

Das Erdbeben von 1590 im Tullner Feld

C. HAMMERL & W.A. LENHARDT

Einführung

Niederösterreich zählt zu jenen Bundesländern, in welchem manche Gebiete weniger und andere Gebiete wiederholt von Erdbeben betroffen sind. Insbesondere das Wiener Becken zählt, neben dem Tiroler Inntal und dem Mur-Mürztal in der Steiermark, zu den typischen Erdbebengebieten Österreichs (HAMMERL & LENHARDT, 1997).

Zwischen 1900 und 2012 haben sich allein im Wiener Becken nicht weniger als 401 fühlbare Erdbeben und 17 Schadensbeben ereignet. Zum Thema der Seismizität in Niederösterreich (SUESS, 1873; DRIMMEL, 1980, 1981b; EISINGER et al., 1992) und der geologischen Situation des von Erdbeben am meisten betroffenen Bereich Niederösterreichs, des Wiener Beckens (WESSELY, 1988), wurden in der Vergangenheit mehrere Untersuchungen durchgeführt. Inzwischen ließen sich aufgrund neuer messtechnischer Ergebnisse und detaillierter historischer Erdbebenforschung zusätzliche Daten gewinnen.

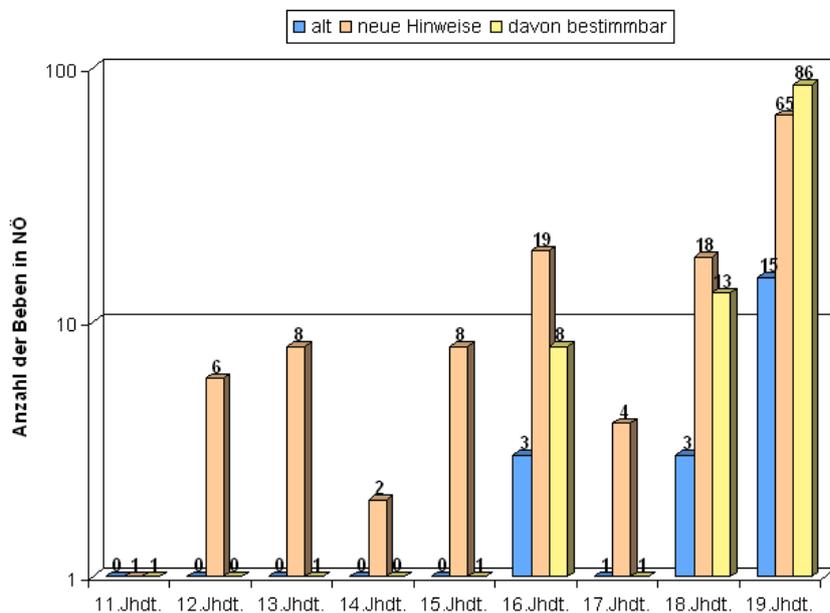


Abb. 1: Neu gefundene Hinweise auf Erdbeben in Niederösterreich (blau = bislang bekannte Anzahl von Erdbeben pro Jahrhundert, orange = neue Hinweise auf Erdbeben, gelb = davon verwertbare Hinweise), die eine Parametrisierung des Erdbebens erlaubten. Die „bestimmbaren“ Erdbeben inkludieren auch zusätzliche Hinweise bereits bekannter Erdbeben hinsichtlich Ort und Stärke.

Um den Stand der Wissenschaft bezüglich der Seismizität Niederösterreichs zu gewährleisten, wurden im Rahmen eines Projektes der Niederösterreichischen Landesregierung (NC 59-2003, BD1-G-5100/9-2003) Untersuchungen zur Erfassung historischer Quellen angestellt,

um ein verlässlicheres Bild der Seismizität für den Zeitraum zwischen 1000 und 1900 zu erhalten. Das Projekt führte zu einer Vielzahl neuer Erkenntnisse hinsichtlich der Seismizität des Bundeslandes Niederösterreich. In Abbildung 1 sind diese Resultate zusammengefasst.

