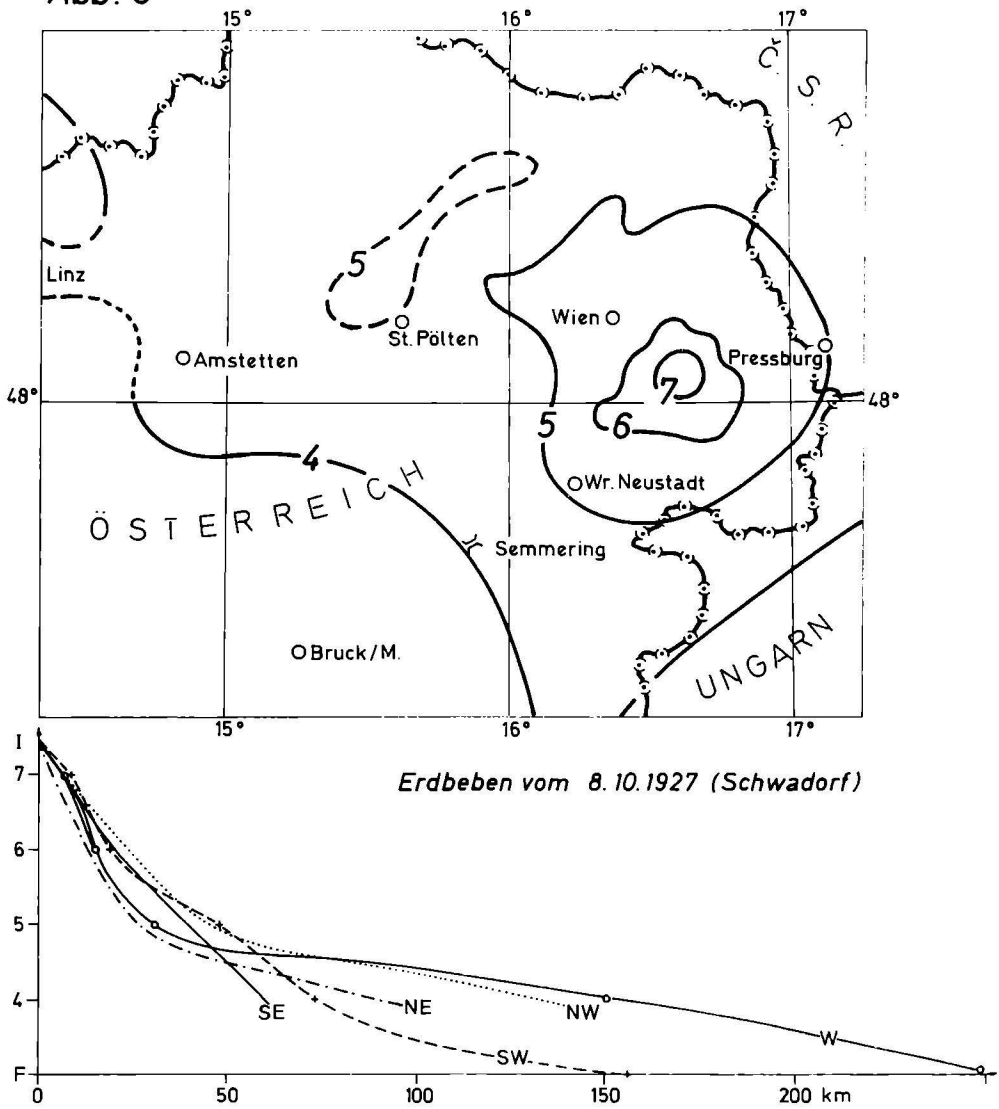
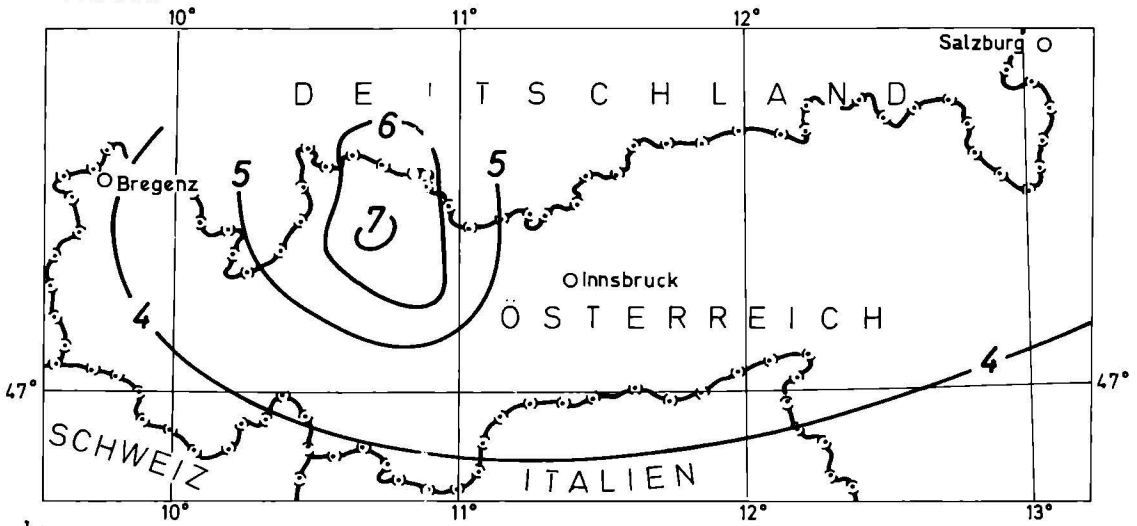




