

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik



Erdbeben – Die unterschätzte Gefahr

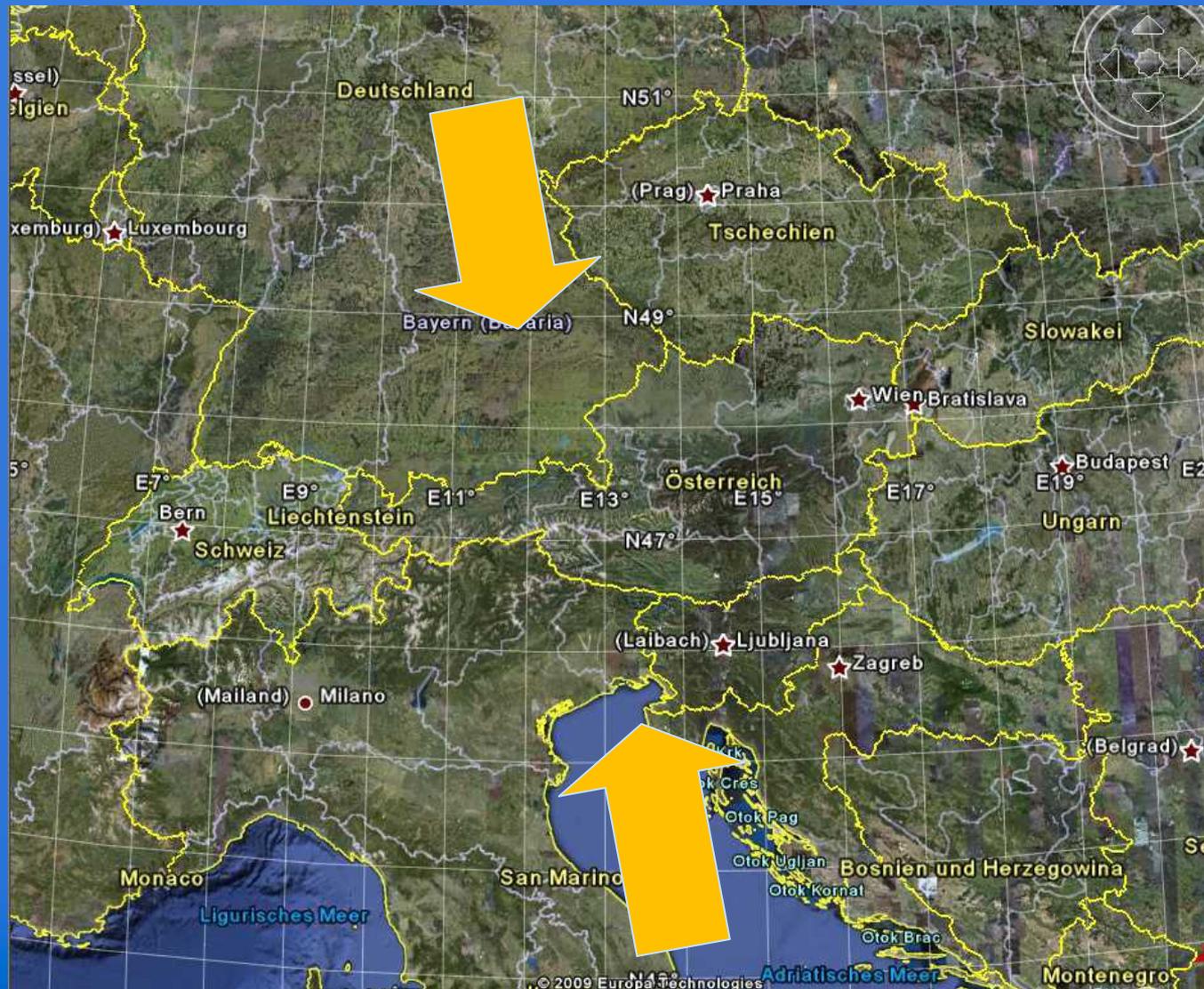
Univ.-Doz.Dr. Wolfgang Lenhardt
Abteilung Geophysik
wolfgang.lenhardt@zamg.ac.at



Erdbeben entstehen durch Verschiebungen in der Erdkruste.

Im Alpenraum ist die Ursache das Zusammenpressen der Erdkruste durch die beiden Platten von Europa und Afrika.







Epizentrum

Lokale Intensität



Epizentralintensität



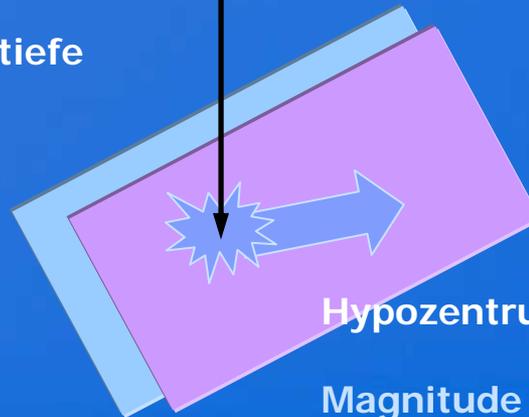
Größter Schaden



Oberfläche

Epizentralentfernung

Herdtiefe



Herdfläche

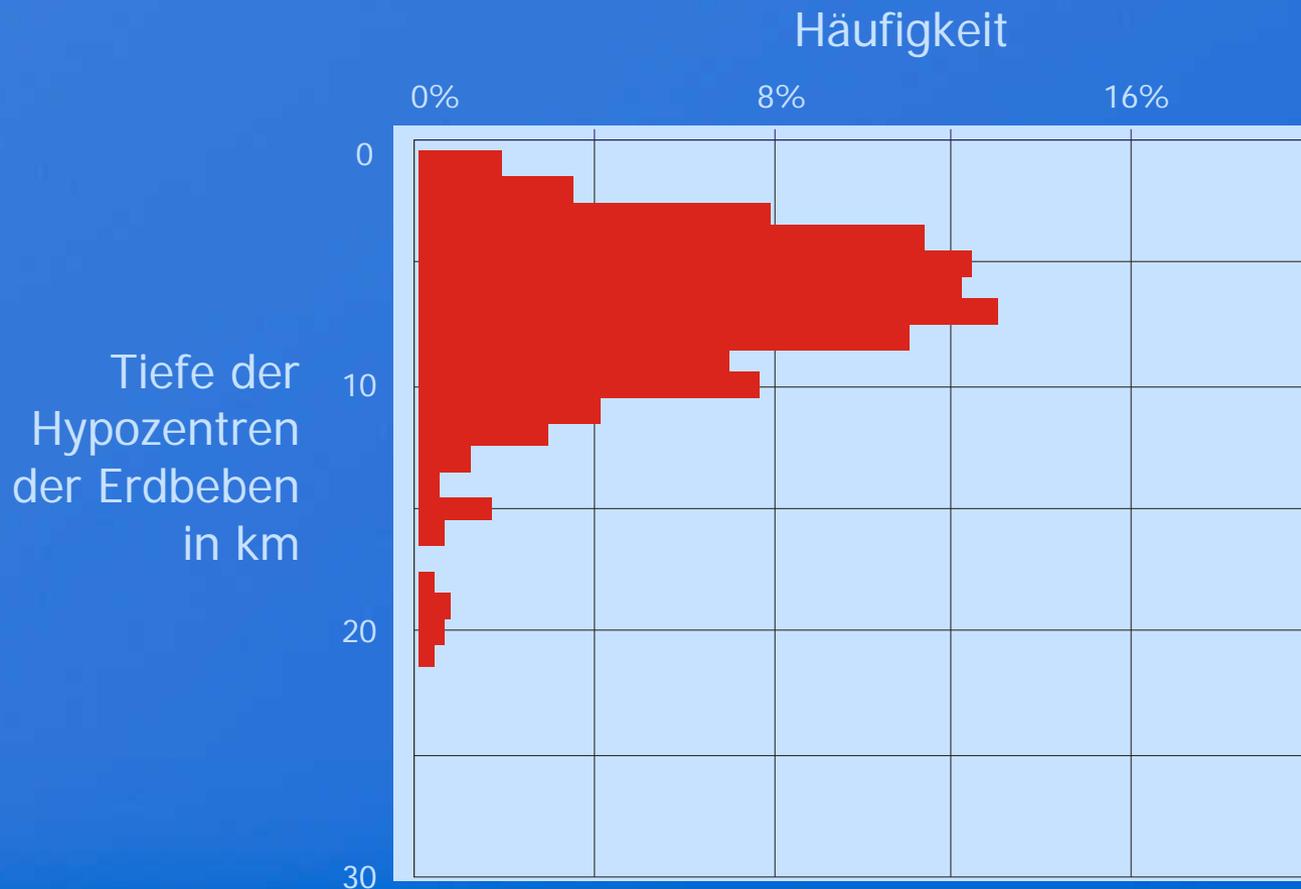
Hypozentrum

Magnitude = Logarithmisches Maß der am Hypozentrum freigesetzten Energie





Österreich 1900 - 2000



Die meisten Erdbeben in Österreich finden in einer Tiefe zwischen 4 und 10 km statt.

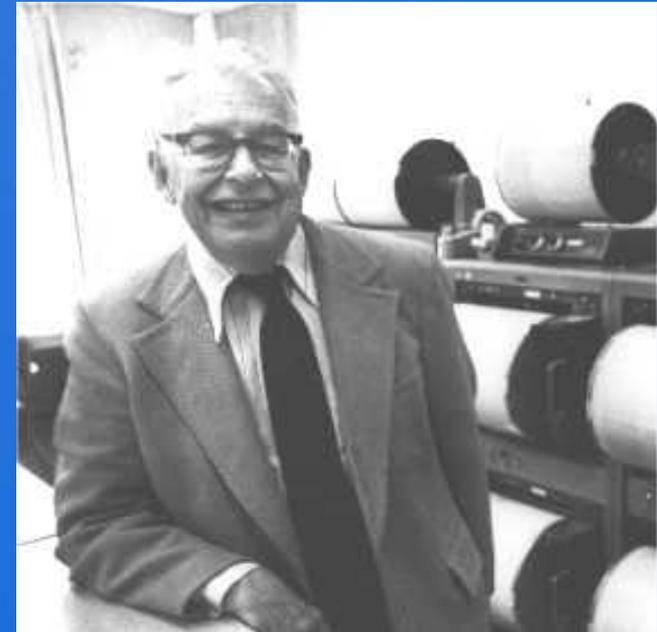




Die Magnituden-Skala wurde von Charles Francis Richter in den frühen 1930er-Jahren entwickelt. Sie sollte die subjektive makroseismische Intensität ablösen.