Einen Schwerpunkt bei der Untersuchung und Bewertung der historischen Unterlagen hinsichtlich Erdbeben in Niederösterreich stellte das Erdbeben vom 15. September 1590 dar, das auch in Wien zu vielen Schäden geführt hat. Die Untersuchung gliederte sich in zwei Teile – Historische Erdbebenforschung gefolgt von einer seismologischen Neuinterpretation.

Historische Daten zum Erdbeben von 1590

Das Erdbeben vom 15. September 1590 gilt wohl einerseits als eines der interessantesten, bestdokumentierten und andererseits als eines der stärksten historischen Beben nicht nur in Niederösterreich, sondern in Österreich schlechthin. In einer sehr ausführlichen Studie (GUT-DEUTSCH et al., 1987) wurde die Epizentralintensität mit $I_0 = 9^\circ$ angegeben, die Herdlänge wurde zwischen 8 und 15 km abgeschätzt, das Epizentrum wurde damals innerhalb eines Fehlerkreises $R_{err} = 8$ km um die Koordinaten $48,20^\circ$ und $16,05^\circ$ festgelegt, die Herdtiefe zwischen 2 und 30 km angegeben, und die Magnitude wurde zwischen 6,0 und 6,3 abgeschätzt.

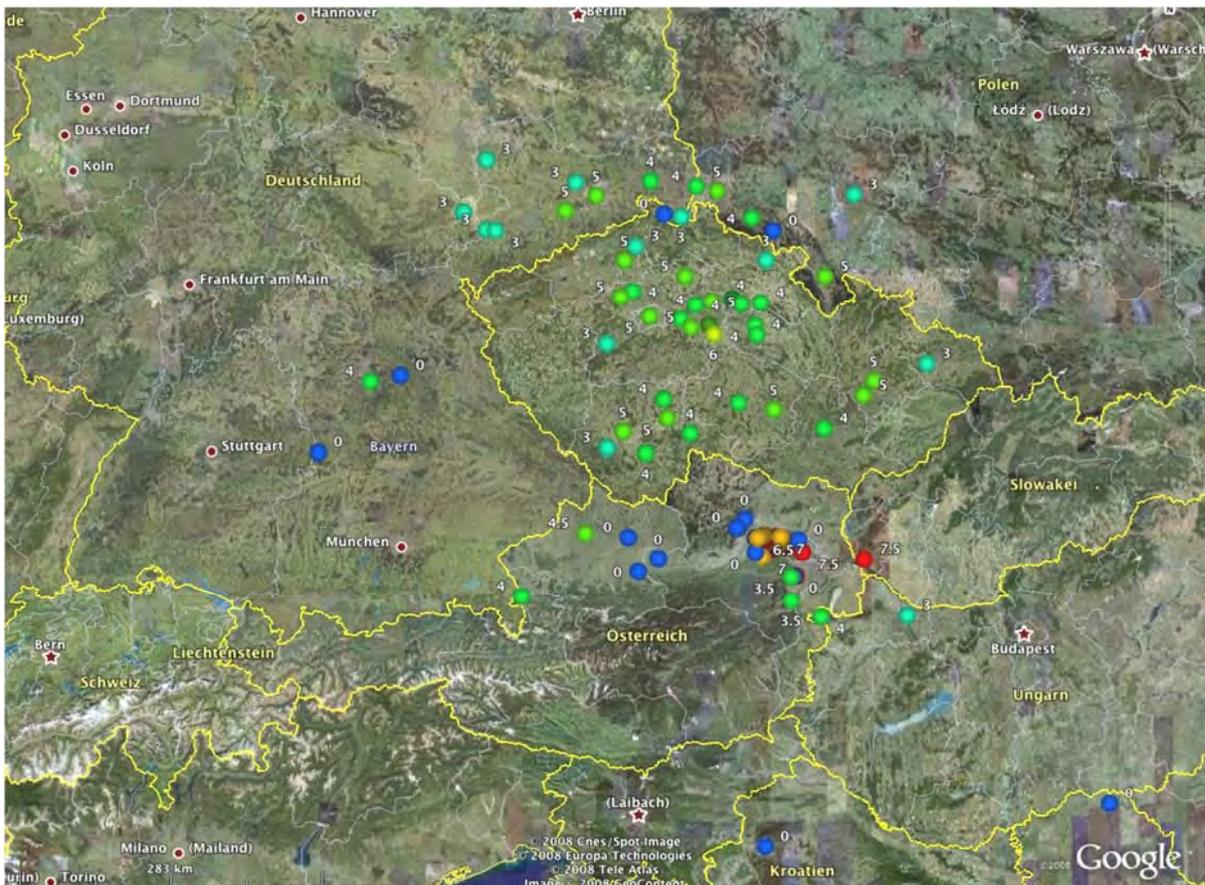


Abb. 2: Verteilung der makroseismischen Datenpunkte (macroseismic data points - MDPs) für das Erdbeben vom 15. September 1590. Rot = schwerer Schaden, orange = Schäden, grün = deutlich verspürt, blau = verspürt, Zahlen = Lokalintensitäten (0 = nicht verspürt).

Die Studie von 1987 kann als wertvolle Basisdokumentation angesehen werden, enthält sie doch ausführlich die damaligen für das Beben relevanten Quellen und die Literatur im Originaltext. Betrachtet man die Schadensverteilung des Bebens genauer, so fällt auf, dass der Westen von Neulengbach praktisch kaum betroffen war (Abb. 2). Wenn das Epizentrum bei Neulengbach lag und die Epizentralintensität 9° betrug, ist dann eine angenommene Intensität von 8° in Wien möglich, und kann es z.B. von St. Pölten, das viel näher zum angenommenen Epizentrum als Wien liegt, keine Meldungen