Abb. 9



Erdbeben vom 8.10.1930 (Namlos)

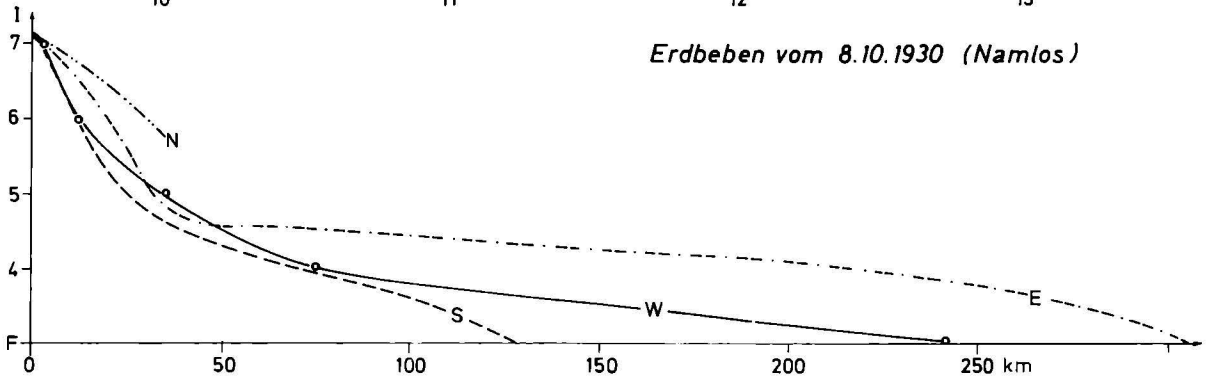