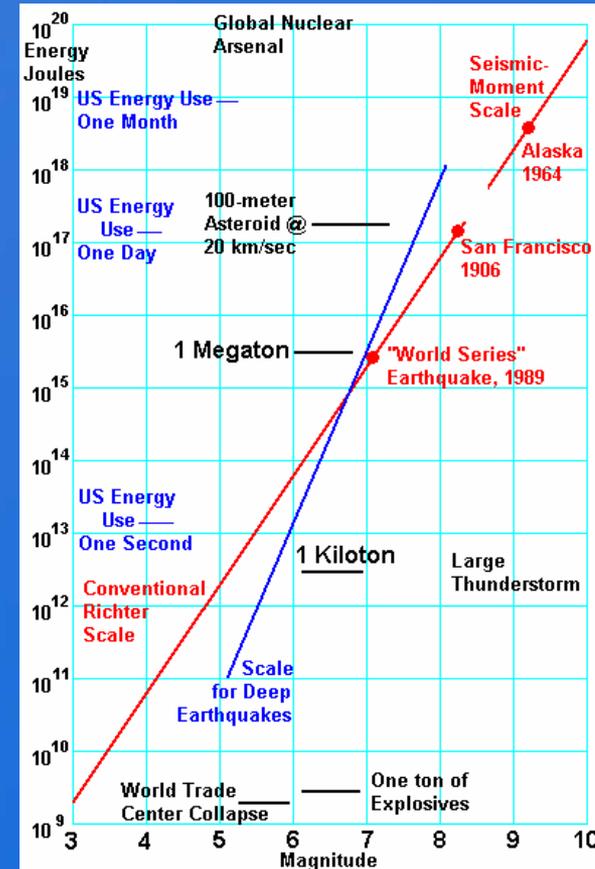
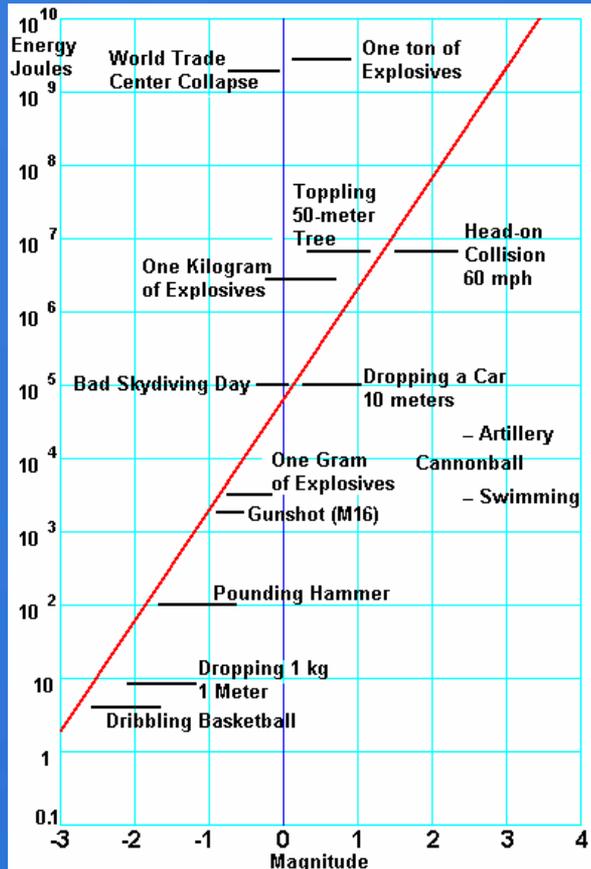
Die Skala beschreibt in einer logarithmischen Weise die am Hypozentrum abgegebene kinetische Energie. Sie stellt damit ein Maß der Ursache von Bodenerschütterungen und deren Folgewirkungen dar.

Heute existieren mehrere Magnituden-Skalen. Dies führt manchmal zu Verwirrungen.



Charles Francis Richter
1900 – 1985
Seismologe







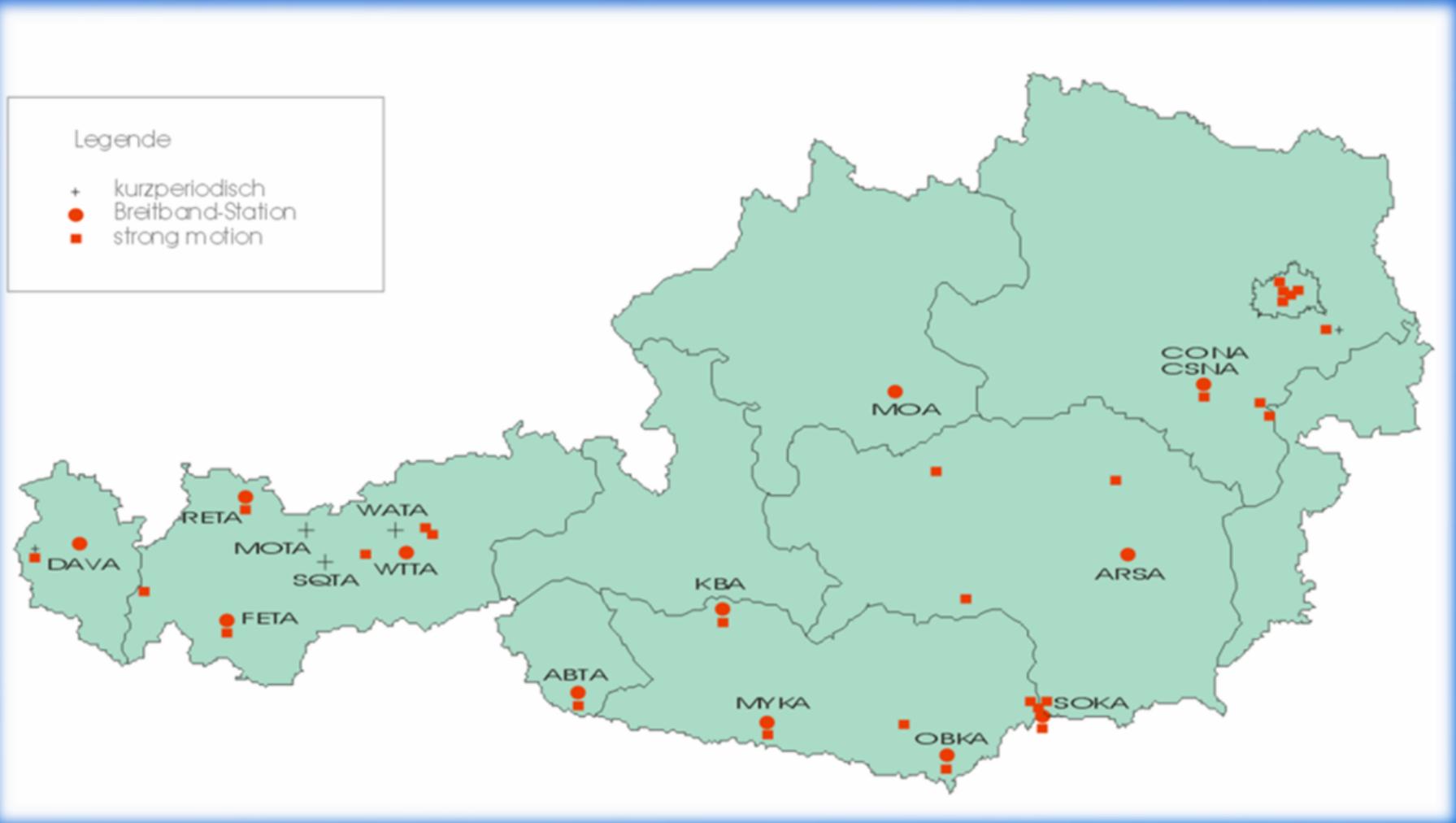
nicht fühlbar	I	Nicht fühlbar.
kaum bemerkbar	II	Nur sehr vereinzelt von ruhenden Personen wahrgenommen.
schwach <i>(verspürt)</i>	III	Von wenigen Personen in Gebäuden wahrgenommen. ■ Ruhende Personen fühlen ein leichtes Schwingen oder Erschüttern.
deutlich <i>(verspürt)</i>	IV	Im Freien vereinzelt, in Gebäuden von vielen Personen wahrgenommen. ■ Einige Schlafende erwachen. Geschirr und Fenster klirren, Türen klappern.
stark <i>(verspürt)</i>	V	Im Freien von wenigen, in Gebäuden von den meisten Personen wahrgenommen. ■ Viele Schlafende erwachen. Wenige reagieren verängstigt. ■ Gebäude werden insgesamt erschüttert. ■ Hängende Gegenstände pendeln stark, kleine Gegenstände werden verschoben. ■ Türen und Fenster schlagen auf oder zu.
leichte Gebäudeschäden	VI	Viele Personen erschrecken und flüchten ins Freie. ■ Einige Gegenstände fallen um. ■ An vielen Häusern, vornehmlich in schlechterem Zustand, entstehen leichte Schäden wie feine Mauerrisse und das Abfallen von kleinen Verputzteilen.

