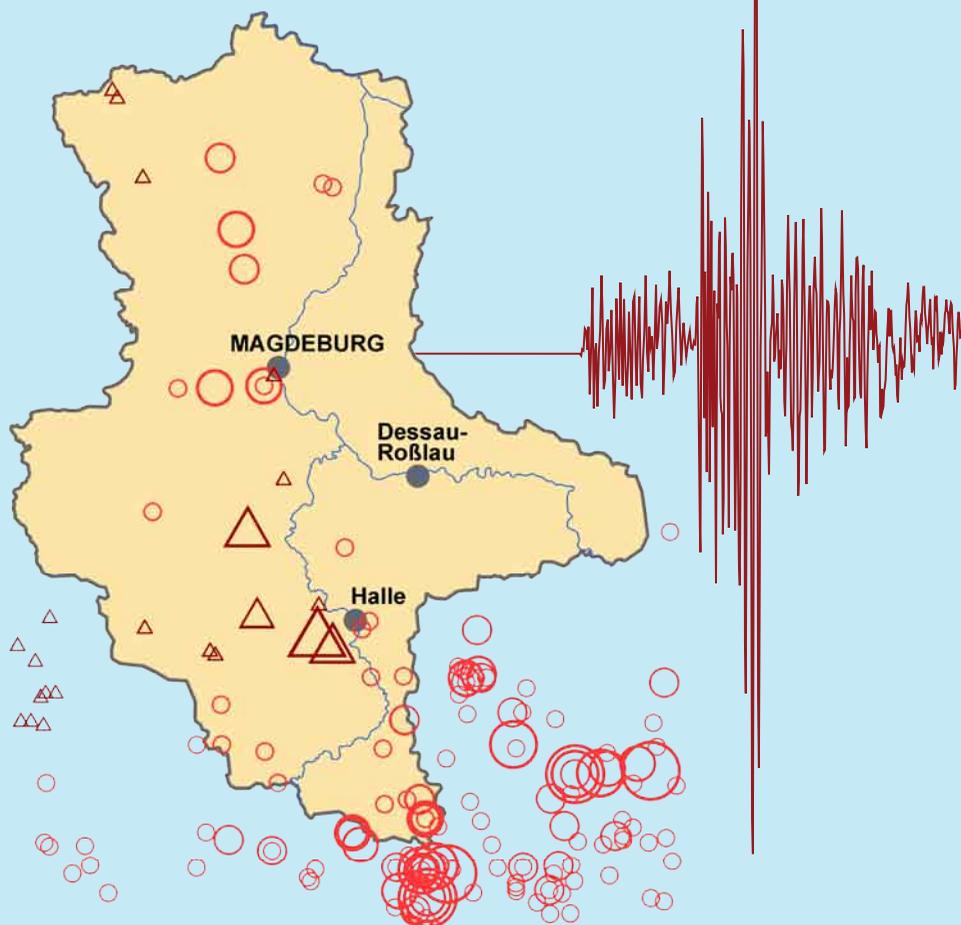


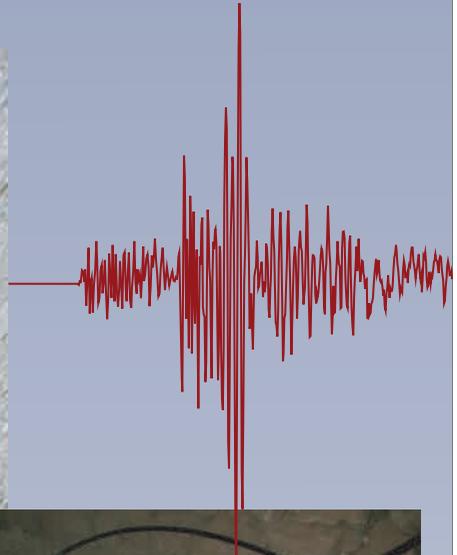
# Erdbeben und Erdbebenvorsorge in Sachsen-Anhalt

Ivo Rappsilber



**Landesamt für Geologie und  
Bergwesen Sachsen-Anhalt  
2008**

Das Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt betreibt seit 2003 eine Erdbeben-Messstation auf der Neuenburg bei Freyburg.



Breitband-Seismometer  
(Streckeisen STS-2) auf der  
Neuenburg bei Freyburg

Damit kommt der Geologische Dienst seinen durch Regierungsbeschluss zugewiesenen Aufgaben der Daseinsvorsorge nach. Denn zuverlässige Informationen über das seismische Geschehen in der Erdkruste dienen der Sicherheit der Bevölkerung.

Dies ist nicht nur von Bedeutung für Gebiete mit hoher natürlicher Seismizität sondern auch für hochindustrialisierte Regionen, in denen die Eintrittswahrscheinlichkeit von Schadensbeben zwar gering ist, in denen aber für technische Anlagen mit großem Gefährdungspotenzial ein hoher Sicherheitsstandard gefordert wird.

Im Dezember 2008 wurde die zweite seismologische Station Sachsen-Anhalts in Betrieb genommen. Sie befindet sich im Bereich des W-Schachtes des ehemaligen Kupferschieferbergbaus in Wimmelburg bei Eisleben. Der untertägige Standort gewährleistet eine gute Ankopplung an den Festgesteinsuntergrund bei gleichzeitiger Abschirmung oberflächennaher Störquellen.



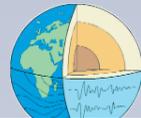
Breitband-Seismometer (Guralp CMG-3ESP) und Geofon (SM-6B, zur Erweiterung des Frequenzbereiches) im Bereich des W-Schachtes in Wimmelburg bei Eisleben



Die Stationen Sachsen-Anhalts werden betrieben in Zusammenarbeit mit dem Institut für Geophysik und Geologie der Universität Leipzig.



**Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt**



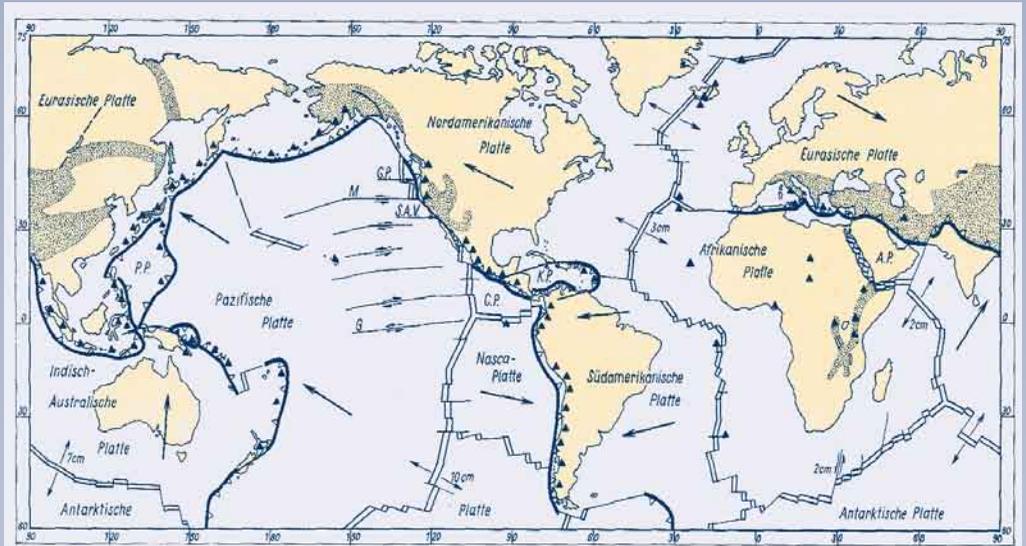
**UNIVERSITÄT LEIPZIG**

Bei der seismologischen Überwachung Mitteldeutschlands kooperieren die geologischen Dienste der drei Länder:

Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie  
Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie  
Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt

# Wie entstehen Erdbeben?

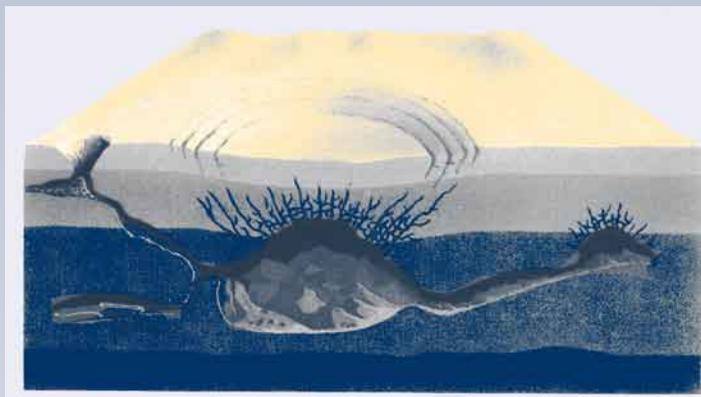
Der oberste Teil der Erde besteht aus großen, ca. 30 bis 50 km dicken Krustenplatten. Diese führen - angeregt von großräumigen Bewegungen im Erdinnern - Bewegungen gegeneinander aus. Vor allem an den Plattenrändern sammeln sich dabei Spannungen an, die sich mit einem Schlag als Erdbeben freisetzen können. Solche Beben werden als tektonische Beben bezeichnet.



aus: NEUMANN & JACOBS & TITTEL (1989)

Darüber hinaus treten Erdbeben auch infolge vulkanischer Tätigkeit auf. Induzierte Beben werden vor allem durch Bergbau, aber auch in Verbindung mit Talsperren, Flüssigkeitsinjektion bzw. -extraktion und

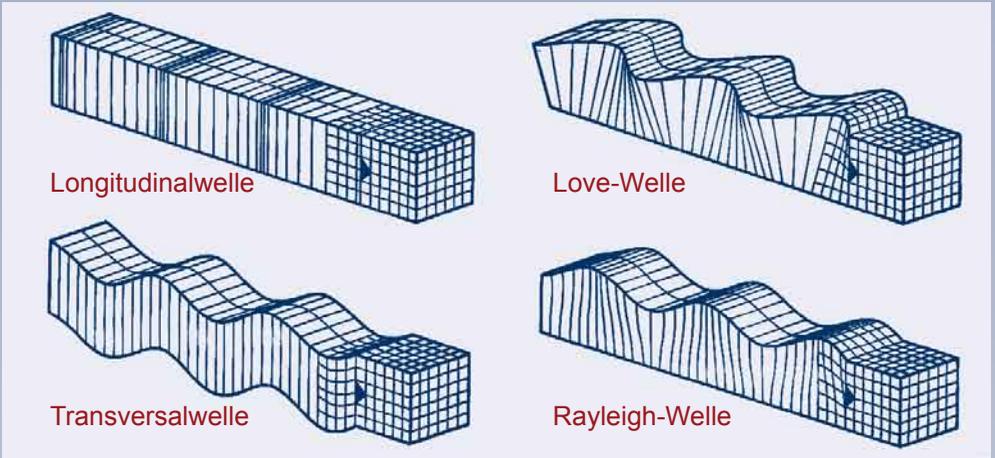
Kernexplosionen hervorgerufen.



aus: JACOBS (1985)

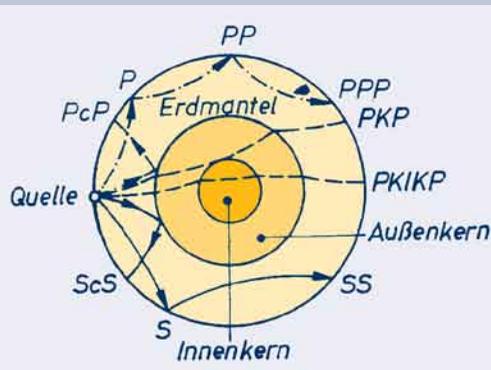
# Die Ausbreitung von Erdbebenwellen

Die im Erdbebenherd ausgelösten Wellen sind elastische Wellen. Nach Schwingungsrichtung, Materialbeanspruchung und Geschwindigkeit unterscheidet man Longitudinalwellen (auch bezeichnet als Kompressions- oder P-Wellen), Transversalwellen (auch bezeichnet als Scher- oder S-Wellen) und Oberflächenwellen (Love- und Rayleigh-Wellen).



aus: NEUMANN & JACOBS & TITEL (1989)

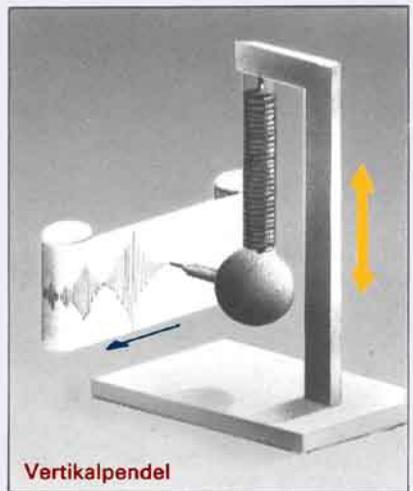
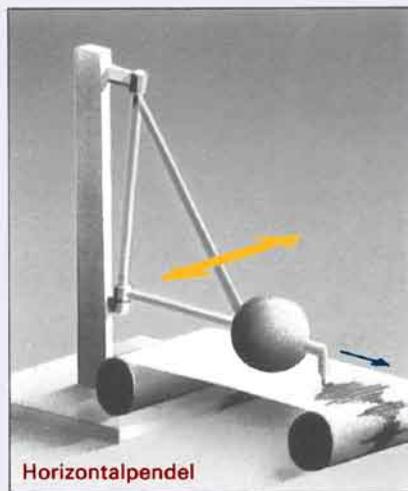
Diese Wellen breiten sich im gesamten Erdkörper aus. An Grenzflächen, wie sie durch den schalenförmigen Aufbau der Erde vorgegeben sind, werden die Wellen entsprechend den physikalischen Gesetzmäßigkeiten gebrochen oder auch reflektiert. Beim Durchgang von Wellen durch solche Grenzflächen kann sich der Wellentyp ändern (Wechselwellen). Die Bezeichnung der Wellen erfolgt durch die Aneinanderreihung der Teilwege.