geben? Wieso gab es im Tullner Feld schwere Schäden und nördlich der Donau keine? Warum häufen sich die Schäden im Tullner Feld und im SW von Wien findet sich mehr oder weniger keine Nachricht zum Beben? War das Beben wirklich so stark? Dass der Südwesten von Wien schwächer besiedelt war, ist ein Argument, unbesiedelt war dieses Gebiet allerdings nicht. Diese und noch mehr Fragen drängen sich bei genauerer Betrachtung des Bebens auf.

In einer zeitgenössischen Quelle aus der Stadtbibliothek Danzig wurde z.B. neben ausführlicher Information für Wien auch bisher unberücksichtigte Information für folgende Orte nördlich der Donau gefunden: Krems, Stein und Langenlois. Eine weitere zeitgenössische Quelle brachte bis dato unbeachtete Informationen über die Auswirkungen des Bebens in Herzogenburg zu Tage (PRENNER, 1632).



Abb. 3: Bereits bekannte (8) und neue Hinweise (18) auf Gebäudeschäden in Wien anlässlich des Erdbebens von 1500.

Besonders deutlich zeigte sich in Wien, dass es sich lohnt, weitere Recherchen zum Beben anzustellen. Eine sorgfältige Neuinterpretation bekannter und das Auffinden neuer Quellen zeigte gerade für Wien, dass die Information hinsichtlich beschädigter Gebäude verdreifacht werden konnte (Abb. 3).

Seismologische Interpretation und Modellierung

In Abbildung 4 sind die Positionen der damaligen Gebäude gekennzeichnet. Es ist erkennbar, dass die meisten Gebäude damals den Schadensgrad 3 erlitten, was einer konservativ angesetzten Gebäudeklasse vom Typ „A“ mindestens einer lokalen Intensität vom Grad 7 entspricht (GRÜNTHAL, 1998). Auch fehlte bisher eine Erdbebennachricht aus dem bislang vermuteten Epizentrum bei Neulengbach (siehe Abb. 5). Im Zuge der Nachforschungen für die vorliegende Studie konnte herausgefunden werden, dass die heutige Ruine Unterthurm, Rest der alten „Veste Turn“/Altengbach durch das Erdbeben von 1590 schwer beschädigt, aber rasch wiederhergestellt wurde.