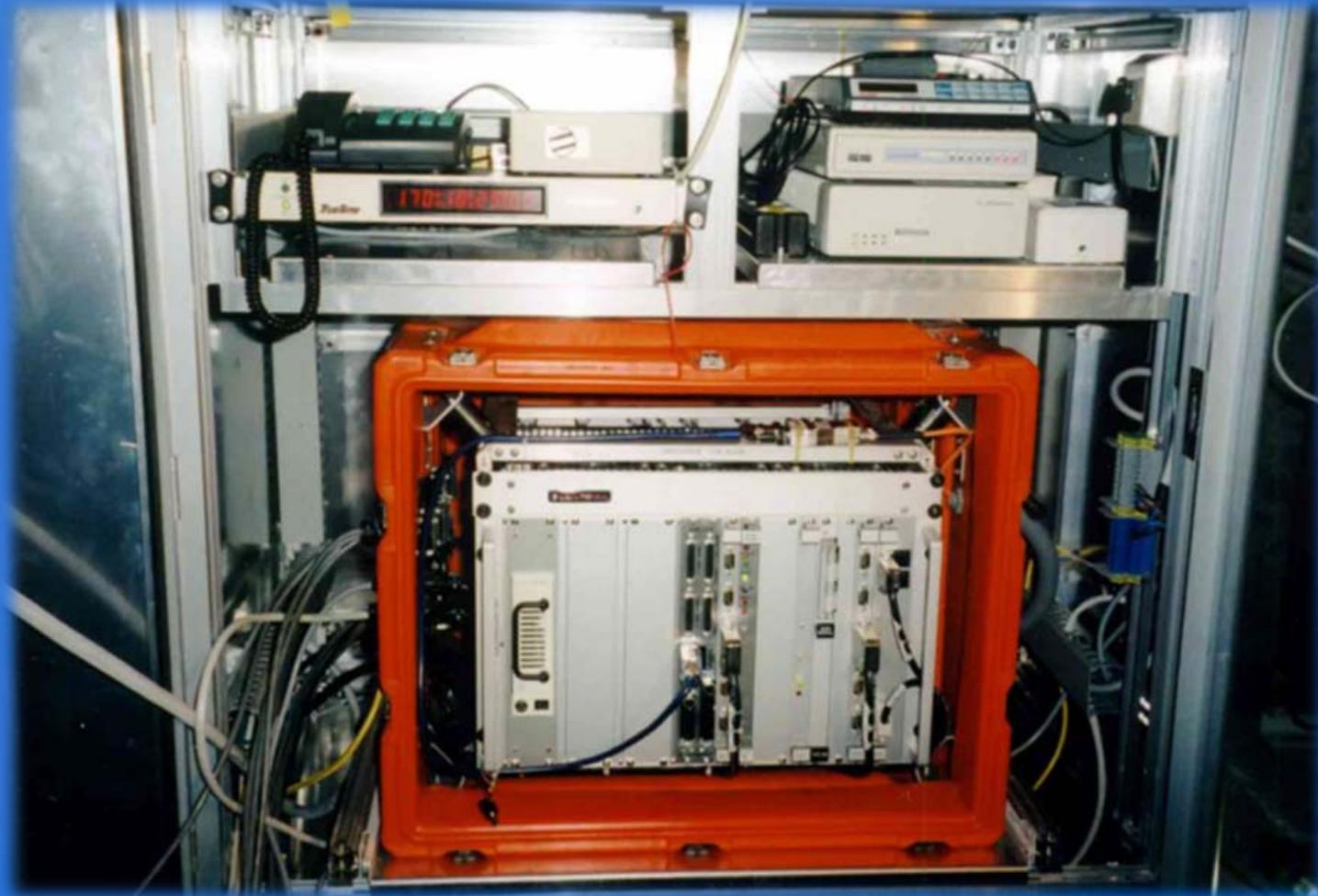




Gebäudeschäden	VII	Die meisten Personen erschrecken und flüchten ins Freie. Möbel werden verschoben. ■ Gegenstände fallen in grossen Mengen aus Regalen. ■ An vielen Häusern solider Bauart treten mässige Schäden auf (kleine Mauerrisse, Abfall von Putz, Herabfallen von Schornsteinteilen). ■ Vornehmlich Gebäude in schlechterem Zustand zeigen grössere Mauerrisse und Einsturz von Zwischenwänden.
schwere Gebäudeschäden	VIII	Viele Personen verlieren das Gleichgewicht. ■ An vielen Gebäuden einfacher Bausubstanz treten schwere Schäden auf, d.h. Giebelteile und Dachgesimse stürzen ein. ■ Einige Gebäude sehr einfacher Bauart stürzen ein.
zerstörend	IX	Allgemeine Panik unter den Betroffenen. ■ Sogar gut gebaute gewöhnliche Bauten zeigen sehr schwere Schäden und teilweisen Einsturz tragender Bauteile. ■ Viele schwächere Bauten stürzen ein.
sehr zerstörend	X	Viele gut gebaute Häuser werden zerstört oder erleiden schwere Beschädigungen.
verwüstend	XI	Die meisten Bauwerke, selbst einige mit gutem erdbebengerechtem Konstruktionsentwurf und guter Konstruktionsausführung, werden zerstört.
vollständig verwüstend	XII	Nahezu alle Konstruktionen werden zerstört.



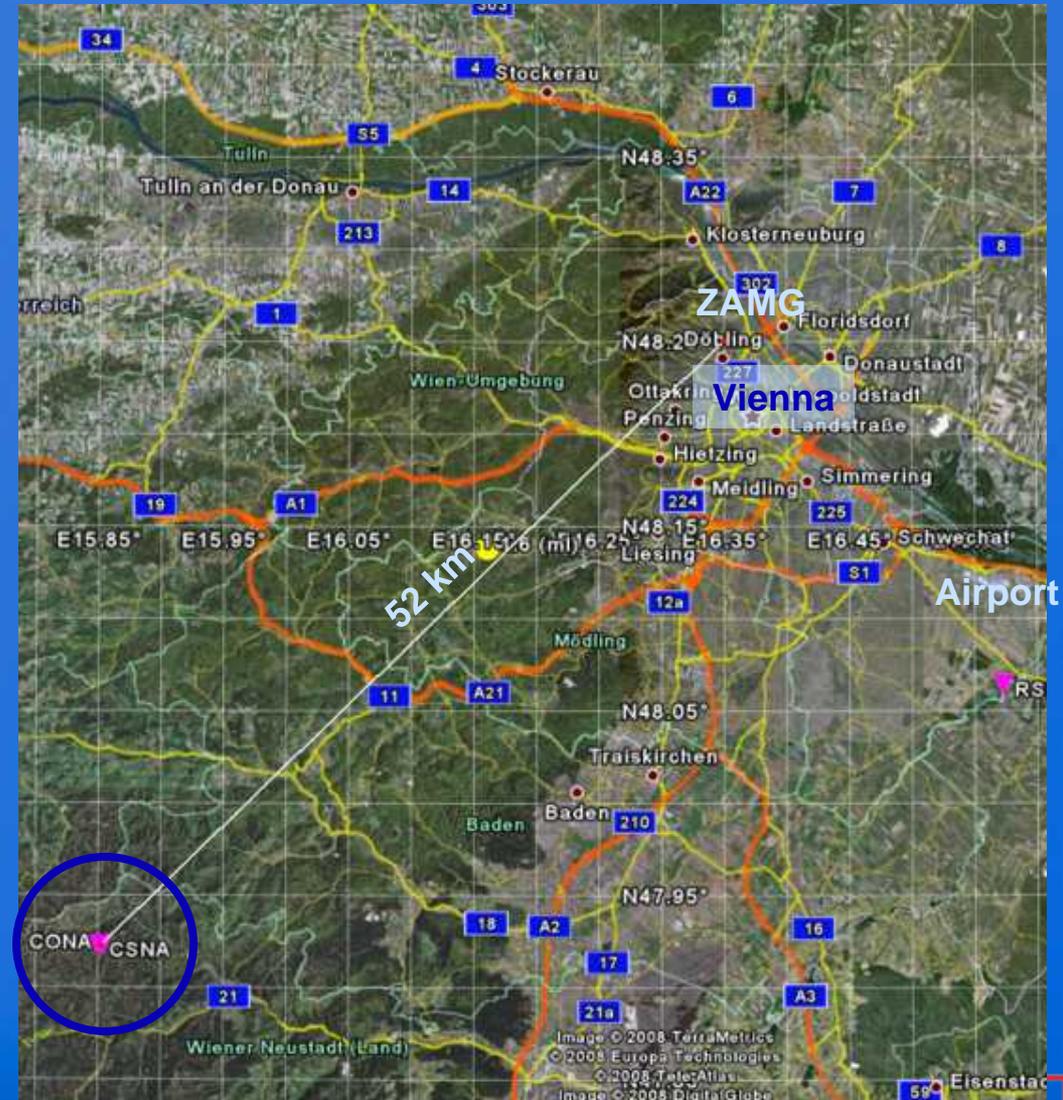




Das Conrad Observatorium am Trafelberg bei Muggendorf in NÖ, 52 km südwestlich der ZAMG, dient als geophysikalisches Forschungs- und Entwicklungszentrum. Das Observatorium wurde 2002 eröffnet. Derzeit wird ein weiterer Teil des Observatoriums für erdmagnetische Beobachtungen errichtet.



Das Observatorium trägt den Namen des Seismologen Victor CONRAD, der an der ZAMG beschäftigt war.





Q330 with Baler

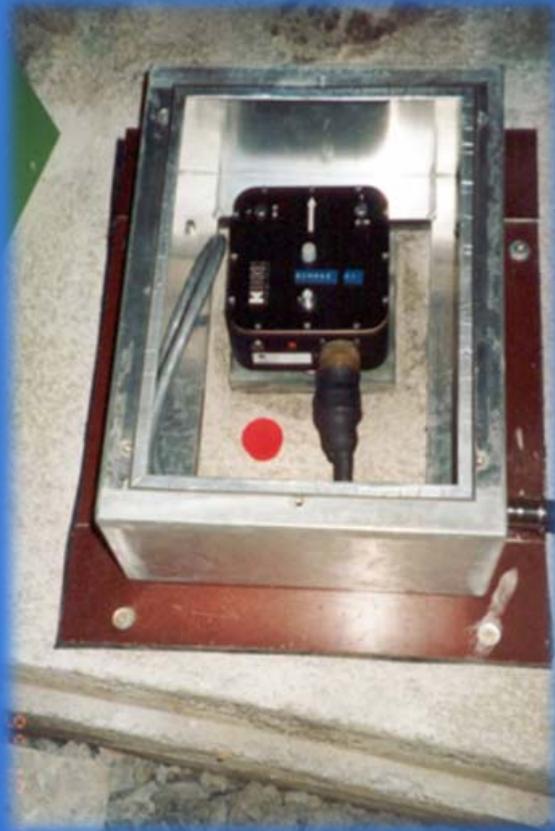


EpiSensor and STS-2



www.zamg.ac.at/conrad_observatory





Strong-Motion Sensor FBA-23

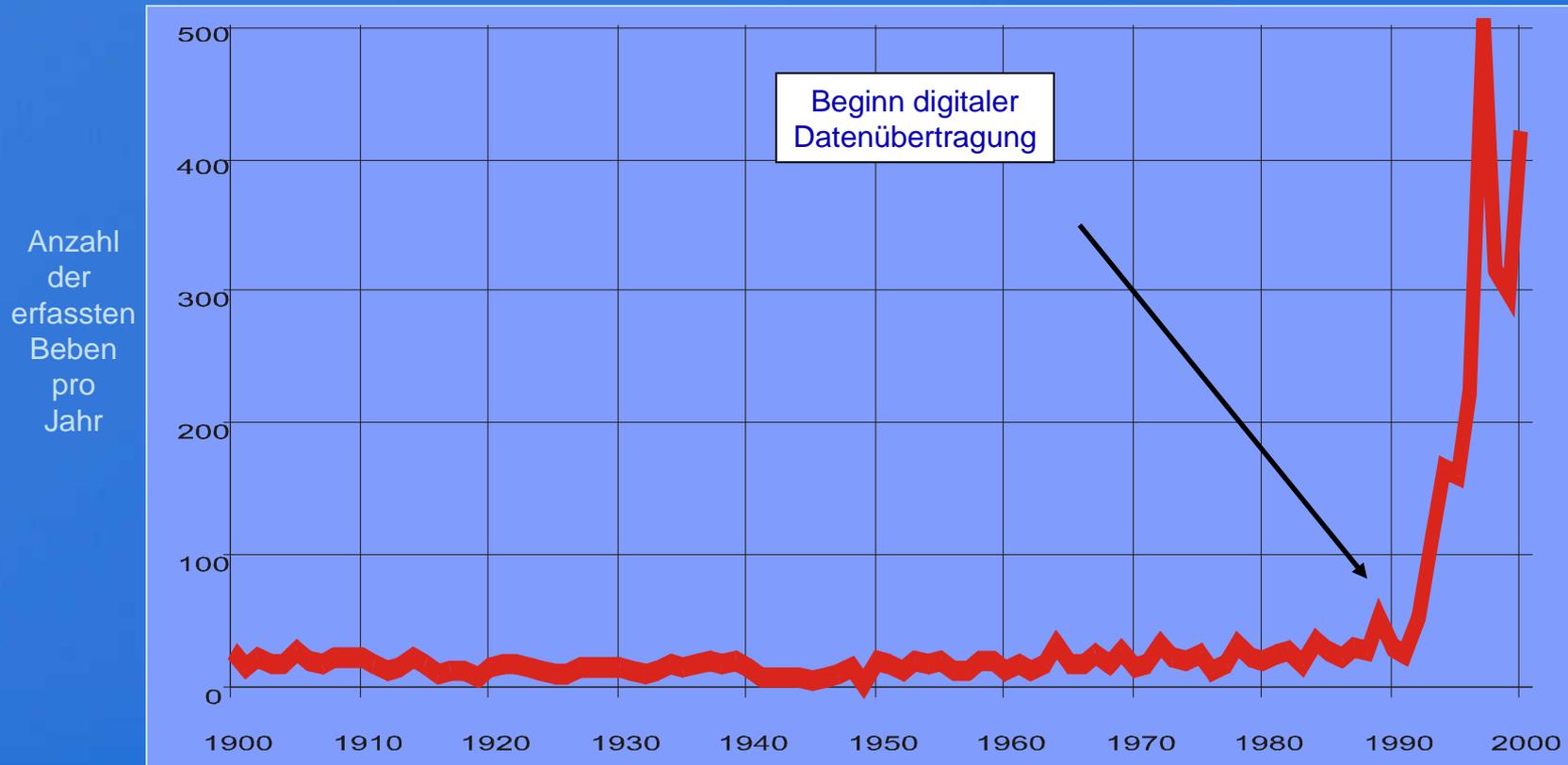


Datenaufzeichnung und
Weiterleitung zum
Erdbebendienst





Seit Beginn der digitalen Erdbebenerfassung hat sich nicht nur das Datenvolumen erhöht, sondern auch die Einsicht in die tektonischen Verhältnisse in Österreich wesentlich verbessert.