Abb. 10

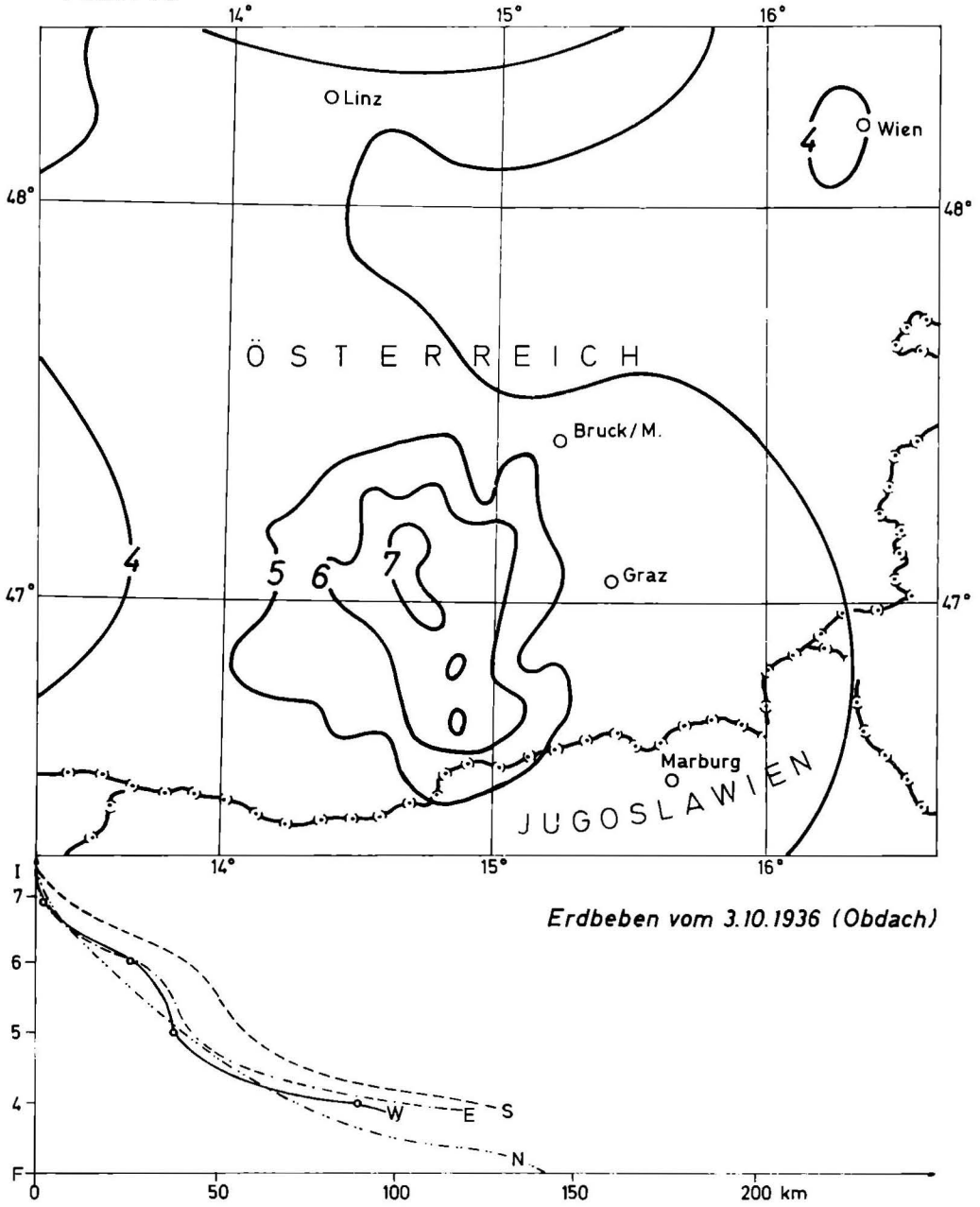