- 1 zu den Schotten – Schottenkirche
- 2 Bey vnnsrer Lieben Frauen – Maria am Gestade
- 3 bey den Jesuittern – Jesuitenkirche
- 4 S. Michel – Michaelerkirche
- 5 Gasthaus "Zur Goldenen Sonne"
- 6 S. Steffan – Stephanskirche
- 7 S. Lorenz – Laurenzerkirche
- 8 Dominikanerkirche
- 9 Passauer Hof
- 10 S. Ruprecht – Ruprechtskirche
- 11 Kloster St. Laurenz
- 12 Kapelle im Heiligenkreuzerhof
- 13 Pachele Haus
- 14 Bischofshof
- 15 Seitzerhof
- 16 Nikolaikloster
- 17 Franziskanerkloster und S. Jeronimus
- 18 zu der Himmelforten – Himmelfortkloster
- 19 S. Dorothea – Dorotheerkirche
- 20 S. Johannes (?) – Malteserkirche
- 21 Kaysers Spital
- 22 burgkh – Burg
- 23 Peillerthor – Ecke Bognergasse/ Tuchlauben
- 24 behausung bey der der wag
- 25 Khochgässl bey dem Wegghauf
- 26 Häuser beim Stubentor

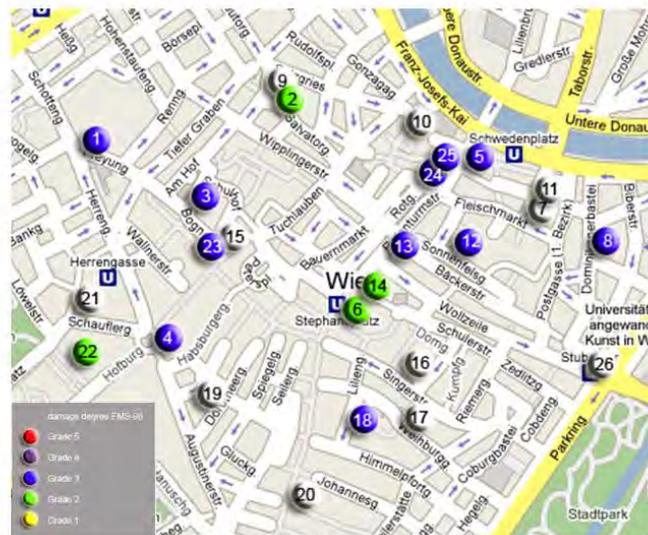


Abb. 4: Ausschnitt der Wiener Innenstadt mit der heutigen Position der damaligen Gebäude.

Die Molassezone zeichnet sich, wie die Böhmisches Masse, ebenfalls – mit zwei Ausnahmen – durch eine geringe Seismizität aus. Die erste Ausnahme betrifft das Tullner Becken, das am 15. September 1590 von einem heftigen Erdbeben heimgesucht wurde. Dieses Beben wurde mit einer vermuteten tiefliegenden ENE-WSW streichenden „Alpenordrand“-Störung in Verbindung gesehen (DRIMMEL, 1981a) und von GUTDEUTSCH et al. (1987) ausführlich untersucht.