aus: HURTIG & STILLER (1984)

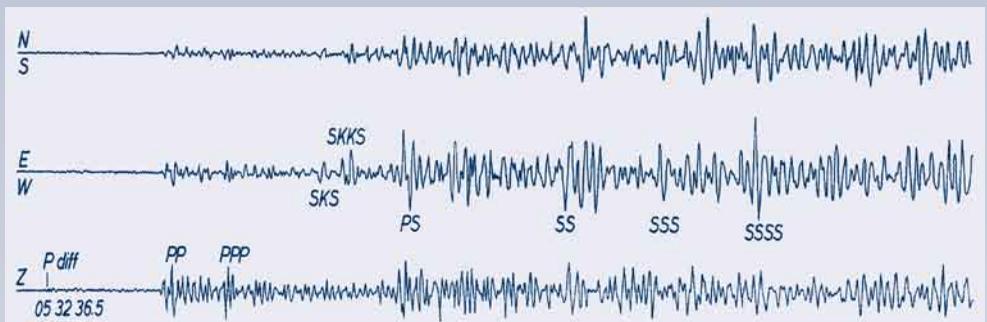
# Die Registrierung von Erdbeben

Bereits vor rund 2000 Jahren existierten in China Instrumente, mit deren Hilfe Erdstöße festgestellt werden konnten (Seismoskope). Als Registrierung wird aber die exakte instrumentelle Messung der Bodenbewegung verstanden. Dazu dienen heute Seismometer.



aus: JACOBS (1985)

Das Ergebnis der Aufzeichnung des zeitlichen Ablaufs von Bodenbewegungen mit Seismometern sind Seismogramme. Zumeist nehmen in einer Station zwei Horizontalseismometer die Bewegungsrichtungen N-S und E-W und ein Vertikalseismometer die Z-Komponente auf. Aus den Welleneinsätzen mehrerer, über größere Areale verteilter Stationen lässt sich der Erdbebenherd orten.



aus: HURTIG & STILLER (1984)

# Erdbebenskalen

Zur Bestimmung der Stärke eines Erdbebens werden zwei grundsätzlich verschiedene Wege der Bewertung benutzt:

## Magnitude

Aus den Amplituden der instrumentellen Aufzeichnungen wird, bezogen auf eine zu bestimmende Frequenz/Periode der seismischen Welle, ein als Magnitude bezeichneter Parameter abgeleitet. Die Magnitude ist ein Maß für die beim Erdbeben freigesetzte Energiemenge. Nach dem Begründer wird diese logarithmische Magnituden-Skala auch Richter-Skala genannt. Je stärker ein Beben ist, desto größer ist die Schwingung und damit auch die Magnitude. Dies führte zu der im strengen Sinne ungenauen Formulierung der "nach oben offenen" Richter-Skala.

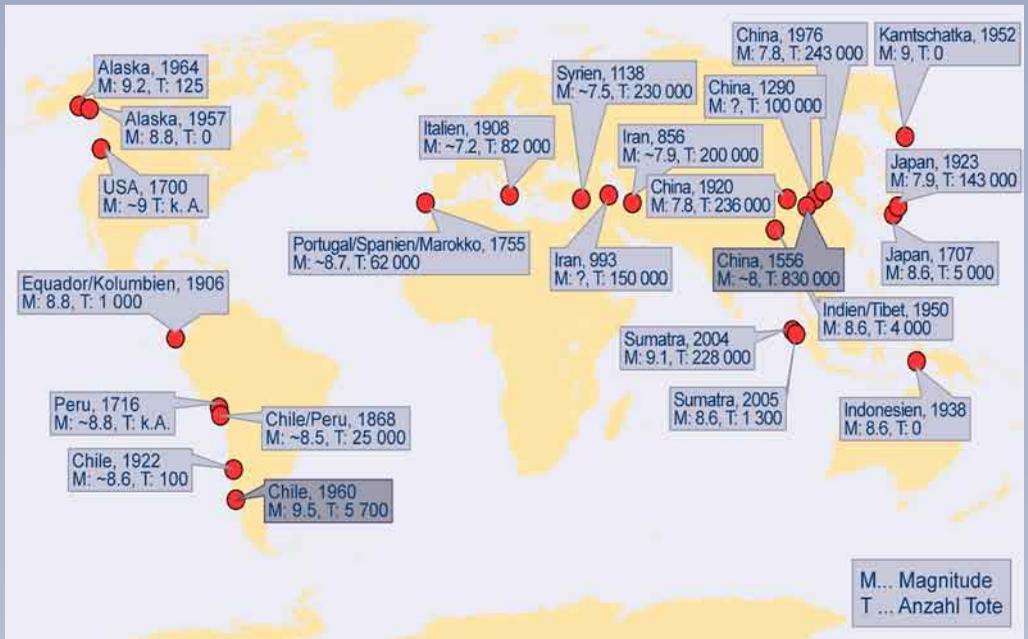
## Intensität

Eine subjektive Bewertung der Stärke eines Bebens erfolgt aus den Wahrnehmungen von Personen und den beobachteten Auswirkungen im Schüttergebiet in Form der makroseismischen Intensität. Historisch aufeinanderfolgend, gewährleisteten die verschiedenen Skalen (Mercalli, MSK, EMS, ...) eine ausreichend sichere Bewertung der Intensität im Epizentralgebiet des Bebens.

# Makroseismische Intensitätsskala MSK

Grad	Stärke	Wirkungen auf		
		Personen	Gebäude	Natur
I	unmerklich	nicht verspürt		
II	sehr leicht	vereinzelt verspürt		
III	leicht	vor allem von ruhenden Personen deutlich verspürt		
IV	mäßig stark	in Häusern allgemein verspürt, aufweckend	Fenster klirren	
V	ziemlich stark	im Freien allgemein verspürt	Verputz an Häusern bröckelt ab, hängende Gegenstände pendeln, Bilder verschieben sich	
VI	stark	erschreckend	Kamine und Verputz werden beschädigt	vereinzelt Risse im feuchten Boden
VII	sehr stark	viele flüchten ins Freie	mäßige Schäden, vor allem an schlechten Gebäuden, Kamine fallen herunter	vereinzelt Erdbeben an steilen Abhängen
VIII	zerstörend	allgemeiner Schrecken	viele alte Häuser erleiden Schäden, Rohrleitungsbrüche	Veränderungen in Quellen, Erdbeben an Straßendämmen
IX	verwüstend	Panik	starke Schäden an schwachen Gebäuden, Schäden auch an gut gebauten Häusern, unterirdische Rohrleitungen zerbrechen	Bodenrisse, Bergstürze, viele Erdbeben
X	vernichtend	allgemeine Panik	Backsteinbauten werden zerstört	Verbiegen von Eisenbahnschienen, Abgleiten von Lockerböden an Hängen, Aufstau neuer Seen
XI	Katastrophe		nur wenige Gebäude halten stand, Rohrleitungen brechen	umfangreiche Veränderungen des Erdbodens, Flutwelle
XII	große Katastrophe		Hoch- und Tiefbauten werden total zerstört	tiefgreifende Umgestaltung der Erdoberfläche, Flutwellen

# Die stärksten Erdbeben weltweit



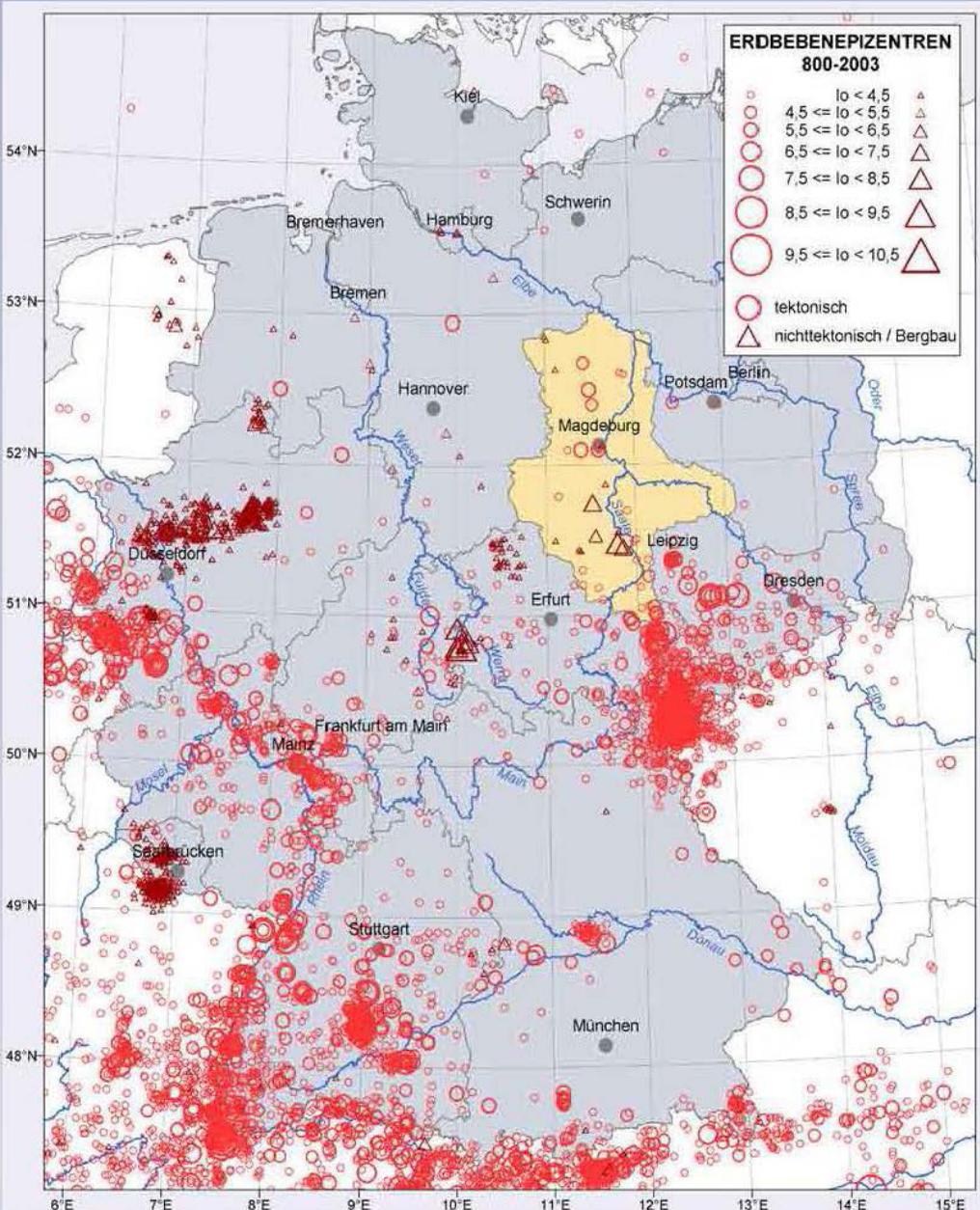
zusammengestellt aus folgenden Quellen: UTSU in LEE et al. (2002), SCHNEIDER (2004)  
<http://earthquake.usgs.gov/eqcenter/eqarchives/>, <http://www.mapsofworld.com/>

Die Menschheitsgeschichte wird begleitet von starken und folgenschweren Erdbeben. Die verheerendsten Beben sind in der Karte aus verschiedenen Quellen zusammengetragen. Dabei sind hauptsächlich solche Beben übernommen worden, deren Magnitude größer als 8,5 war und solche, bei denen die Zahl der Todesopfer über 100 000 lag (die Angaben sowohl zur Magnitude als auch zur Zahl der Todesopfer differieren von Quelle zu Quelle).

	Land	Datum	Tote	Magnitude
1	Chile	22. 05. 1960	5 700	9,5
2	Alaska	28. 03. 1964	125	9,2
3	Sumatra	26. 12. 2004	228 000	9,1
1	China (Shaanxi)	23. 01. 1556	830 000	~8,0
2	China (Tangshan)	27. 07. 1976	243 000	7,8
3	China (Haiyuan)	16. 12. 1920	236 000	7,8

Die stärksten Erdbeben weltweit (nach Magnitude und Zahl der Todesopfer)

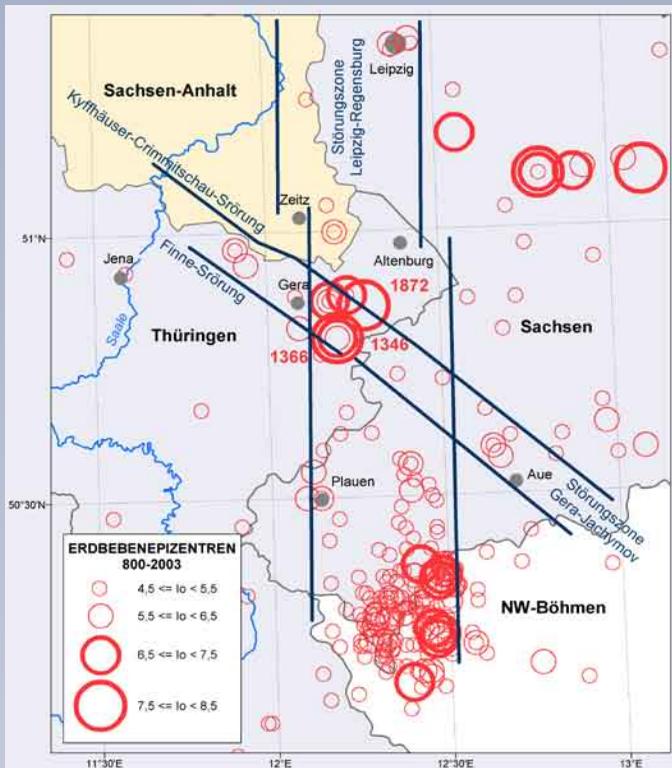
# Erdbeben in Deutschland



Karte der Erdbebenzentren für Erdbeben der Jahre 800-2003  
LEYDECKER (2003)

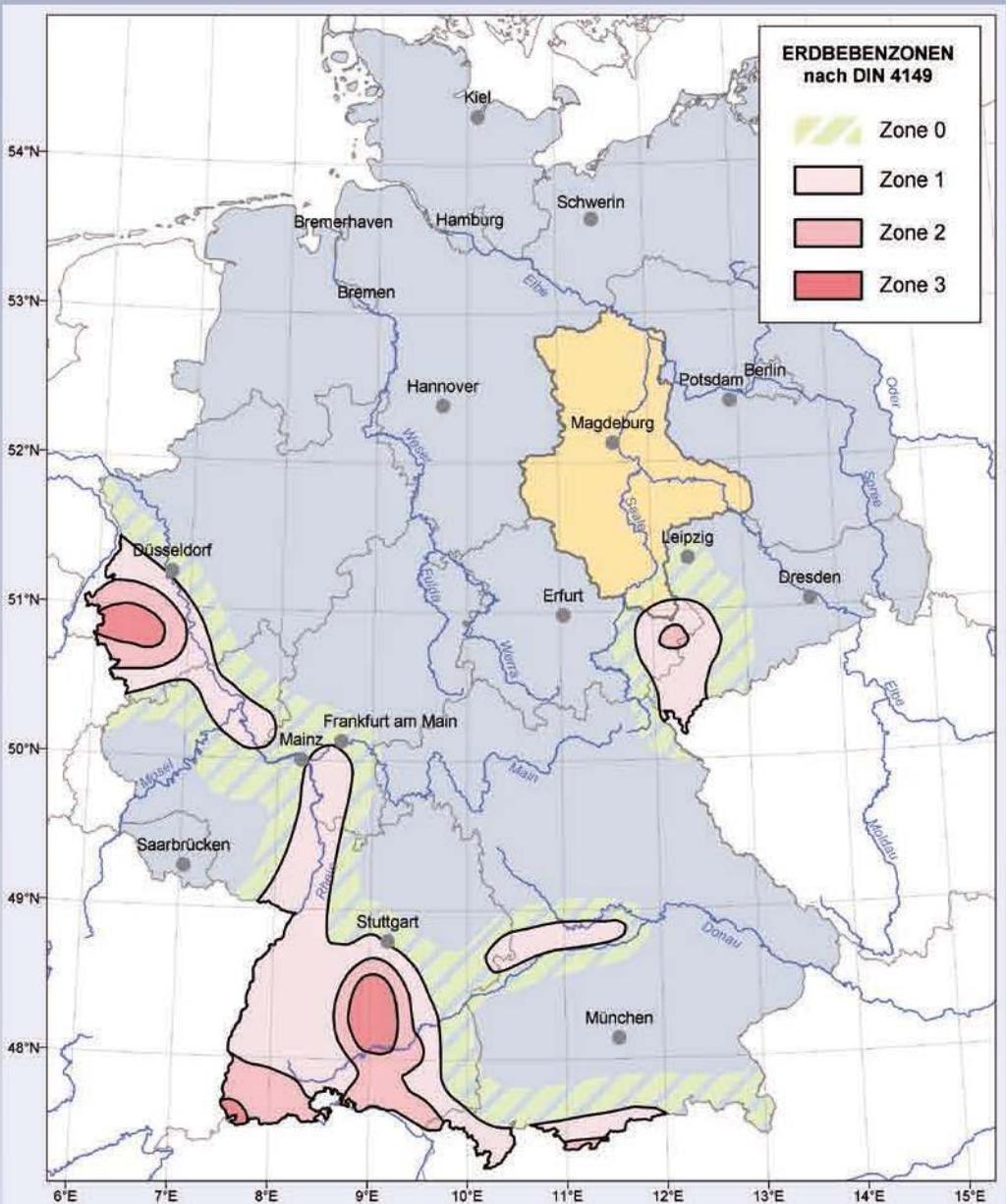
# Erdbeben in Sachsen-Anhalt?

Das Land Sachsen-Anhalt liegt nicht im Bereich einer Kontinentalplattengrenze und gehört demzufolge nicht zu den Gebieten, die durch verheerende Erdbeben bekannt geworden sind. Die nebenstehende Erdbebenkarte zeigt aber, dass vor allem im Südteil Sachsen-Anhalts und vereinzelt auch im Nordteil in der Vergangenheit immer mal wieder Erdstöße aufgetreten sind.



Seismizität Mitteldeutschlands (Epizentralintensität  $I_0 \geq IV-V$ )  
(zusammengestellt nach LEYDECKER 2003)

Das sogenannte mitteldeutsche Bebengebiet mit Zentrum im Raum Gera-Altenburg-Zeitz kann dem unmittelbar an der Südgrenze Sachsen-Anhalts gelegenen Kreuzungspunkt der Störungszonen Leipzig-Regensburg und Gera-Jachymov zugeordnet werden. Im südlichen Anschluss kennzeichnet die starke Häufung von Ereignissen das Vogtländische Schwarmbebengebiet.

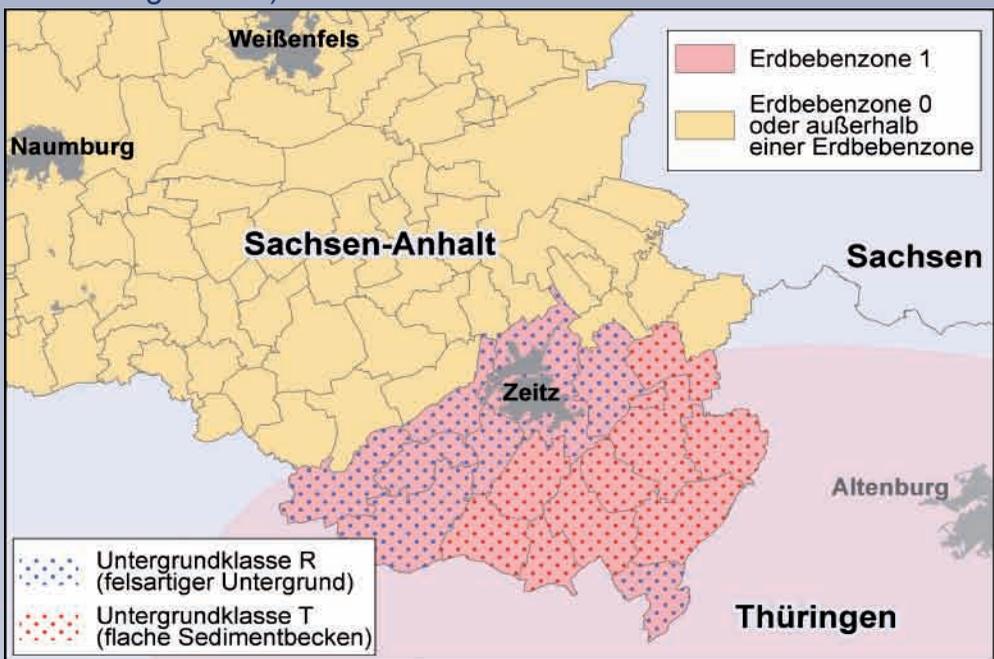


Erdbebenzonen der Bundesrepublik Deutschland (DIN 4149)

# ... Bauten in deutschen Erdbebengebieten

Erdbeben können weder verhindert noch vorhergesagt werden. Der einzig mögliche Schutz besteht in der bebengerechten Auslegung von Gebäuden.

Vorgaben für Entwurf, Bemessung und Konstruktion baulicher Anlagen des üblichen Hochbaus in Gebieten mit erhöhter Erdbebengefährdung enthält die DIN 4149 (Bauten in deutschen Erdbebengebieten).

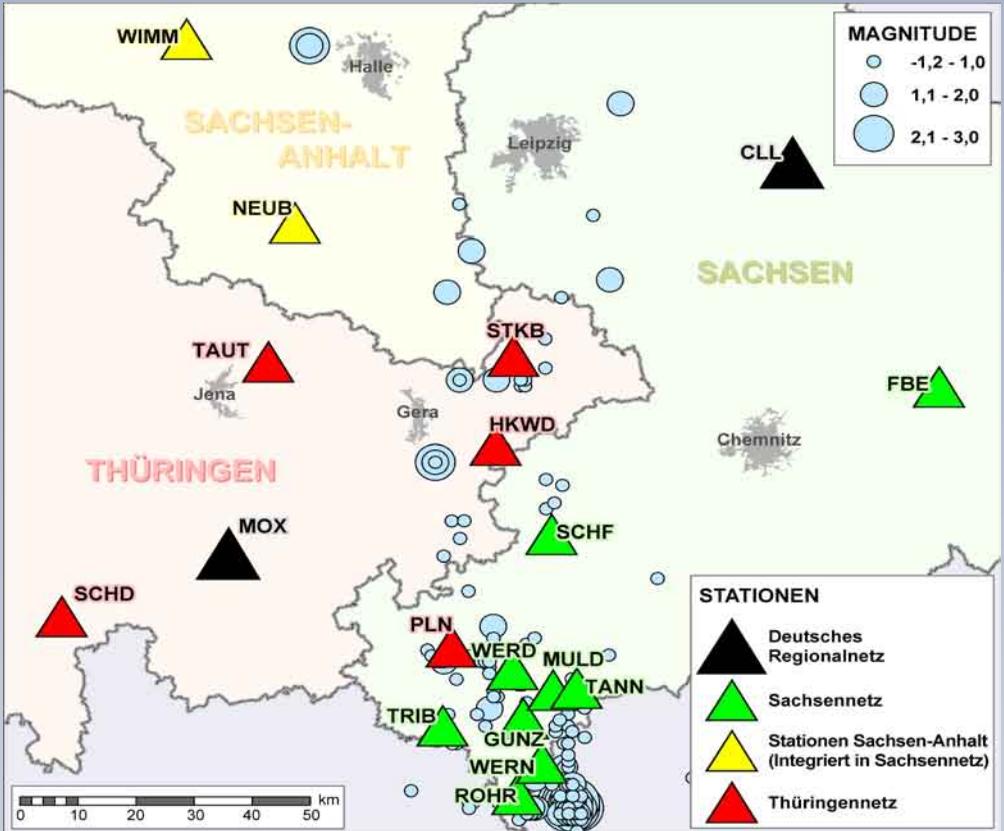


Erdbebenzonen und geologische Untergrundklassen in Sachsen-Anhalt (MBI. LSA Nr. 5/2007)

In der DIN 4149 sind die betroffenen Gebiete Deutschlands in Erdbebenzonen und geologische Untergrundklassen eingeteilt. Die Umsetzung erfolgt durch Verwaltungsvorschriften der Bundesländer. In Sachsen-Anhalt geschah eine Zuordnung von Gemeinden zu den Erdbebenzonen durch einen Runderlass (Einführung Technischer Baubestimmungen) des Ministeriums für Landesentwicklung und Verkehr, veröffentlicht im Ministerialblatt LSA Nr. 5/2007.

# Die seismologische Überwachung Mitteldeutschlands

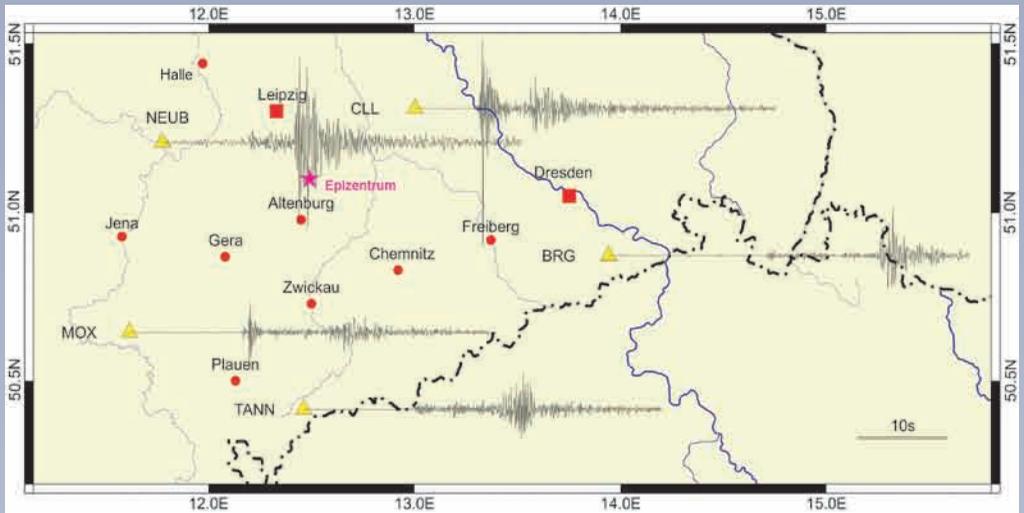
Die seismologischen Stationen des Landesamtes für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt sind in ein Netz aus mehreren Stationen im gesamten mitteldeutschen Raum integriert. Hier bündeln die Länder Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen gemeinsam mit den Universitäten in Leipzig, Freiberg und Jena ihre Aktivitäten zur Erdbebenüberwachung in einem "Seismologie-Verbund".



Karte des Stationsnetzes der am Seismologie-Verbund beteiligten Institutionen und registrierte seismische Ereignisse in den Jahren 2007 und 2008

Über Telefonleitungen werden die Messdaten von den Stationen abgefragt und bilden so die Grundlage zur Ortung und zur weiteren Auswertung.

Im Bereich des Mitteldeutschen Bebengebietes, im Umfeld der genannten Störungszone, werden jährlich mehrere, meist schwächere Erdstöße registriert.



Schwächeres Erdbeben der Magnitude  $M_L=1,5$  das am 26. 7. 2003 bereits kurz nach der Inbetriebnahme der Station auf der Neuenburg registriert wurde. Das Epizentrum lag nördlich Altenburg. Das Bild zeigt die Bedeutung der neuen Stationen für die Ortungsgenauigkeit von Beben in diesem Raum. (Bild: WENDT 2003)

Als Beispiel für ein stärkeres Ereignis in diesem Abschnitt sei das mitteldeutsche Erdbeben vom 06. März 1872 angeführt, dessen makroseismische Wirkungen vom Epizentrum bei Gera bis in den Raum südlich Magdeburg zu spüren waren (SEEBACH 1873).

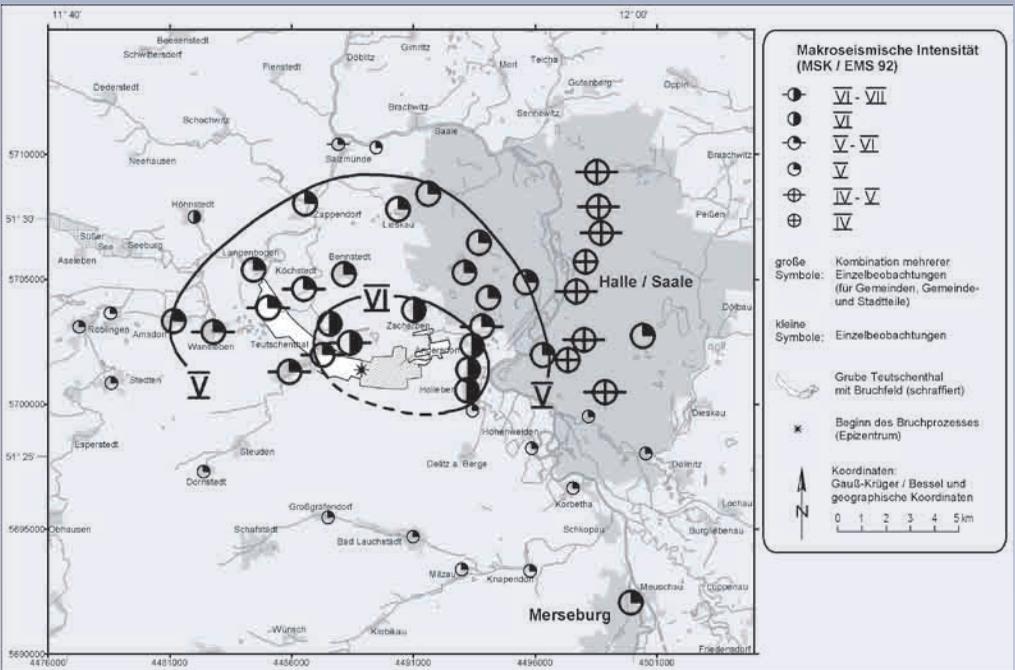
Die detaillierte wissenschaftliche Erfassung aller, also auch der vom Menschen nicht spürbaren seismischen Ereignisse ist die Grundlage für die Erarbeitung von Erdbebengefährdungskarten (GRÜNTAL & MAYER-ROSA 1998, DIN 4149).

Nutzer von Informationen zum seismischen Geschehen sind Katastrophendienste, Versicherungen, Betreiber von technischen Großanlagen, Architekten und Bauingenieure. Auch private Anfragen aus der Bevölkerung werden beantwortet.

# Der Gebirgsschlag in Teutschenthal

Über die natürliche Seismizität hinaus gibt es in Sachsen-Anhalt lokal auch eine Gefährdung durch induzierte seismische Ereignisse. Der Gebirgsschlag Teutschenthal im Jahre 1996 machte auf die Situation unverfüllter Bergwerke in Sachsen-Anhalt aufmerksam.

Im Ostfeld der aufgelassenen Kaligrube Teutschenthal ereignete sich am 11. September 1996 ein starker Gebirgsschlag, der unter Tage zu weiträumigen Einstürzen führte.



Schüttergebiet mit Wahrnehmungs- und Schadensorten und makroseismische Bewertung (aus: TITTEL et al. 2001)

Maximal beobachtet wurde die Intensität VI-VII (MSK). Die Epizentralintensität im unbewohnten Gebiet über dem eingestürzten Bergwerk wurde mit VII-VIII (MSK) abgeschätzt.

Die aus den instrumentellen Registrierungen bestimmte Magnitude betrug  $M_L = 4,9$ .

# Schäden infolge des Gebirgsschlags



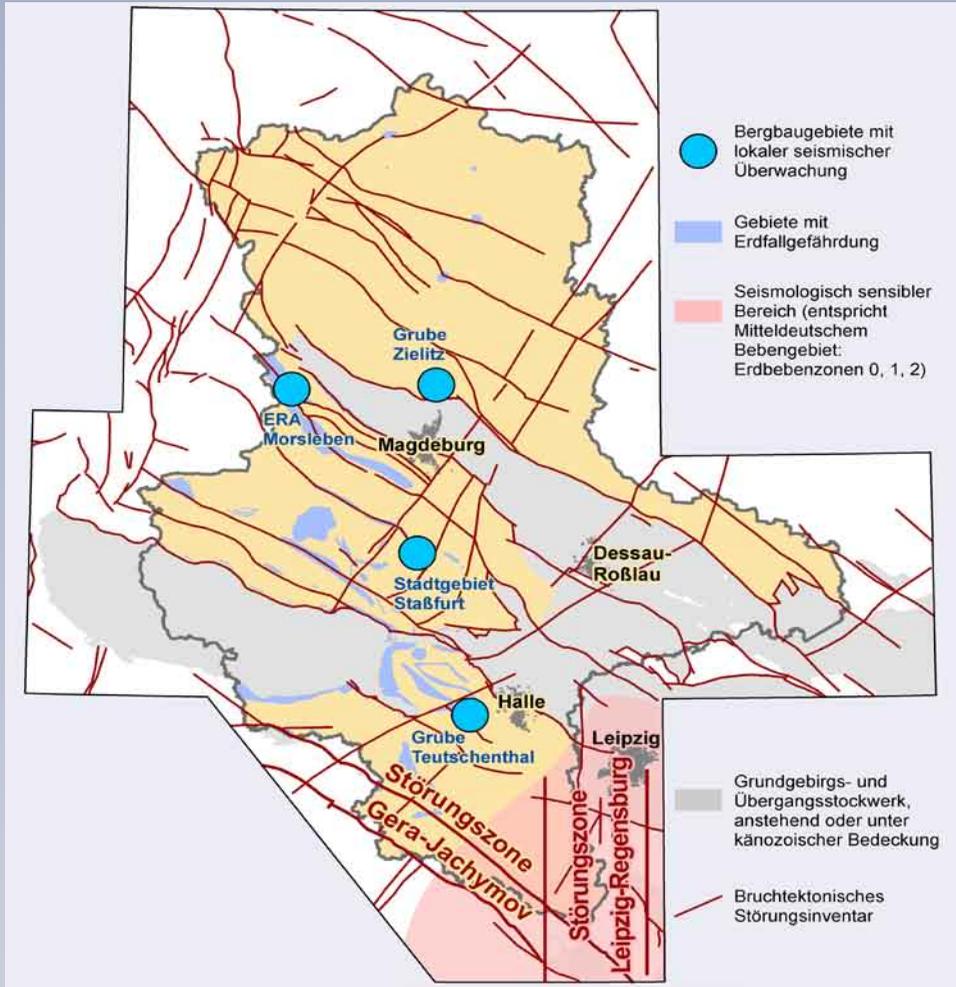
Teileinsturz der Außenfront eines Wohnhauses in Zscherben (Foto: G. BAUER, Mitteldeutsche Zeitung, Halle)

Böschungsbruch am „Pappelgrund“ zwischen Zscherben und Teutschenthal (Foto: H. DÖGE)



# Die Überwachung der Bergbaugebiete

In einigen Bergbaugebieten existieren lokale Überwachungsnetze, die zumeist mit Einkomponentenseismometern ausgestattet sind. Diese erfüllen in erster Linie Aufgaben im Sinne der Gefahrenabwehr in den untertägigen Grubengebäuden.



Georisiken in Sachsen-Anhalt aus Erdbewegungen

Auch größere Erdfälle können als seismische Ereignisse aufgefasst werden.

# Literatur

GRÜNTAL, G. & MAYER-ROSA, D. (1998): Einheitliche Erdbebengefährdungskarte für Deutschland, Österreich und die Schweiz (D-A-CH).- Schweizerischer Pool für Erdbebendeckung; Bern.

HURTIG, E. & STILLER, H. (1984): Erdbeben und Erdbebengefährdung.- Berlin (Akademie Verlag).

JACOBS, F. (1985): Immer wieder bebt die Erde.- Berlin (Verlag Neues Leben).

LEYDECKER, G. (2003): Erdbebenkatalog für die Bundesrepublik Deutschland mit Randgebieten für die Jahre 800 bis 2003.- Internet.

NEUMANN, W.; JACOBS, F. & TITTEL, B. (1989): Erdbeben.- Leipzig (B.G. Teubner Verlagsgesellschaft).

SEEBACH, K. v. (1873): Das Mitteldeutsche Erdbeben vom 6. März 1872, Ein Beitrag zu der Lehre von den Erdbeben.- Leipzig (Verlag von Haessel).

SCHNEIDER, G. (2004): Erdbeben, eine Einführung für Geowissenschaftler und Bauingenieure.- München (Elsevier).

TITTEL, B.; KORN, M.; LANGE, W.; LEYDECKER, G.; RAPPSILBER, I. & WENDT, S. (2001): Der Gebirgsschlag in Teutschenthal bei Halle vom 11. September 1996: Makroseismische Auswertung.- Z. angew. Geol., 47/2: 126-131; Hannover (BGR).

UTSU, T. (2002): A List of Deadly Earthquakes in the World: 1500-2000.- In: LEE, W. H.; KANAMORI, H.; JENNINGS, P. C. & KISSLINGER, C. [Eds.]: Earthquake & Engineering Seismology; Part A: 691-717; Elsevier (Academic Press).

# Links / Ansprechpartner

## Links zu Seismologischen Stationsnetzen und Informationen

<http://linap6.geo.uni-leipzig.de/sxweb/>

(Erdbebenaufzeichnungen in Mitteldeutschland)

[http://www.uni-leipzig.de/collm/index\\_vogtland.htm](http://www.uni-leipzig.de/collm/index_vogtland.htm)

(Sachsen-Netz, Universität Leipzig)

<http://www.geo.uni-jena.de/otsn/otsn.html>

(Ost-Thüringer Seismisches Netz, Friedrich-Schiller-Universität Jena)

<http://www.lgrb.uni-freiburg.de/lgrb/Fachbereiche/erdbebendienst>

(Landeserdbebendienst Baden-Württemberg)

<http://www.seismologie.bgr.de/>

(Erdbebenaufzeichnungen und Erdbebenkataloge für Deutschland und weltweit der BGR Hannover)

<http://geofon.gfz-potsdam.de/geofon/>

(Erdbebenaufzeichnungen weltweit des GFZ Potsdam)

<http://www.emsc-csem.org/>

(Erdbebenaufzeichnungen Europa/Mittelmeerraum)

<http://earthquake.usgs.gov/>

(Erdbebenaufzeichnungen weltweit des U.S. Geological Survey)

## Ansprechpartner:

Landesamt für Geologie und Bergwesen Sachsen-Anhalt

Dr. Ivo Rappsilber

Köthener Straße 38

06118 Halle

Tel: (0345) 5212126

E-mail: [Rappsilber@lagb.mw.sachsen-anhalt.de](mailto:Rappsilber@lagb.mw.sachsen-anhalt.de)

(Erdbeben und Seismische Gefährdung in Sachsen-Anhalt)

Universität Leipzig

Institut für Geophysik und Geologie

Prof. Dr. Michael Korn

Talstraße 35

04103 Leipzig

Tel: (0341) 9732803

E-mail: [mikorn@rz.uni-leipzig.de](mailto:mikorn@rz.uni-leipzig.de)

(Erdbeben allgemein, Seismische Überwachung Mitteldeutschlands)