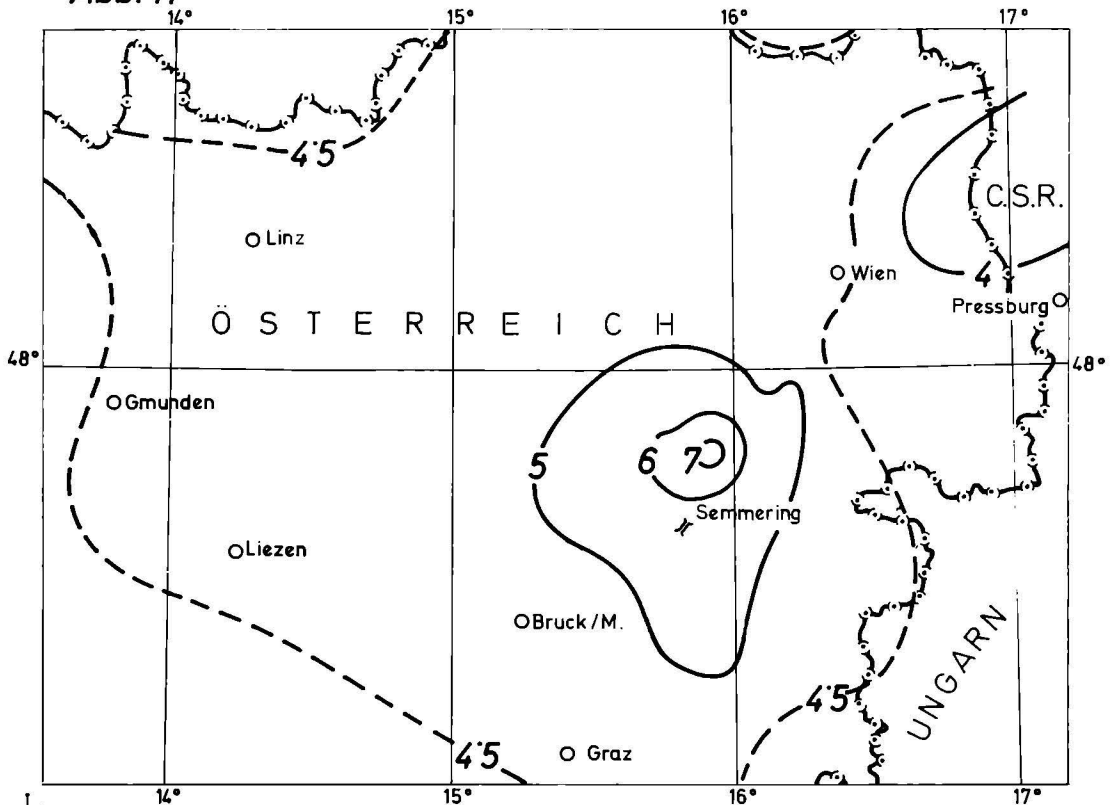
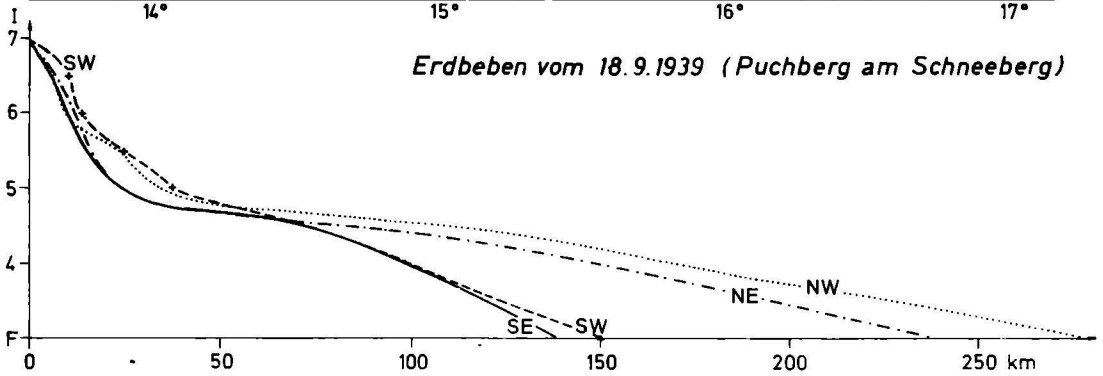