In Abbildung 6 ist das weitere Umfeld des Erdbebens von 1590 wieder dargestellt. Die rote Linie zeigt die Abstrahlcharakteristik der Scherwellen im Falle einer Aufschubung entlang einer gedachten ENE-WSW orientierten Bruchzone. Berechnet man aus den Radien der Isoseisten ($I_{\text{local}} = 8$, Radius = 6 km, $I_{\text{local}} = 7$, Radius = 20 km, $I_{\text{local}} = 3$, Radius = ca. 250 km) das seismische Moment (JOHNSTON, 1996; FRANKEL, 1994; GASPERINI et al., 1999) und daraus nach HANKS & KANAMORI (1979) die Magnitude, so erhält man den Wert von 5,7. Die

Formel von KAISER et al. (2002), welche die Radien mit der Magnitude verknüpft, führt vergleichsweise zu einer Magnitude von 5,7, die für dieses Ereignis als durchaus realistisch erscheint. Dies führt nach SHEBALIN (1958), SPONHEUER (1960) bzw. KAISER et al. (2002) zu einer Herdtiefe von 6 km, um die makroseismischen Auswirkungen zu erklären. Damit zählt das Hypozentrum bereits zum Komplex der Böhmisches Masse. Eine ÖMV-Bohrung bei Königstetten traf bereits bei knapp über 2.000 m auf das Böhmisches Kristallin (BRIX & SCHULTZ, 1993). Da das Epizentrum nun im Raum Ried am Riederberg statt in Neulengbach zu liegen kommt, erklärt sich auch die Schadenswirkung in Wien, die Schäden im Tullner Becken und dass es keine erwähnungswürdigen Schäden in St. Pölten gegeben hat.

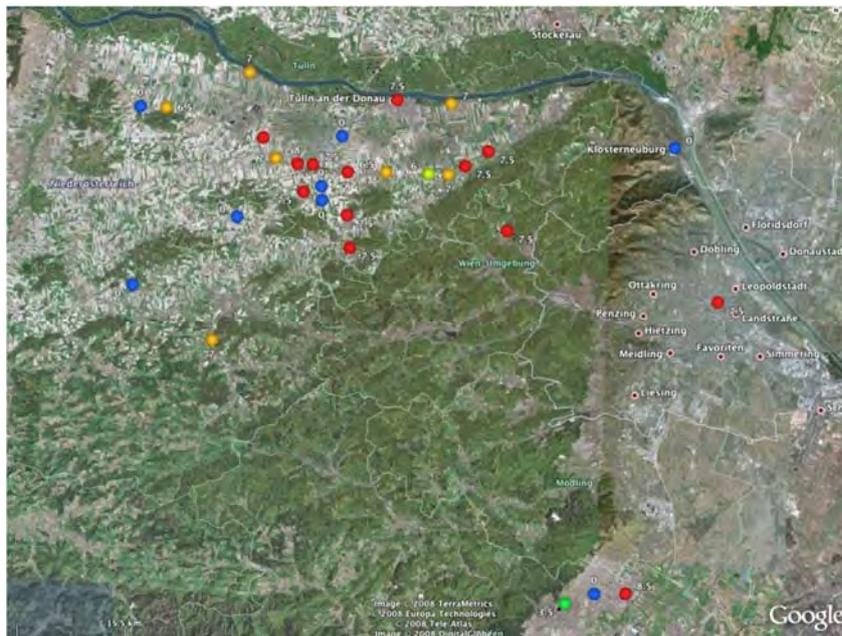


Abb. 5: Verteilung der MDPs im Schadensgebiet des Erdbebens vom 15. September 1590. Rot = Orte mit schweren Schäden, orange = deutliche Schäden. Wien ist ausgenommen (siehe Detail in Abb. 4).

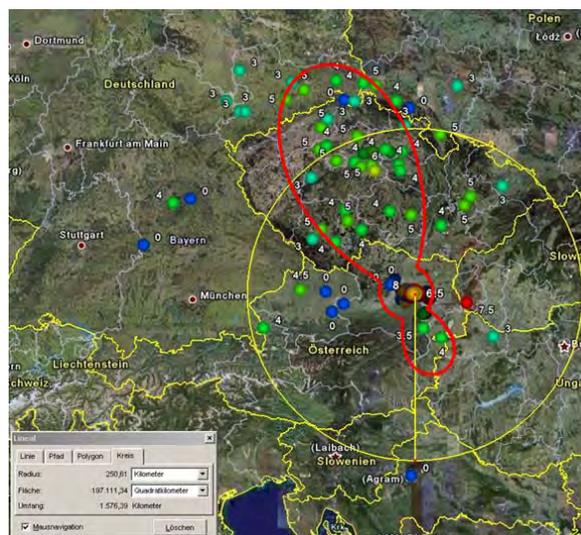


Abb. 6: Größeres Umfeld des Erdbebens von 1590. Abstrahlung (rot) der Scherwellen im Falle einer Aufschiebung. Der mittlere Radius des Fühlbarkeitsgebietes ist als gelber Kreis dargestellt.

In Abbildung 7 sind drei Tiefenhorizonte dargestellt, die mit Hilfe der sogenannten Linsser-Methode (LINSSE, 1967) berechnet wurden. Dafür wird ein flächendeckendes Grid von Schweredaten verwendet. Für verschiedene Tiefenhorizonte und Dichtekontraste werden danach Modelle berechnet, die das beobachtete Schwerfeld am besten nachbilden (LENHARDT et al., 2007). Eine entsprechende Aneinanderreihung von Dichtekontrastpunkten deutet dann auf ein Lineament mit Auf- oder Abschiebungscharakter hin. Im Bereich des nun vermuteten Epizentrums (brauner Kreis, Durchmesser ca. 17 km, der Deutlichkeit halber fast doppelt so groß als die Lokalisierungsungenauigkeit gewählt) erscheinen nur solche Punktaneinanderreihungen in den Horizonten von 2 und 4 km, aber nicht mehr bei 8 km. Für 6 km Tiefe konnte kein Modell berechnet werden, da die angewendete Methode nur jeweils doppelte Tiefenschritte erlaubt. Wenn es sich hierbei tatsächlich um eine NE-SW streichende Diskontinuität mit Aufschiebungscharakter handelt, an der sich das Erdbeben 1590 ereignet haben könnte, dann würde sie nur ein kurzes Stück NE-SW – ca. 5 km – beansprucht haben, wie dies die makroseismischen Beobachtungen und Modellierungen nahe legen (WELLS & COPPERSMITH, 1994).

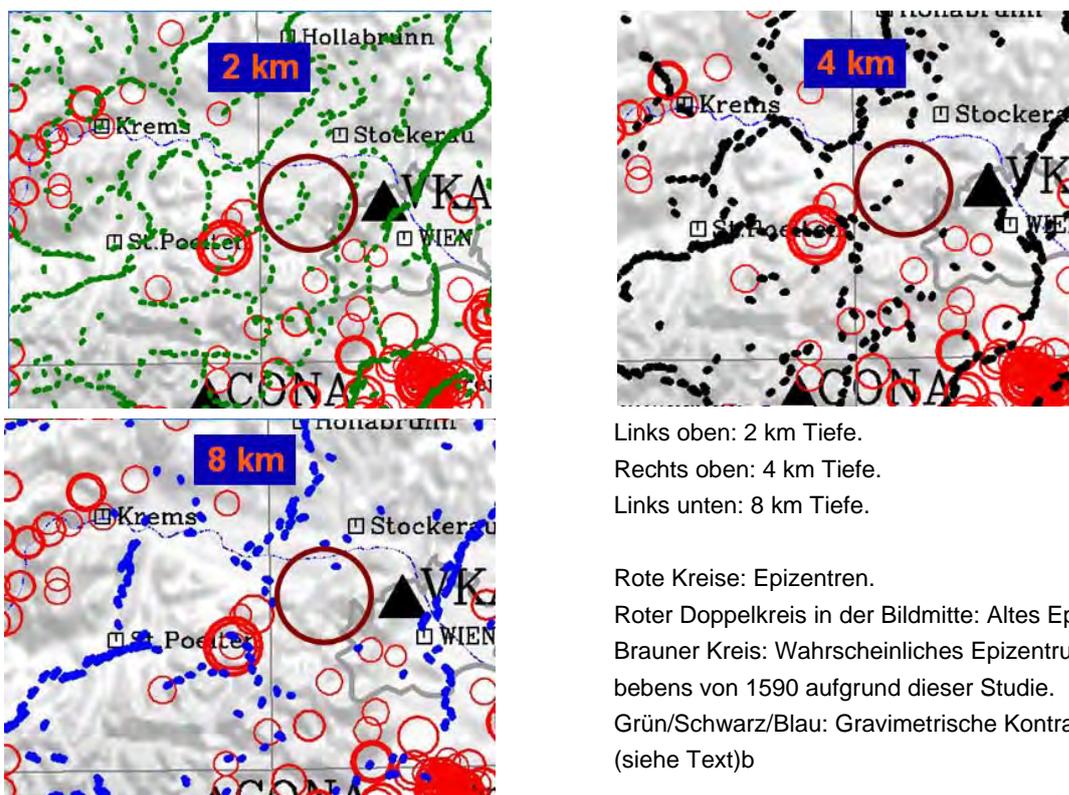


Abb. 7: Diskontinuitäten aufgrund von Dichteunterschieden in drei Tiefenstufen (LENHARDT, 2004).

Schlussfolgerung

Aufgrund des historischen Quellenstudiums konnten zu dem Erdbeben im Tullner Feld zusätzliche makroseismische Datenpunkte erfasst werden. Eine neue Abschätzung der bereits bekannten Datenpunkte wurde ebenfalls durchgeführt und brachte aufgrund des nun vorliegenden Datenmaterials nach eingehender Untersuchung folgende Ergebnisse:

- 1) Gravimetrische und makroseismische Daten legen den Schluss nahe, dass sich das Epizentrum bei Ried am Riederberg ($48,26 / 16,07$) ± 10 km befunden hat.
- 2) Die Epizentralintensität wurde mit $I_0 = 9^\circ$ EMS-98 und die Herdtiefe aufgrund der Verteilung der Intensitätsdatenpunkte mit 6 km abgeschätzt.
- 3) Die Verlegung des Epizentrums um 20 km nach Ried am Riederberg verringert die theoretische Lokalintensität in St. Pölten zu Grad 6, was der Grund sein könnte, dass von dort keine Erwähnung von (schweren) Gebäudeschäden vorliegt.
- 4) Aus der Herdtiefe und der Reichweite der Erschütterungen errechnet sich im Mittel eine Magnitude von 5,7. Die Intensität für das heutige Zentrum von Wien wurde mit 7° abgeschätzt.

Danksagung

Die Autoren danken der Baudirektion, Abt. Allgemeiner Baudienst, der Niederösterreichischen Landesregierung für die Finanzierung des Projekts „Historische Erdbebenaktivität in Niederösterreich“ (NC 59-2003, BD1-G-5100/9-2003), in dessen Rahmen diese Untersuchung durchgeführt werden konnte.

Literatur

- BRIX, F. & SCHULTZ, O. (Hrsg.) (1993): Erdöl und Erdgas in Österreich. - 688 S., Naturhistorisches Museum Wien.
- DRIMMEL, J. (1980): Rezente Seismizität und Seismotektonik des Ostalpenraumes. - In: OBERHAUSER, R. (Hrsg.): Der Geologische Aufbau Österreichs, 506-527.
- DRIMMEL, J. (1981a): On the map of seismo-active deep faults and important epicentres in Austria. - Proc. 2nd Int. Symp. on 'Analysis of Seismicity and on Seismic Hazard', Liblice, Tschechien, 163-169.
- DRIMMEL, J. (1981b): Erdbeben in Niederösterreich. - Wissenschaftliche Schriftenreihe Niederösterreich, 51, 32 S.
- EISINGER, U., GUTDEUTSCH, R. & HAMMERL, C. (1992): Beiträge zur Erdbebengeschichte von Niederösterreich. - NÖ-Schriften Wiss., 60, 1-154.
- FRANKEL, A. (1994): Implications of felt area-magnitude relations for earthquake scaling and the average frequency of perceptible ground motion. - Bull. Seism. Soc. Amer., 84, 462-465.
- GASPERINI, P., BERNARDINI, F., VALENSISE, G. & BOSCHI, E. (1999): Defining seismogenic sources from historical earthquakes felt reports. - Bull. Seism. Soc. Amer., 89, 94-110.
- GRÜNTAL, G. (1998). European Macroseismic Scale 1998 (EMS-98). - Conseil de l'Europe, Cahiers du Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie, 15, 1-99.
- GUTDEUTSCH, R., HAMMERL, C., MAYER, I. & VOCELKA, K. (1987): Erdbeben als historisches Ereignis. Die Rekonstruktion des Bebens von 1590 in Niederösterreich. - 223 S., Springer Verlag.
- HAMMERL, C. & LENHARDT, W.A. (1997): Erdbeben in Österreich. - 191 S., Leykam Verlag.
- HANKS, T.C. & KANAMORI, H. (1979): A moment-magnitude scale. - J. Geoph. Res., 84, 2348-2350.

JOHNSTON, A.C. (1996): Seismic moment assessment of earthquakes in stable continental regions - II. Historical seismicity. - *Geophys. J. Int.*, 125, 639-678.

KAISER, D., GUTDEUTSCH, R. & JENTSCH, G. (2002): Relationships to estimate the magnitude M_s of historical earthquakes in Europe from macroseismic observations. - Poster, XXVIII General Assembly of the European Seismological Commission, Genua, Italien.

LENHARDT, W.A. (2004): Seismic Active Discontinuities in the Region "Eastern Alps-Western Carpathians-Bohemian Massif" based on Geophysical Data and Digital Seismic Records of the Seismic Network "ACORN". - Forschungsbericht für das BMWFK, GZ 45.511/1-VIII/B/8a/2001, 114 S., Zentr. Anstalt f. Meteorologie u. Geodynamik Wien.

LENHARDT, W.A., SVANCARA, J., MELICHAR, P., PAZDIRKOVA, J., HAVIR, J. & SYKOROVA, Z. (2007): Seismic activity of the Alpine-Carpathian-Bohemian Massif region with regard to geological and potential field data. - *Geol. Carpath.*, 58, 397-412.

LINSSER, H. (1967): Investigation of tectonics by gravity detailing. - *Geophys. Prosp.*, 15, 480-515.

PRENNER, G. (1632): Georgius Pyrenaeus (vulgo Prenner): *Annales et fratern[itates] Herzogburgensis*, Memorial was Herrn Paulus Brobst zu Herzogburg, in Zeit seiner Regierung erpaut, und wieder erheben lassen. Zum Prelaten installiert den 23. Juny Ano -91. - Herzogenburg, fol. 38 und fol 171v.

SHEBALIN, N. (1958): Correlation between earthquake magnitude and intensity. - *Stud. Geophys. Geodaet.*, 2, 86-87.

SPONHEUER, W. (1960): Methoden zur Herdtiefenbestimmung in der Makroseismik. - *Freiberger Forschungsh. C88*, 1-117.

SUESS, E. (1873): Die Erdbeben Nieder-Österreichs. - *Denkschr. k. k. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Cl.*, 33, 61-98.

WELLS, D.L. & COPPERSMITH, K.J. (1994): New empirical relationships among magnitude, rupture length, rupture width, rupture area and surface displacement. - *Bull. Seism. Soc. Am.*, 84, 974-1002.

WESSELY, G. (1988): Structure and Development of the Vienna Basin in Austria. - In: ROYDEN, L.H. & HORVATH, F. (Hrsg.): *The Pannonian Basin - A Study in Basin Evolution*. - *AAPG Memoir*, 45, 333-346.