Eiblschrofen

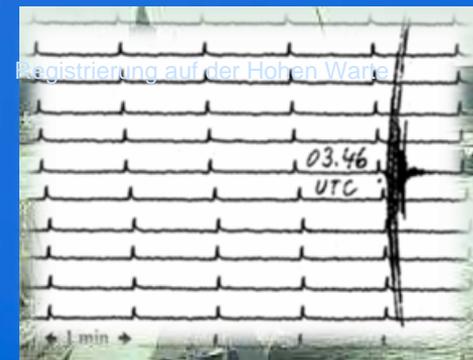
1. Bergbau
2. Hangbewegungen
3. Felsstürze
4. Brückeneinstürze
5. Sprengungen, ...

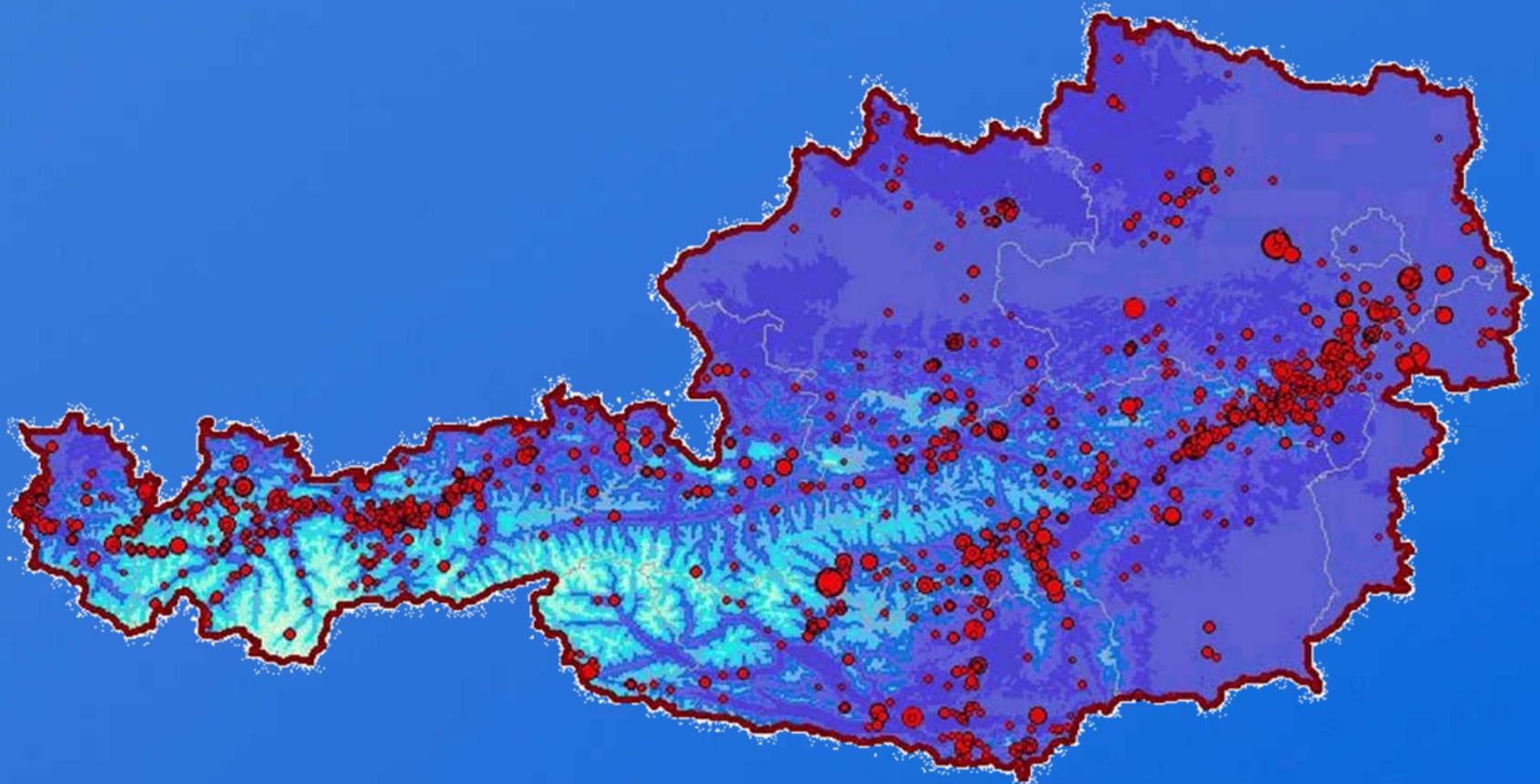
können erdbebenähnliche Erschütterungen erzeugen.



Lassing

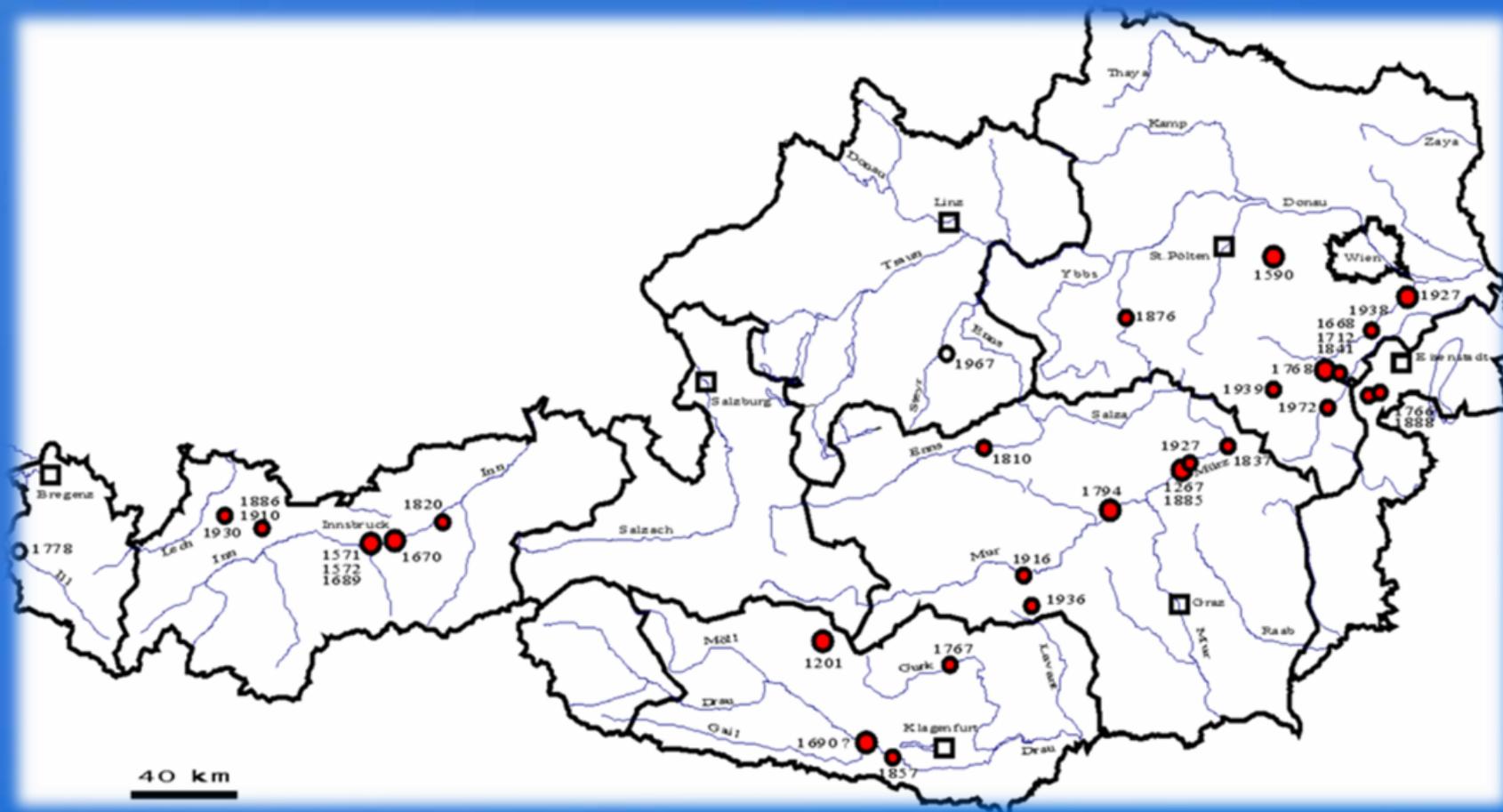
Reichsbrücke 1. August 1976





Über 2000 tektonische Erdbeben wurden in Österreich seit 1900 verspürt.







In Österreich

Intensität	Zeitspanne	Auswirkung
I=3	9 Tage	gefühl
I=4	1 Monat	deutlich
I=5	6 Monate	stark gefühlt
I=6	2-3 Jahre	leichte Gebäudeschäden
I=7	30 Jahre	größere Gebäudeschäden
I=8	90 Jahre	starke Gebäudeschäden

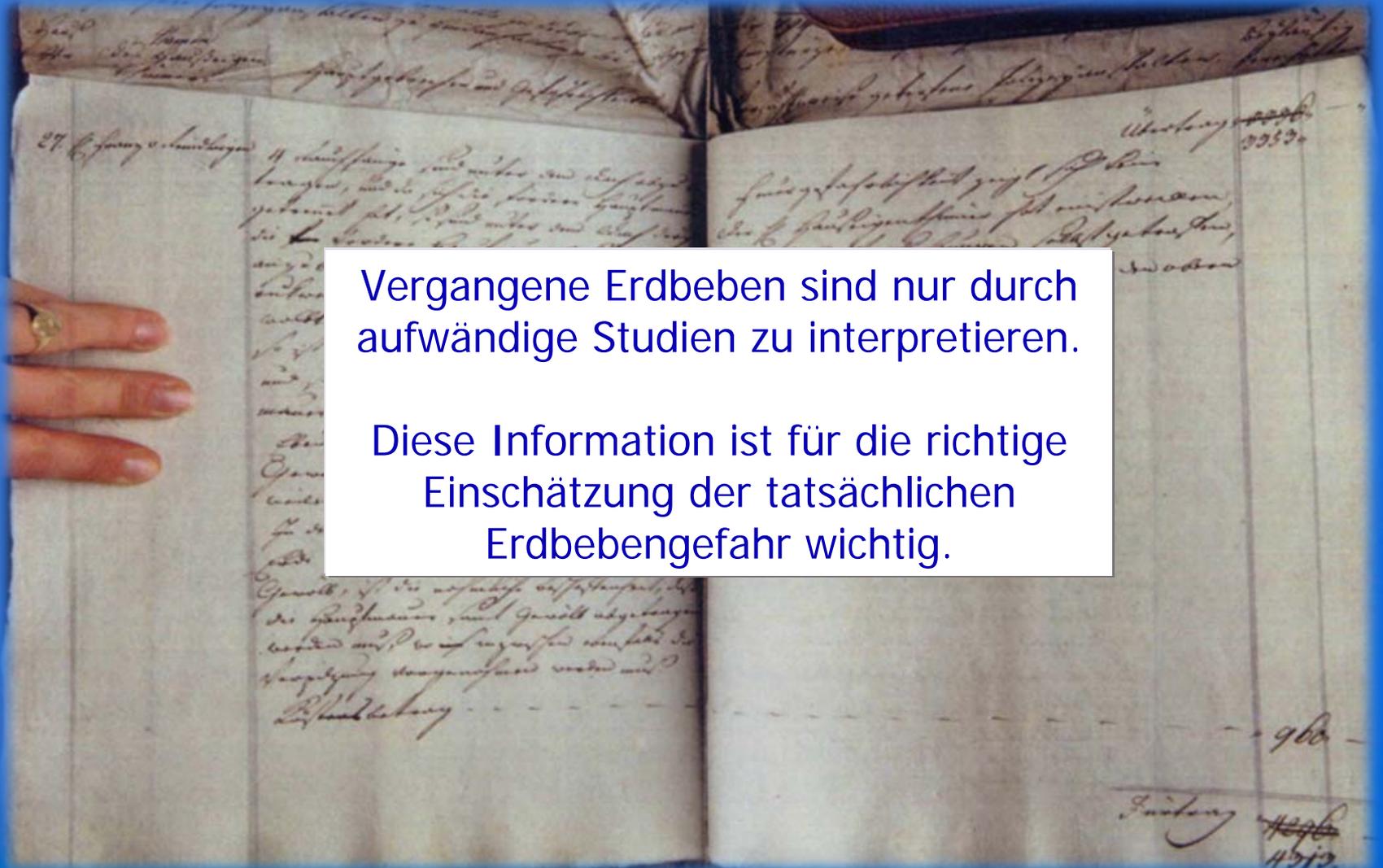
In Niederösterreich

Intensität	Zeitspanne	Auswirkung
I=3	40 Tage	gefühl
I=4	6 Monate	deutlich
I=5	2 Jahre	stark gefühlt
I=6	9 Jahre	leichte Gebäudeschäden
I=7	37 Jahre	größere Gebäudeschäden
I=8	160 Jahre	starke Gebäudeschäden





1590 Tullner Feld
1927 Schwadorf
1938 Ebreichsdorf
1939 Puchberg
1972 Seebenstein



Vergangene Erdbeben sind nur durch aufwändige Studien zu interpretieren.

Diese Information ist für die richtige Einschätzung der tatsächlichen Erdbebengefahr wichtig.



Dienstag, 15. September 1590, gegen Mitternacht, $I_0 = 9?$



Der mögliche Schaden würde laut Schätzungen der Versicherungen von 10 Milliarden EURO betragen.



Samstag, 8. Oktober 1927, 20h49, $I_0 = 8$



Dienstag, 8. November 1938, 4h12 I₀ = 7



Viele Gebäude in Ebreichsdorf wiesen nach dem Beben Mauerrisse auf. Sogar noch im 10. Wiener Gemeindebezirk Favoriten stürzten Fabrikschornsteine ein. Im Epizentrum – zwischen Ebreichsdorf und Weigelsdorf – kam es an fast allen Häusern zu Beschädigungen des Mauerwerks. Manche Risse waren zentimeterbreit. 26 Kamine hatten allein in Ebreichsdorf Schaden gelitten und mussten zum Teil abgetragen werden.





Montag, 18.
September 1939,
1h15, IO = 7

Über dieses Erdbeben ist nur wenig bekannt, da es sich in den Wirren des Zweiten Weltkriegs ereignete. Kurz vor dem Erdbeben, am 1. September des Jahres, hatte der Feldzug gegen Polen begonnen, und nun, am 18. September, fand die Schlacht an der Bzura statt.



Sonntag, 16. April 1972, 11h10, $I_0 = 7$

Seebenstein: Kirche schwere Schäden

Wiener Neustadt: Straße stundenlang gesperrt

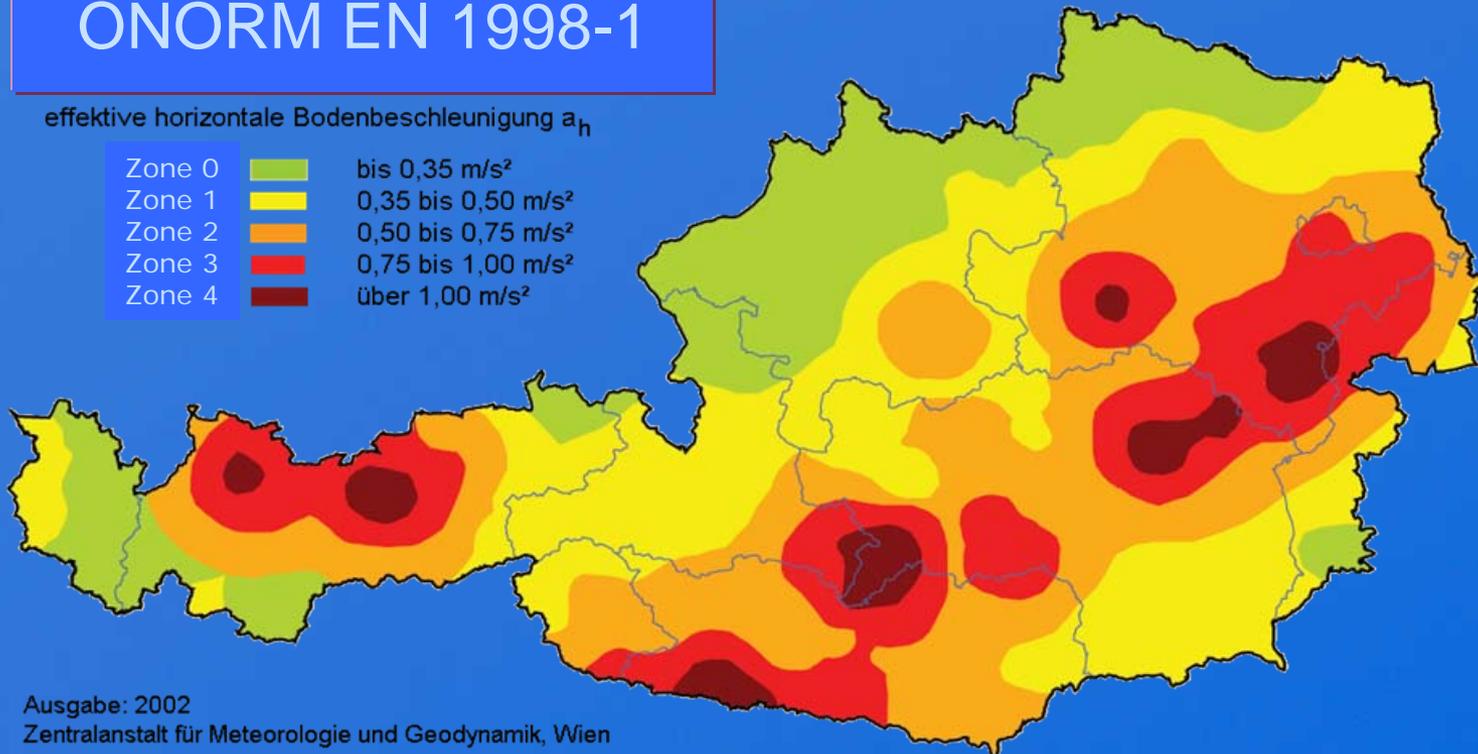
Wien: Über 800 Feuerwehreinsätze, Kaminabstürze, Balustrade der Universität stürzt ab



ÖNORM EN 1998-1

effektive horizontale Bodenbeschleunigung a_h

Zone 0		bis 0,35 m/s ²
Zone 1		0,35 bis 0,50 m/s ²
Zone 2		0,50 bis 0,75 m/s ²
Zone 3		0,75 bis 1,00 m/s ²
Zone 4		über 1,00 m/s ²



Ausgabe: 2002

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien

Wiederkehrperiode 475 Jahre, siehe auch www.oge.or.at



Risiko = Gefährdung * Verlustwert





Die wichtigsten Eingangsgrößen bei der erdbebenangepassten Bauweise sind:

1. Bodenbeschleunigung und Erdbebenzone am Standort
2. Bauklasse, Typ nach EMS-98
3. Verletzbarkeit des Bauwerks

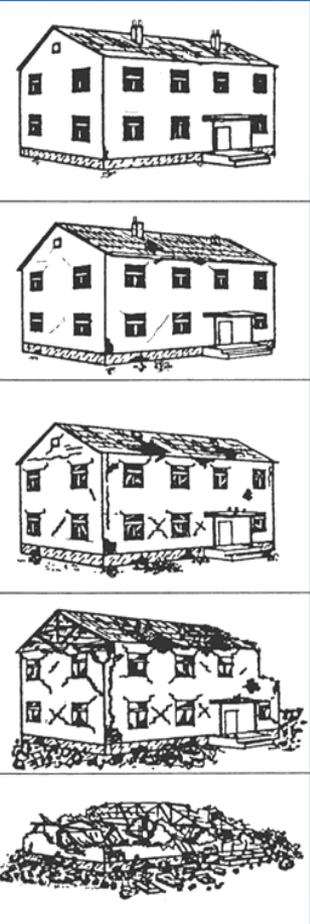


Aus der Verletzbarkeit – oder Anfälligkeit eines Gebäudes gegenüber Bodenschwingungen – und der Intensität kann die Schadensklasse abgeschätzt werden.

	Type of Structure	Vulnerability Class					
		A	B	C	D	E	F
MASONRY	rubble stone, fieldstone	○					
	adobe (earth brick)	○—					
	simple stone	○	—				
	massive stone			○—			
	unreinforced, with manufactured stone units	○	—				
	unreinforced, with RC floors reinforced or confined			○—			
REINFORCED CONCRETE (RC)	frame without earthquake-resistant design (ERD)		○	—			
	frame with moderate level of ERD			○—			
	frame with high level of ERD				○—		
	walls without ERD		○	—			
	walls with moderate level of ERD			○—			
	walls with high level of ERD				○—		
STEEL	steel structures			○	—		
WOOD	timber structures		○	—			

○ most likely vulnerability class; — probable range;range of less probable, exceptional cases





Grade 1
No structural damage and slight non-structural damage
 Hair-line cracks in few walls Fine cracks in plaster

Grade 2
Slight structural damage and moderate non-structural damage
 Partial collapse of chimneys and/or cracks in many walls

Grade 3
Moderate structural damage and heavy non-structural damage
 Roof tiles detach Spalling of concrete cover
 Large and extensive cracks in most walls

Grade 4
Heavy structural damage and very heavy non-structural damage
 Serious failure of walls Large cracks in structural elements

Grade 5
Very heavy structural damage
 Total or near total collapse



Note: This short form is simplified and not suitable for intensity assignments. For a proper description see Grünthal (1998).





Vulnerability class

Rubble stone, fieldstone, adobe (earth brick)	A
Simple stone, or un-reinforced with manufactured stones	B
Massive stone, or un-reinforced with RC floors	C
Reinforced or confined	D
Reinforced or confined, if extremely well built	E
-	F



Meist auf
Ziegebauten
zutreffend

Note: For reasons of brevity, only the most likely classes are given here. For details consult the European Macroseismic Scale 1998 by Grünthal (ed.).





Verletzbarkeit des Gebäudes

EMS-98	A	B	C	D	E	F
6	1	1				
7	3	2		0	-	-
8			2	1	-	-
9	5	4	3	2		
10	6	5	4	3	2	1

Diagram annotations: A green circle highlights cell (8, C). A blue circle highlights cell (8, D). A blue arrow points from (8, C) to (8, D). A blue arrow points from (8, D) to a text box. A blue arrow points from (8, D) to (9, D). A blue arrow points from (8, D) to (9, D).

**Standort:
Schadensszenario = 2**

Anmerkung: Die Intensitäts-Skala EMS-98 wurde hier auf die Grade 5 – 10 begrenzt.





Schadensklasse

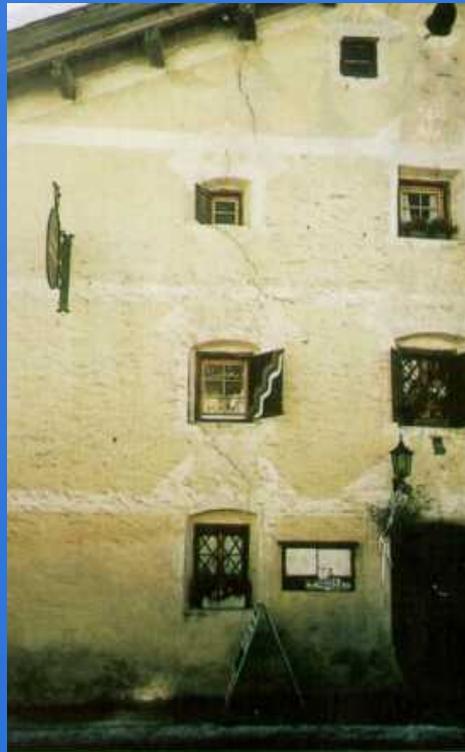
Schadens-szenario	Wenige (< 15 %)	Viele (15% - 55%)	Die Meisten (> 55%)
0	1	-	-
1	2	(1)*	-
2	3	2	-
3	4	3	-
4	5	4	-
5	-	5	-
6	-	-	5



Viele Gebäude der Kategorie ‚C‘ erleiden Schäden der Klasse 2, und einige Schäden der Klasse 3 bei einem lokalen Intensitätsgrad von 8.

* Nur bei Intensitätsgrad 6 nach der EMS-98





Grison, Switzerland 1991, Vaz

Damage grade 2

Simple stone masonry

Comment: The long crack in this wall is long enough to constitute slight structural damage. The damage should be considered to be of grade 2.

For reference see Grünthal et al., 1998, page 68.



**NW-Bohemia – Vogtland 1985,
Czech Republic / Skalná**

Damage grade 2

Un-reinforced masonry

Comment:

Although no structural damage is visible from outside the building, inside it can be seen that cracks have occurred in slot-wall joints, which is slight structural damage. Fairly large pieces of plaster have fallen from the exterior and plaster have also fallen from interior walls. The damage is grade 2.

For reference see Grünthal et al., 1998, page 71.



Swabian Alb 1978, Germany / Albstadt

Damage grade 2

Un-reinforced masonry

Comment:

Many vertical cracks have appeared as a result of drift between walls. This is slight structural damage and the damage grade is 2.
For reference see Grünthal et al., 1998, page 73.



Great Hanshin, Japan 1995 / Kobe

Damage grade 3

RC walls

Comment:

This building has suffered moderate structural damage over its full height. The cracks are concentrated in the weak short column elements of the outer facade. The integrity of the whole building has not been impaired. The damage grade is assessed as 3.

For reference see Grünthal et al., 1998, page 85.





Montenegro, Yugoslavia 1979

Damage grade 4

Simple stone masonry

Comment: Parts of the bearing walls have failed, causing partial collapse of the roof and floor slabs. This is heavy structural damage and therefore damage grade 4.

For reference see Grünthal et al., 1998, page 70.





Irpinia-Basilicata, Italy 1987
Sant' Angelo dei Lombardi

Damage grade 4

RC frame

Comment: Many exterior infill walls failed entirely, which is very heavy non-structural damage. In some cases there is heavy damage to the beam-column joints. This is damage of grade 4.

For reference see Grünthal et al., 1998, page 79.



Mexico City 1985

Damage grade 4

RC frame

Comment: This building has suffered partial collapse of the upper part. Although single upper storeys have failed, no part of the building has collapsed completely to ground level, so the damage is only grade 4.

For reference see Grünthal et al., 1998, page 82.



North Peloponissos, Greece 1995 / Aegion

Damage grade 5

RC frame

Comment: The middle part of this building has collapsed completely, making the damage of grade 5.

For reference see Grünthal et al., 1998, page 81.



Kann ein fernes Erdbeben auch in Österreich registriert werden?

25.11.2011

Folie 44



Ja, es hängt nur von der Magnitude und von der Entfernung vom Erdbeben ab!

Je weiter weg, desto weniger Erdbeben können registriert werden.

Weltweit kann der Österreichische Erdbebendienst ab Magnitude 5,2 alle Erdbeben aufzeichnen.

Der Österreichische Erdbebendienst wertet ca. 5000 seismische Ereignisse pro Jahr aus.





11.März 2011 Japan Mw 9,0

Hangrutschungen



Feuer



Tsunami



Atomare Strahlenbelastung

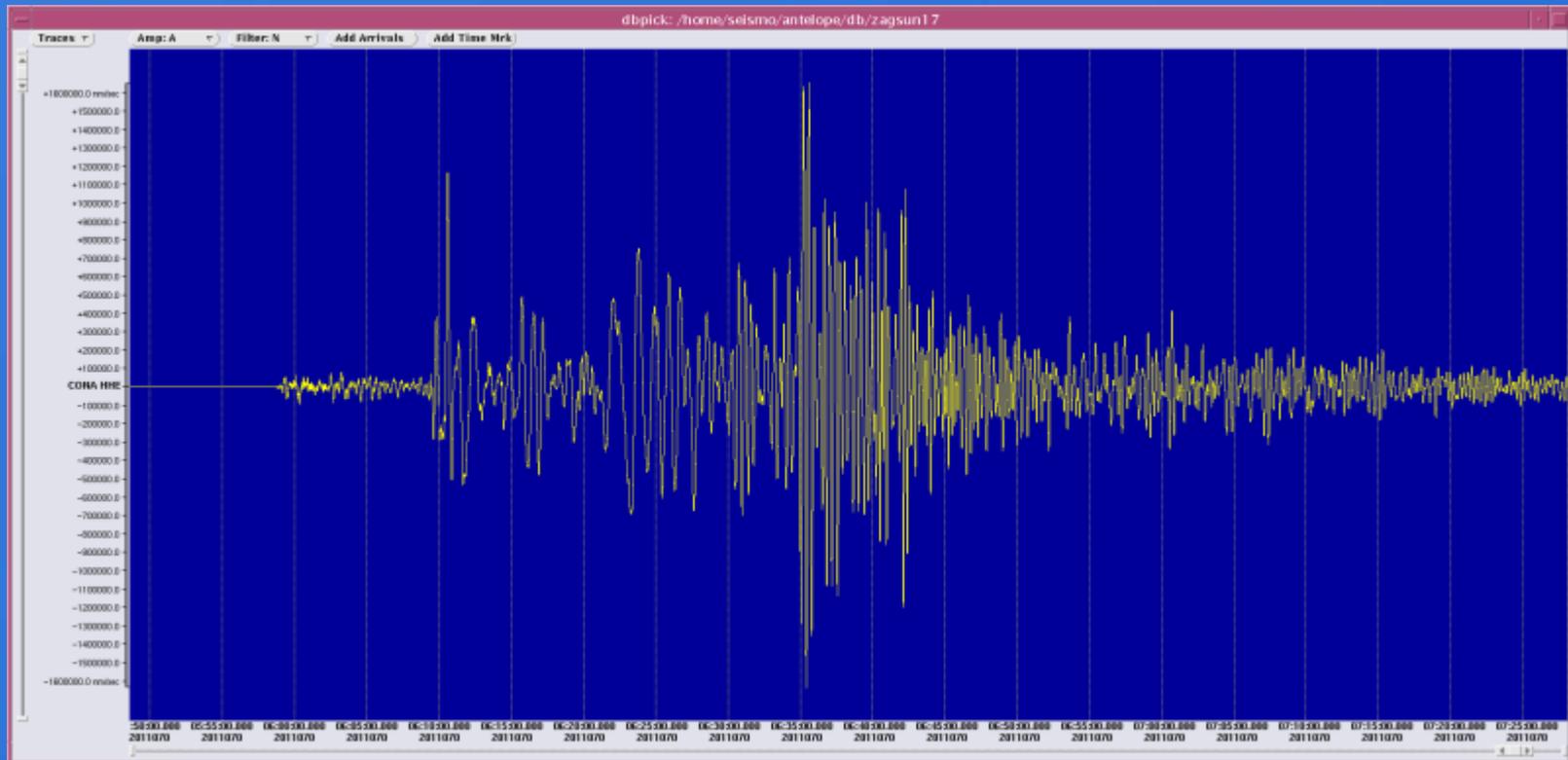


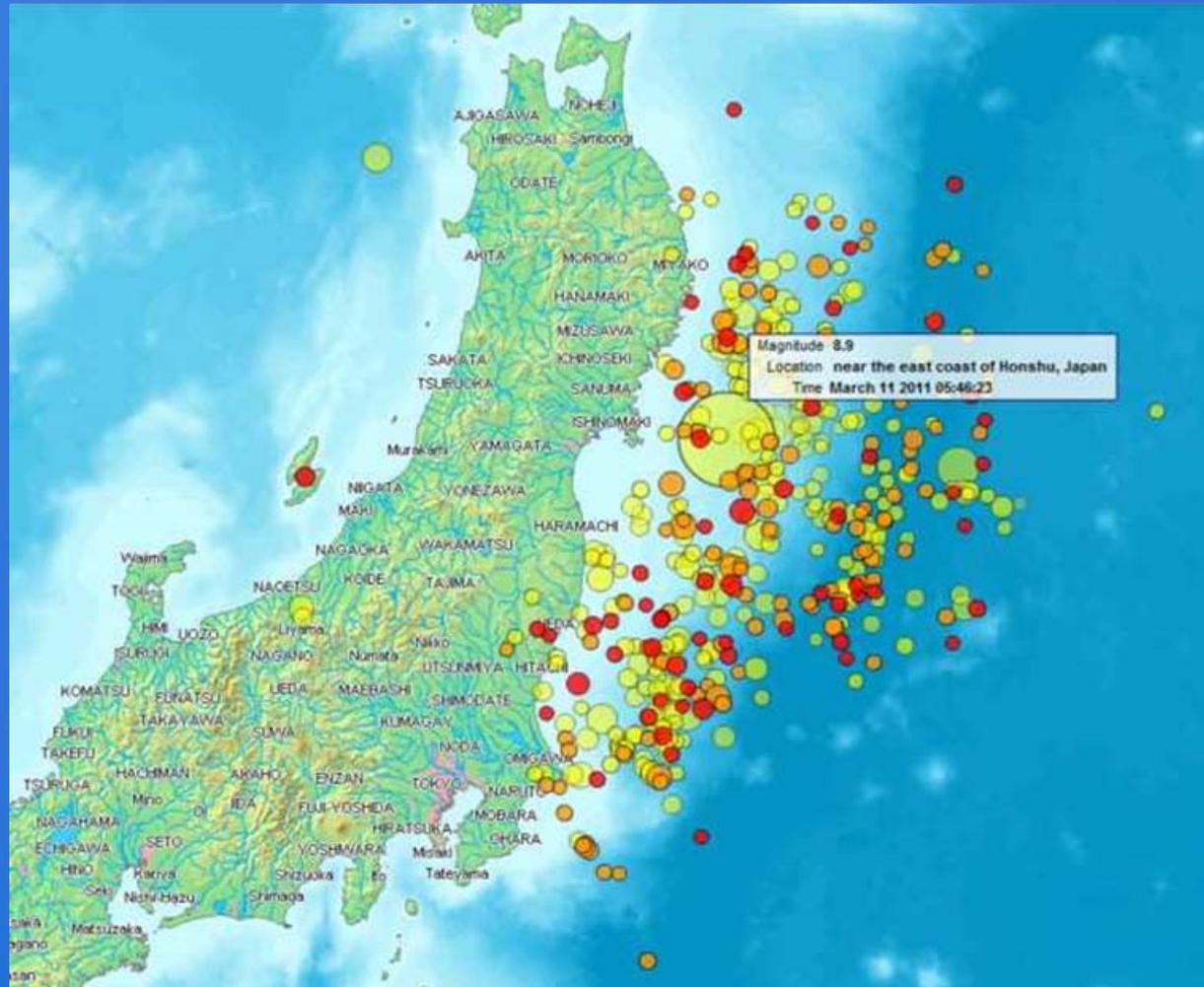
Fotoquelle: <http://de.wikipedia.org/>





11.März 2011 Japan Mw 9,0, Seismogramm am Conrad Observatorium



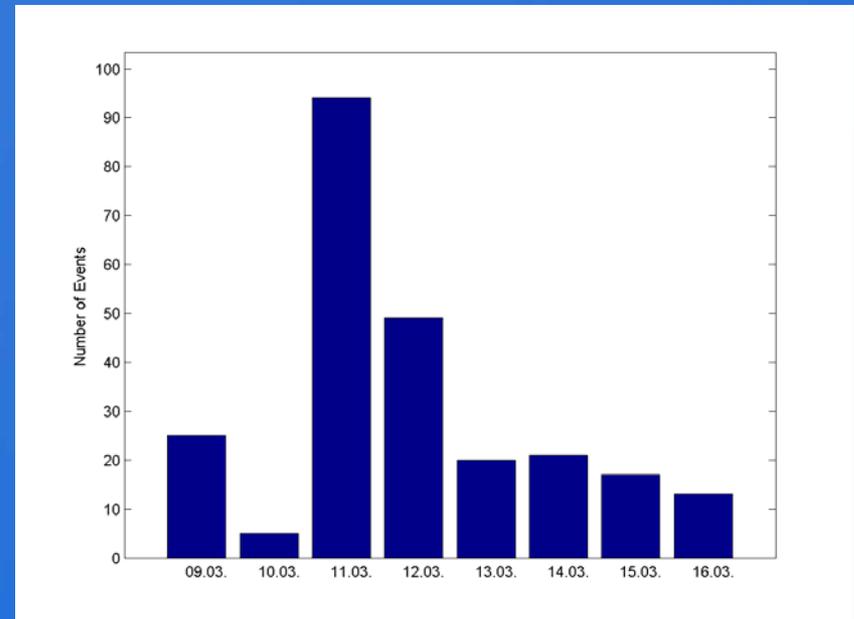


Fotoquelle: <http://de.wikipedia.org/>





Fotoquelle: <http://de.wikipedia.org/>



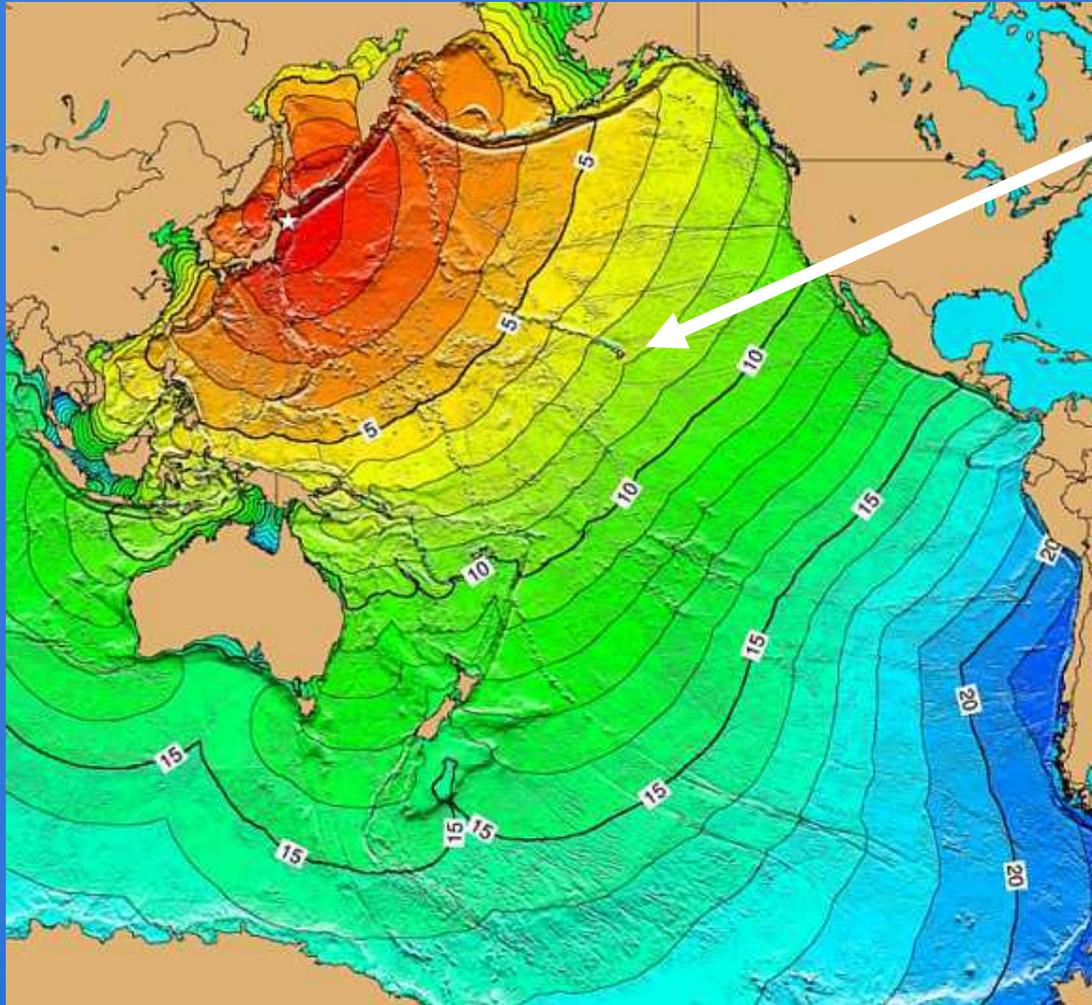
Der mehr als 9000 km entfernte Österreichische Erdbebendienst ist in der Lage, japanische Erdbeben ab einer Magnitude von 4,5 zu registrieren, abhängig von der vorherrschenden Bodenunruhe.





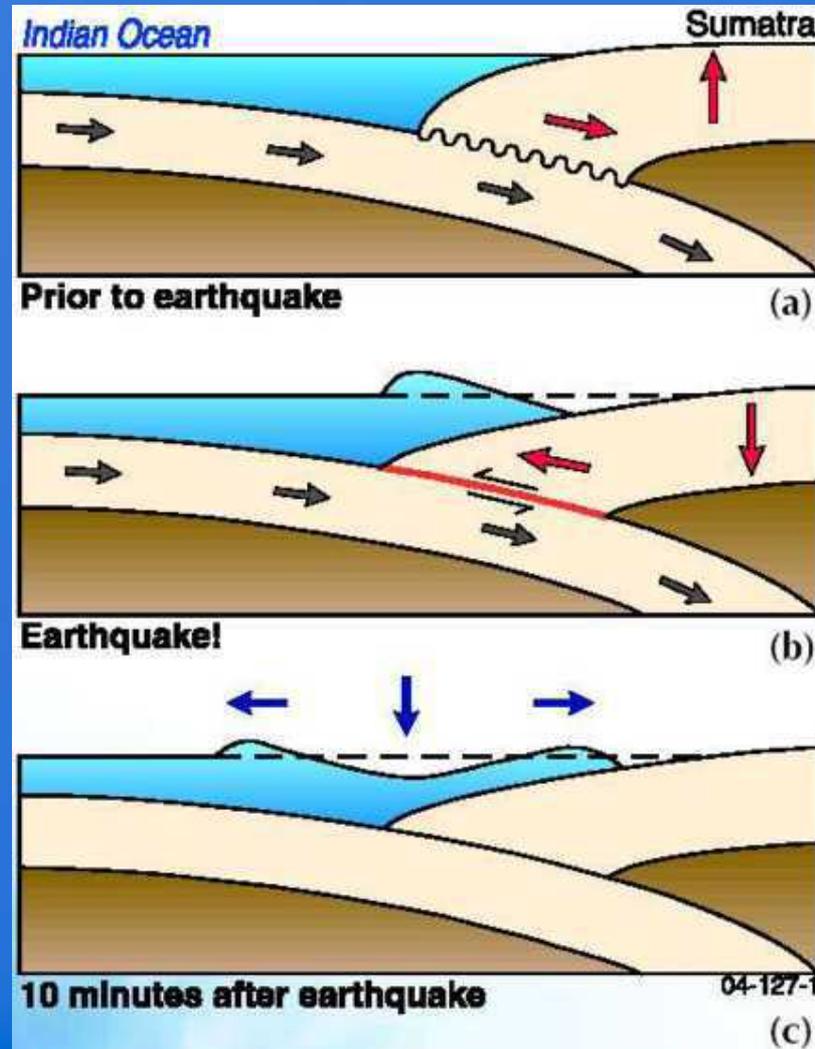
11.März 2011 Japan Mw 9,0

7,5 Stunden später in Hawaii



Zahlenangaben in Stunden nach der Auslösung des Tsunami





Fotoquelle: <http://de.wikipedia.org/>





Wie schnell verändert sich das geophysikalische Umfeld?

Magnetik	1mal am Tag von Maximum zu Maximum (Sonnenwind), sonst alle 11 Jahre, 4.5'/a
Gravimetrie	2mal am Tag von Maximum zu Maximum (Gezeiten)
Induzierte Beben	Sekunden (Gebirgsschlag) – Jahre (Kriechen, Hangbewegungen)
Tektonik	cm/Jahr (Plattenbewegung), m/Sekunde (Erdbeben)
Wetter	1-10 km/Stunde

Wettervorhersage → Ausbreitungsmodell

Erdbebenvorhersage → Ursachenmodell

Zukunft:

1. GPS-basierende Vermessungen
2. Interferenzaufnahmen
3. Geomechanische Modelle





Der Erdbebendienst versorgt die

- Bundeswarnzentrale
- Landeswarnzentralen
- AFDRU – ABC-Abwehrschule
- und das Rote Kreuz

mit Szenarienabschätzungen im Falle von Katastrophenbeben.

Außerdem werden Ausbildungskurse zum Thema „Erdbeben“ gehalten.



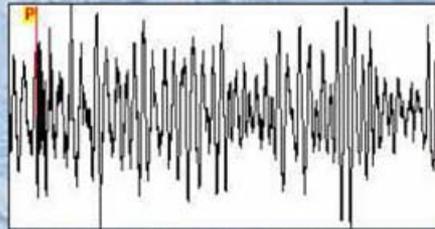


Live-Seismogram

Seismic-Station Conrad-Observatory / Austria

Select an earthquake

- [29.08.2004 11:24 Uhr](#)
SICILY
- [29.08.2004 02:04 Uhr](#)
Italy
- [27.08.2004 23:47 Uhr](#)
Italy
- [18.08.2004 16:24 Uhr](#)
Slovenia
- [18.08.2004 11:01 Uhr](#)
Hungary
- [17.08.2004 20:00 Uhr](#)
Hungary
- [15.08.2004 06:41 Uhr](#)
Italy



Seismogram at Conrad Observatory

- Distance from epicenter: 1120 km
- Travel time of P-Wave: 2:25 minutes
- Time window: 11:26:57 - 11:29:31 CEST



Epicenter of earthquake

- Region: SICILY
- Longitude: 15.9° Latitude: 37.8°
- Focal time: 29.08.2004 11:24:42 CEST
- Magnitude: [Ms 3.4](#)

About station

[Seismogram analysis](#)

Contact



The signal you are seeing currently, is ground motion driven by low pressure areas over the oceans

Live-seismogram at the Conrad-Observatory



© ZAMG, programming & design: [Anton Vogelmann](#) & [Nikolaus Horn](#)





Die Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik sammelt alle Berichte über die Auswirkungen von Erdbeben in Österreich.

Senden Sie uns bitte Ihren Bericht über unsere Internetseite

www.zamg.ac.at/bebenmeldung



ZAMG - Ihr Erdbebenbericht - Windows Internet Explorer

http://www.zamg.ac.at/erdbeben/bebenbericht/index.php

LEXMARK Jetzt drucken: Normal Schwarzweiß Nur Text Fotos Vorschau Zeitplan

ZAMG - Ihr Erdbebenbericht



Wetter Klima **Erdbeben** Umwelt Produkte Forschung Neues Wir über uns

Home > Erdbeben > Ihr Erdbebenbericht

Ihr Erdbebenbericht

Berichten Sie uns über Ihre Erdbebenwahrnehmung

Wir bedanken uns für Ihre Mithilfe, das Ausfüllen des Formulars dauert etwa 5 Minuten. Ihre Meldung wird vertraulich behandelt. Sie dient nicht nur wissenschaftlichen Zwecken, sondern in der Folge auch der Verbesserung des Österreichischen Katastrophenschutzes.

Auch wenn Sie das Erdbeben nicht verspürt haben, geben Sie bitte Datum, Uhrzeit und Ort an. Sie brauchen dann nur noch "Nicht verspürt" anzukreuzen und können sofort ans Ende des Formulars gehen, um es abzuschicken. Auch diese "Nicht verspürt"-Meldungen sind für den Erdbebendienst sehr wertvoll, denn wir können damit die Reichweite der Auswirkungen eines Erdbebens besser bestimmen.

(Angaben zu mit * markierten und grün hervorgehobenen Feldern sind für eine Auswertung notwendig !)

An welchem Tag haben Sie das Ereignis verspürt? Um welche Uhrzeit?

Tag*: Monat*: 05. Jahr*: 2009

Stunde*: Minute*: (Wenn Sie die Uhrzeit nicht genau wissen, geben Sie die ungefähre Zeit an.)

Aufenthaltsort während des Bebens

Ortsname*: PLZ: Straße:

Bundesland: Staat:

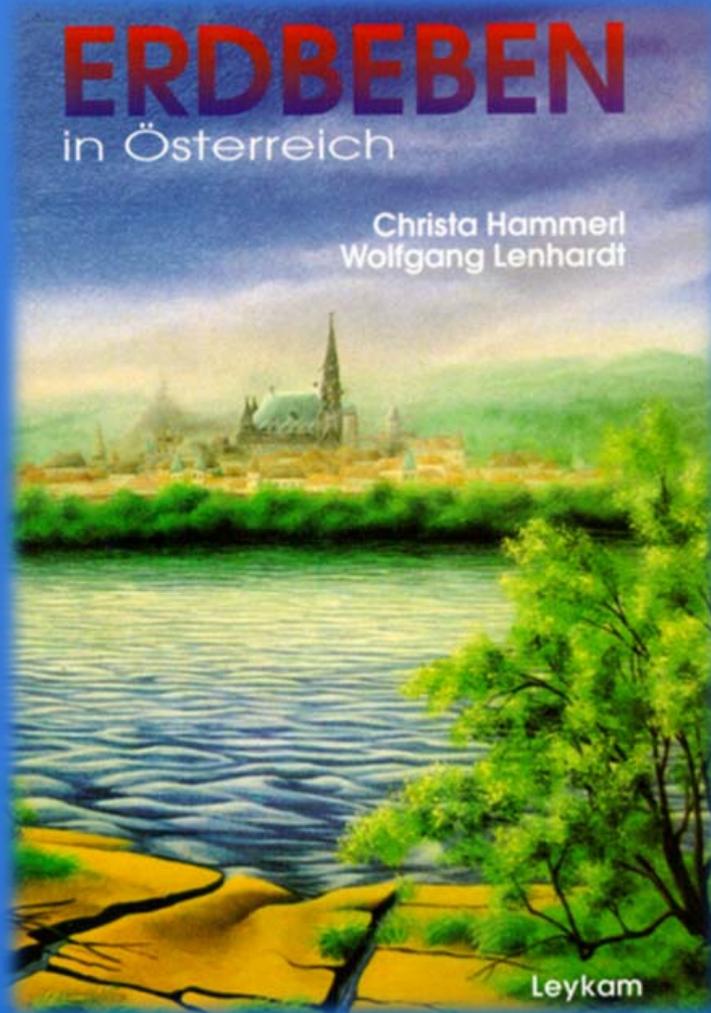
[Suche](#)

Alle Seiten

[Impressum](#) / [Benutzungshinweise](#)

[Ihre Meinung](#)





Internet

www.zamg.ac.at > Erdbeben
www.zamg.ac.at/HistSeism
www.zamg.ac.at/bebenmeldung

Literatur

Erdbeben in Österreich
Autoren: Hammerl & Lenhardt, erschienen
im
Leykam Verlag, 1997

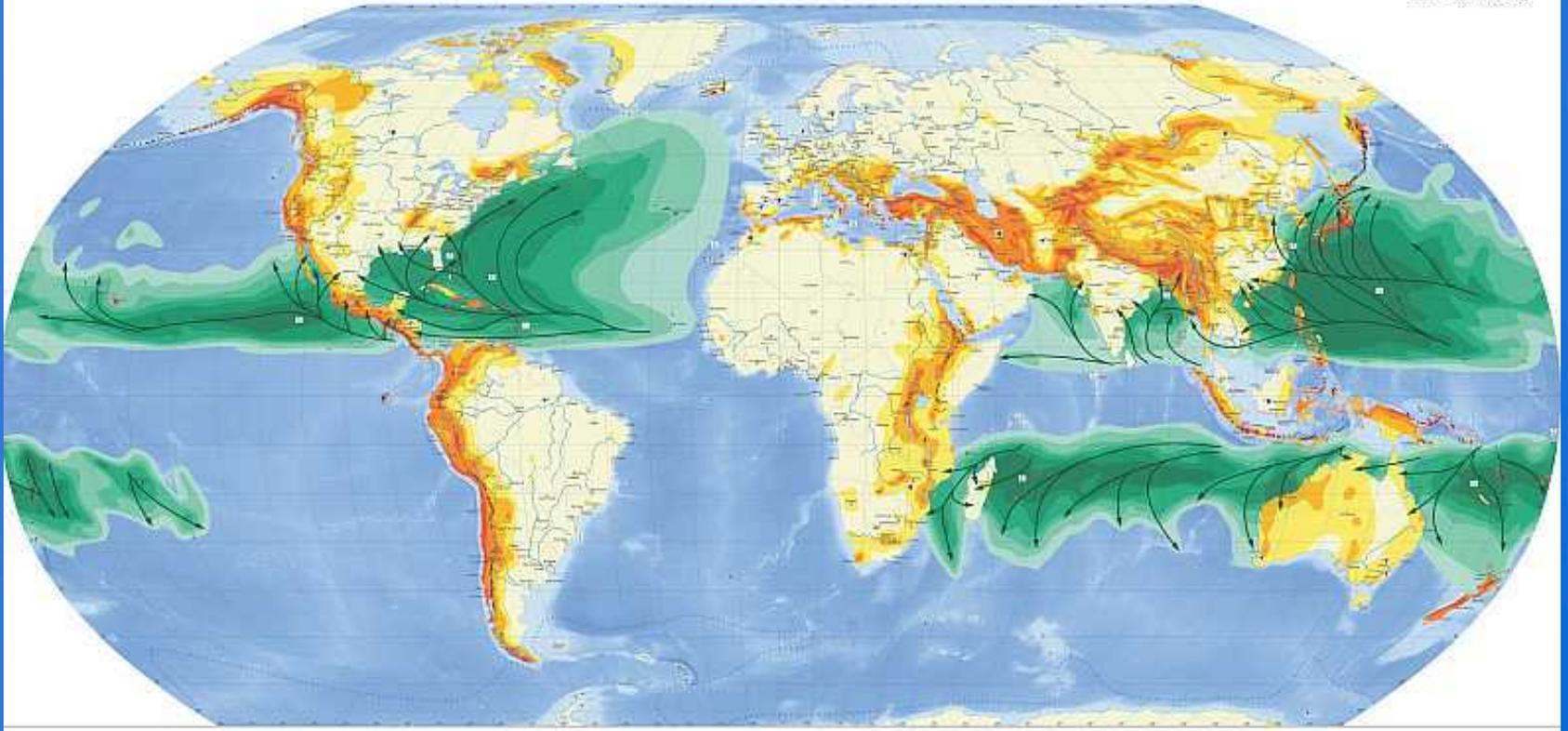


Forschungsheft für
Kinder und
Jugendliche
Siehe
www.zamg.ac.at





Weltkarte der Naturgefahren



Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

www.zamg.ac.at