Abb. 11



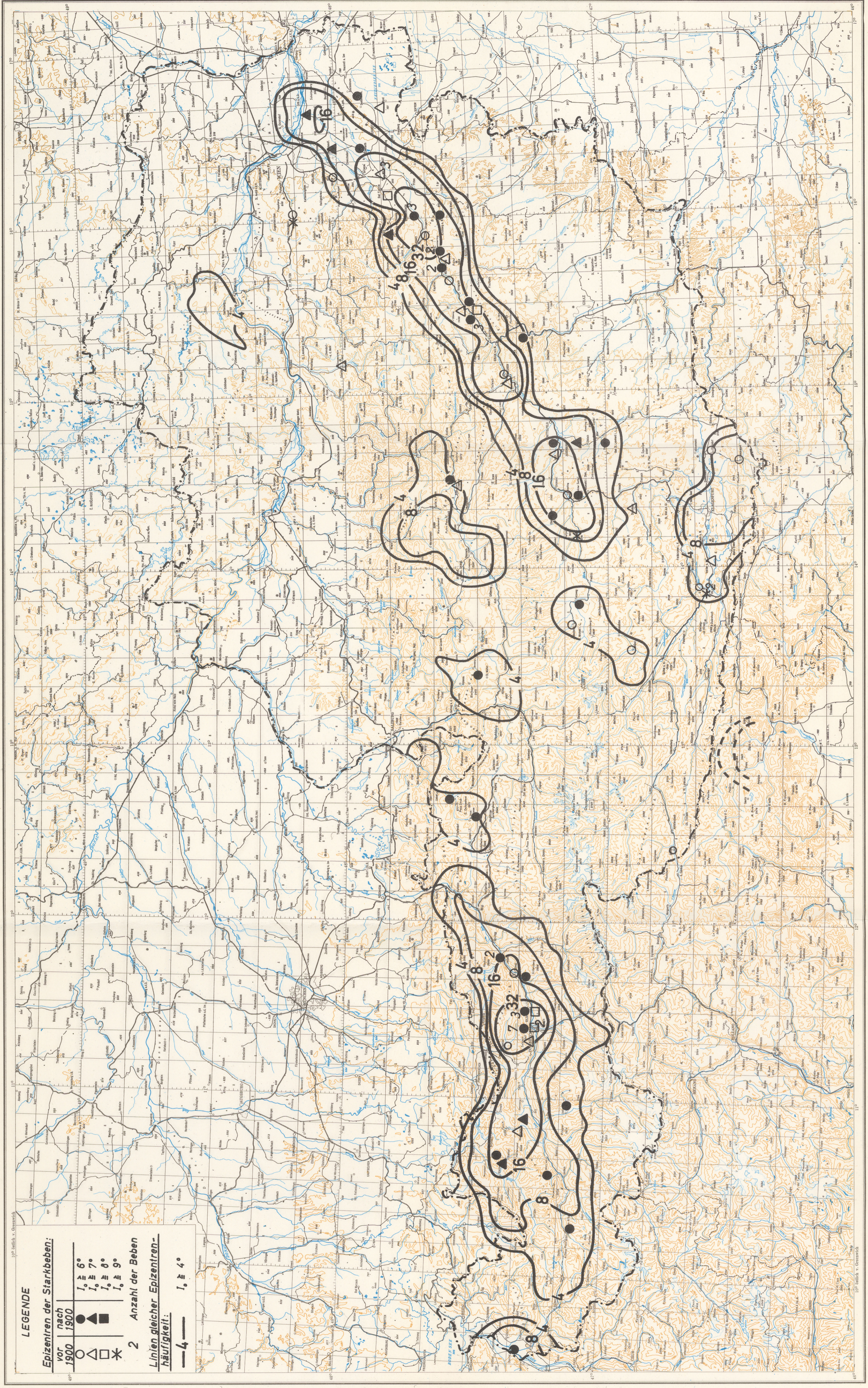
Erdbeben vom 18.9.1939 (Puchberg am Schneeberg)



# Seismizitätskarte von Österreich

DIE ERDBEBEN ÖSTERREICHS 1901 - 1966

Beilage



**LEGENDE**

**Epizentren der Starkbeben:**

○	$I_0 \geq 6^\circ$
●	$I_0 \geq 7^\circ$
△	$I_0 \geq 8^\circ$
□	$I_0 \geq 9^\circ$

**Anzahl der Beben:**

○	2
●	3
△	4
□	5
*	6

**Linien gleicher Epizentrenhäufigkeit:**

—	4
—	8
—	16
—	32
—	64
—	128
—	256
—	512
—	1024

Maßstab 1 : 1 000 000

Entwurf Dr. G. Gängl  
Herausgegeben von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien