

Tatort Plattengrenze 2015 - Themen

1 *5. November*

Trailer

Einführung

Entstehung der Erde

2 *12. November* *

Geologische Zeiträume

Plattentektonik

Platten und Plattengrenzen

3 *19. November*

konstruktive Plattengrenzen

destruktive Plattengrenzen

konservative Plattengrenzen

4 *26. November*

Plattenrundgang

Tatort: Nepal 2015

5 *3. Dezember*

Alles über Erdbeben

Magnitude

6 *10. Dezember* + **Nachtrag**

Intensitäten

Berühmte Fälle:

San Francisco, Tohoku

* *im Bernoullianum Hörsaal 223*

Genauigkeit der Erdbebenherd-Bestimmung

... hängt von vielen Faktoren ab...

[SAO/NASA ADS](#) [Physics Abstract Service](#)

- [Find Similar Abstracts](#) (with [default settings below](#))
- [Reads History](#)
- [Translate This Page](#)

Title: High-precision relative earthquake locations in the Tonga-Kermadec subduction zone and implications for the mechanisms of deep-focus earthquakes

Authors: [Yu, W.](#) ; [Wen, L.](#)

Affiliation: AA(Department of Terrestrial Magnetism, Carnegie Institution of Washington, 5241 Broad Branch Road, N.W., Washington D.C., 20015, United States yu@mantle.geo.sunysb.edu), AB(Department of Geosciences, Stony Brook University, Stony Brook, NY 11794-2100, United States Lianxing.Wen@sunysb.edu)

Publication: American Geophysical Union, Fall Meeting 2007, abstract #DI51A-0289

Publication Date: 12/2007

Origin: [AGU](#)

"The closest separation of the events is 2.4 km in horizontal space and 1 km in depth"

Zittern und Beben ... und Schwingen

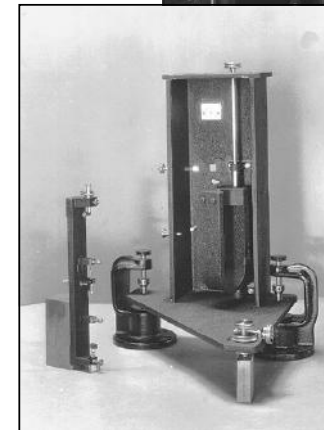
Magnitude - revisited

$$M_L = \log_{10}(A/T)_{\max} + q(\Delta, h)$$

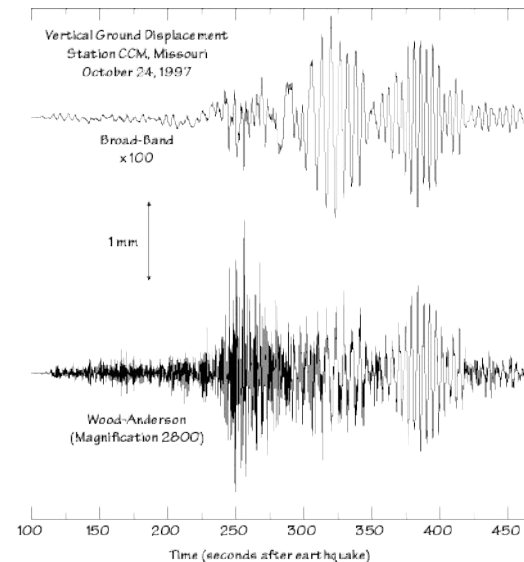
- M_L Magnitude (body wave magnitude)
- A maximale Amplitude (μm)
- T Periode (s)
- q Korrekturfunktion
- Δ Winkelabstand Seismograph - Herd ($^\circ$)
- h Herdtiefe (km)



C. F. Richter
in seinem
Wohnzimmer



Anderson-Wood Seismograf

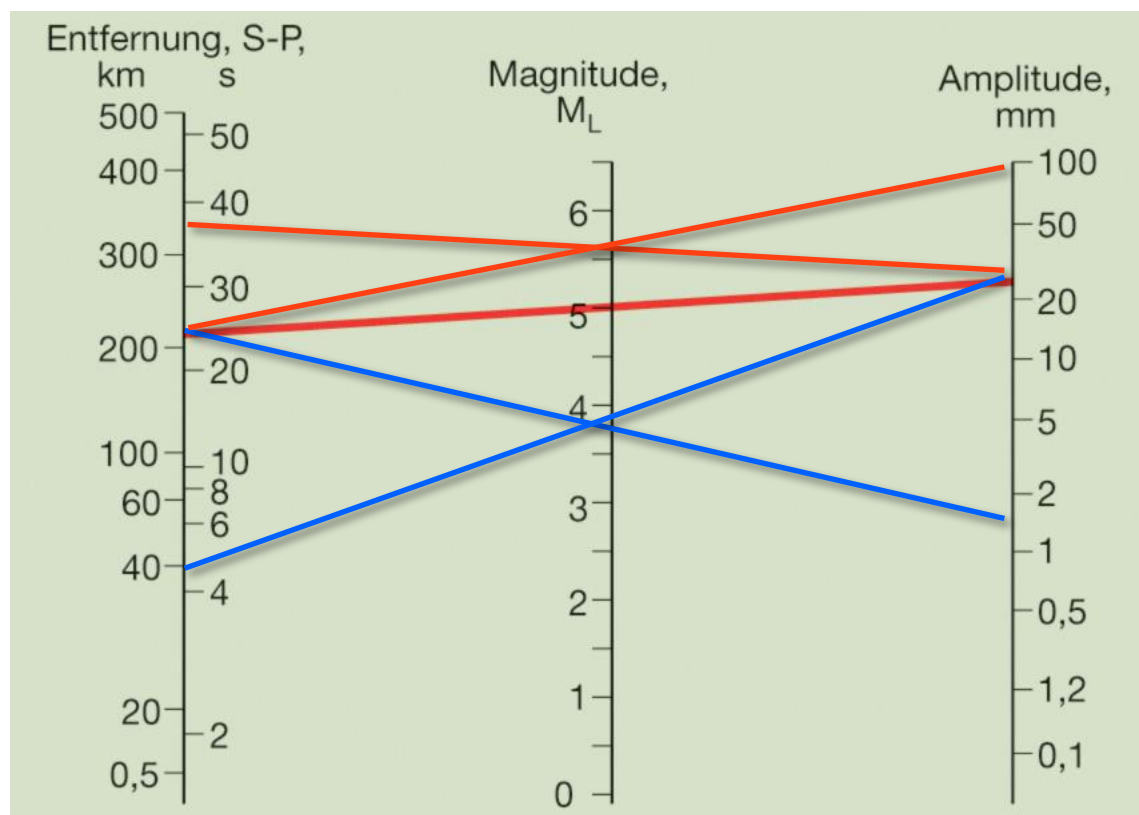
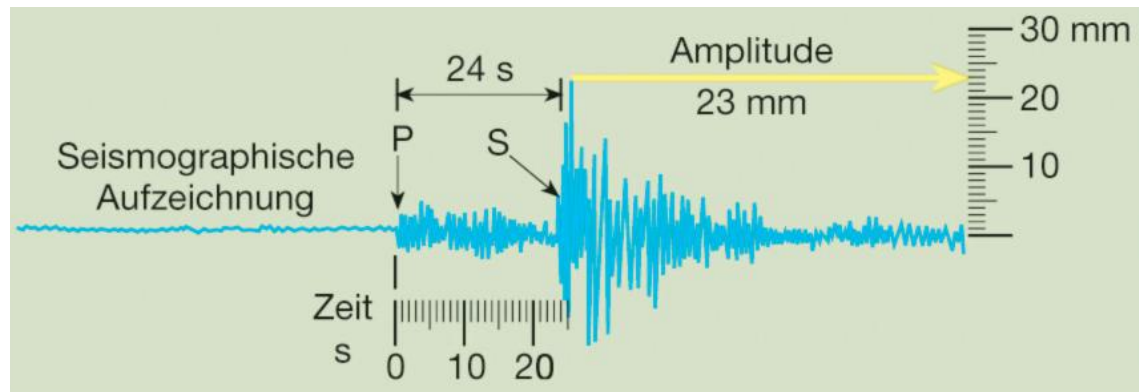


Seismogramm

Magnitude M_L

Vergrössern wir
Distanz (Zeitdiff S-P)
oder
Amplitude
 $\Rightarrow M$ grösser

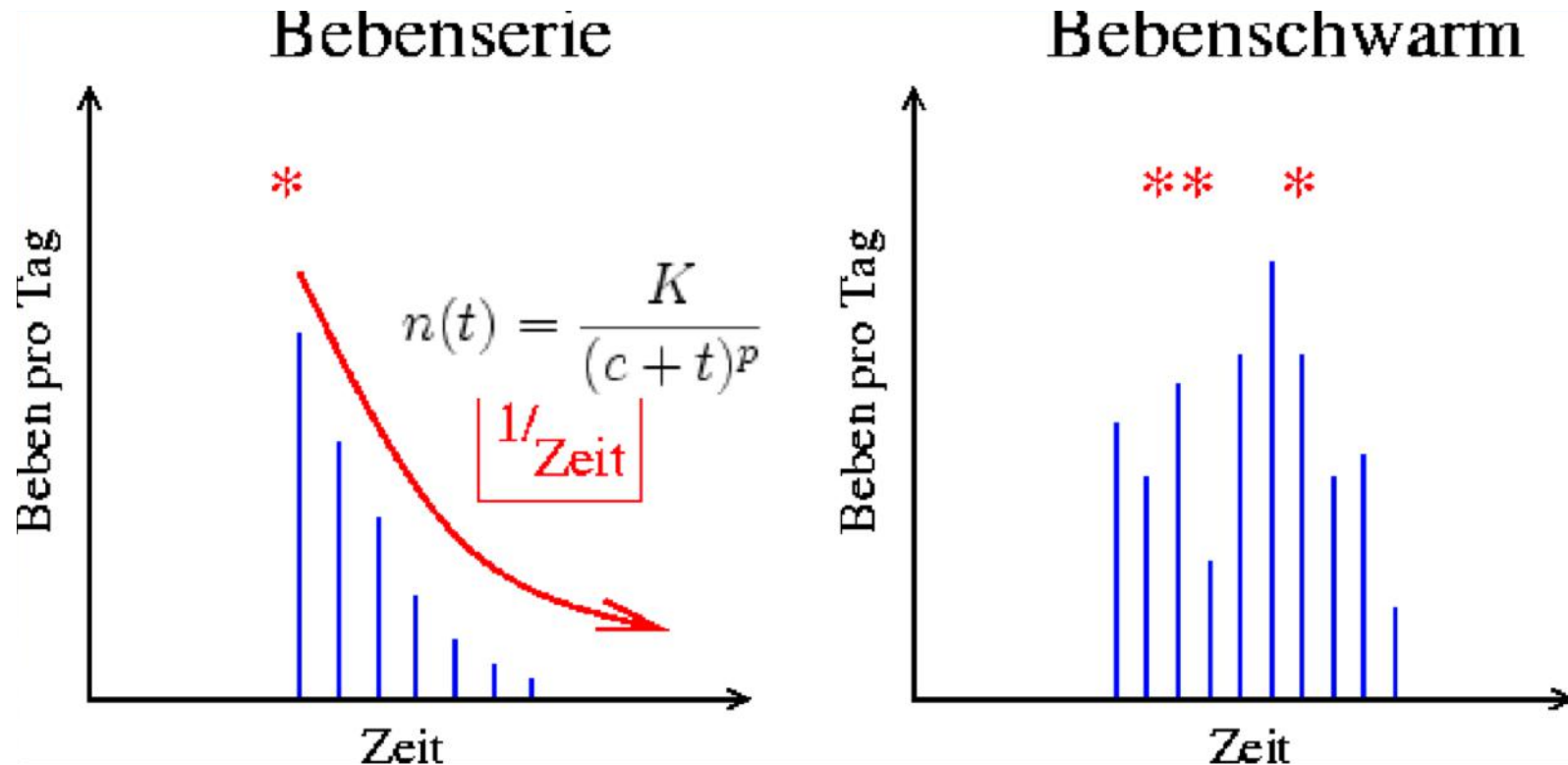
Verkleinern wir
Distanz (Zeitdiff S-P)
oder
Amplitude
 $\Rightarrow M$ kleiner



Magnitude - revisited

Richter Magnitude	TNT	Beispiel
-1.5	6 ounces	Breaking a rock on a lab table
1.0	30 pounds	Large Blast at a Construction Site
1.5	320 pounds	
2.0	1 ton	Large Quarry or Mine Blast
2.5	4.6 tons	
3.0	29 tons	
3.5	73 tons	
4.0	1,000 tons	Small Nuclear Weapon
4.5	5,100 ton	Average Tornado (total energy)
5.0	32,000 tons	
5.5	80,000 ton	Little Skull Mtn., NV Quake, 1992
6.0	1 million tons	Double Spring Flat, NV Quake, 1994
6.5	5 million tons	Northridge, CA Quake, 1994
7.0	32 million tons	Hyogo-Ken Nanbu, Japan Quake, 1995; Largest Thermonuclear Weapon
7.5	160 million tons	Landers, CA Quake, 1992
8.0	1 billion tons	San Francisco, CA Quake, 1906
8.5	5 billion tons	Anchorage, AK Quake, 1964
9.0	32 billion tons	Chilean Quake, 1960
10.0	1 trillion tons	(San-Andreas type fault circling Earth)
12.0	160 trillion tons	(Fault Earth in half through center, = Earth's daily receipt of solar energy)

Erdbebenschwärme



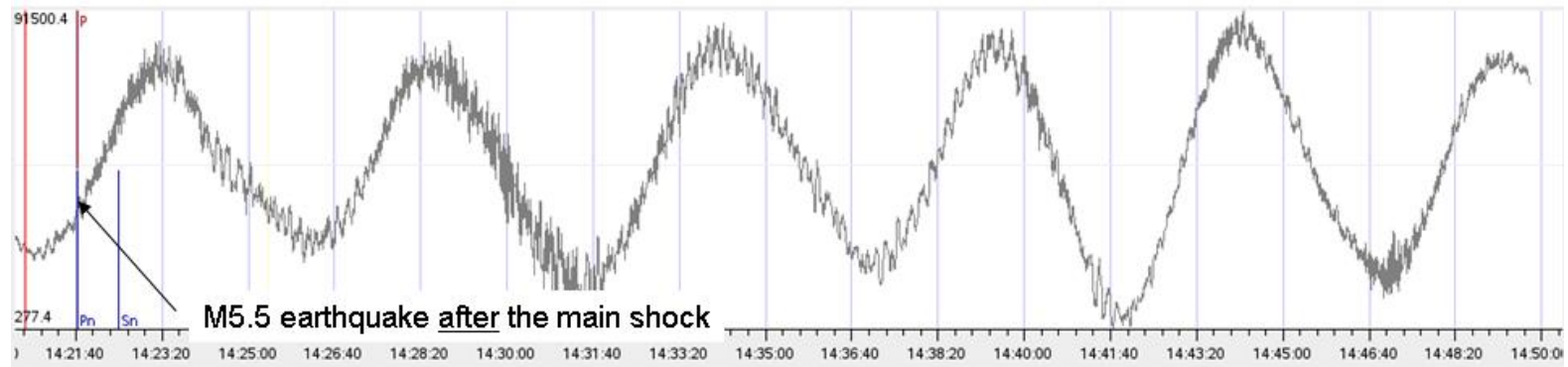
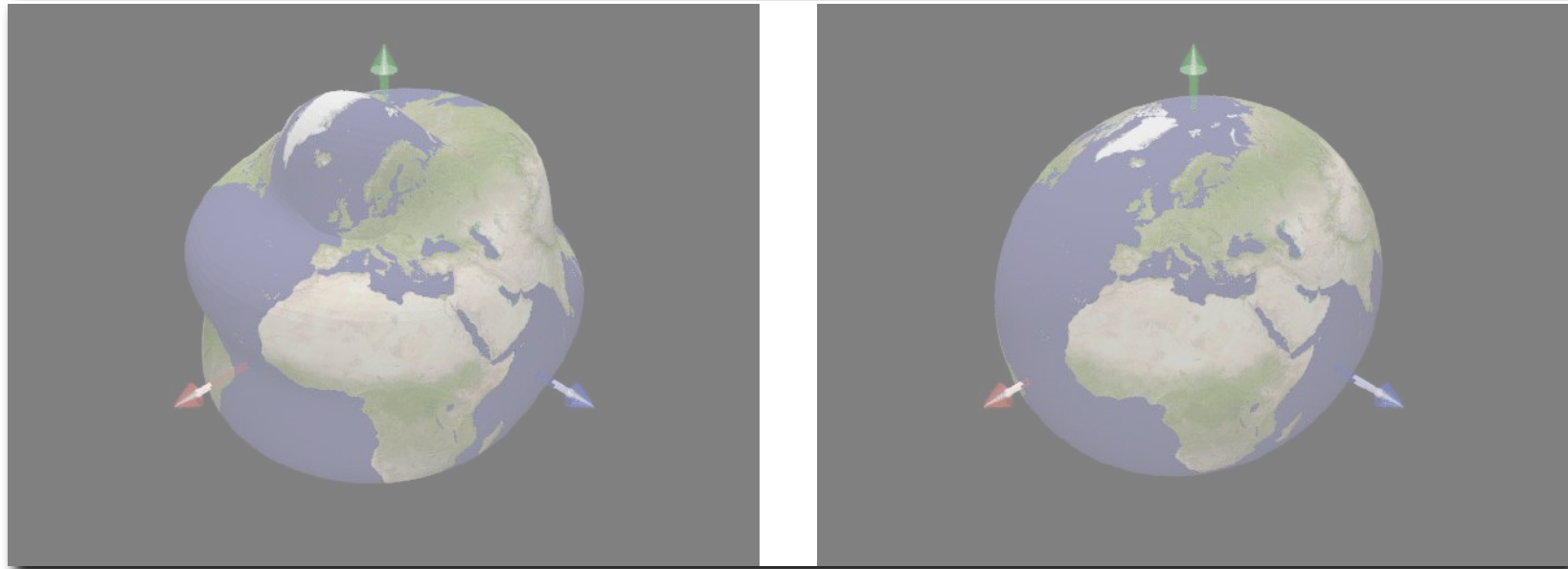
n : Zahl der Nachbeben

K, c : Konstanten, die von der Größe des Hauptbebens abhängen

p : Exponent (~ 1.0 bis 1.4)

Bath's law: Größtes Nachbeben ca. 1 Magnitude geringer als Hauptbeben

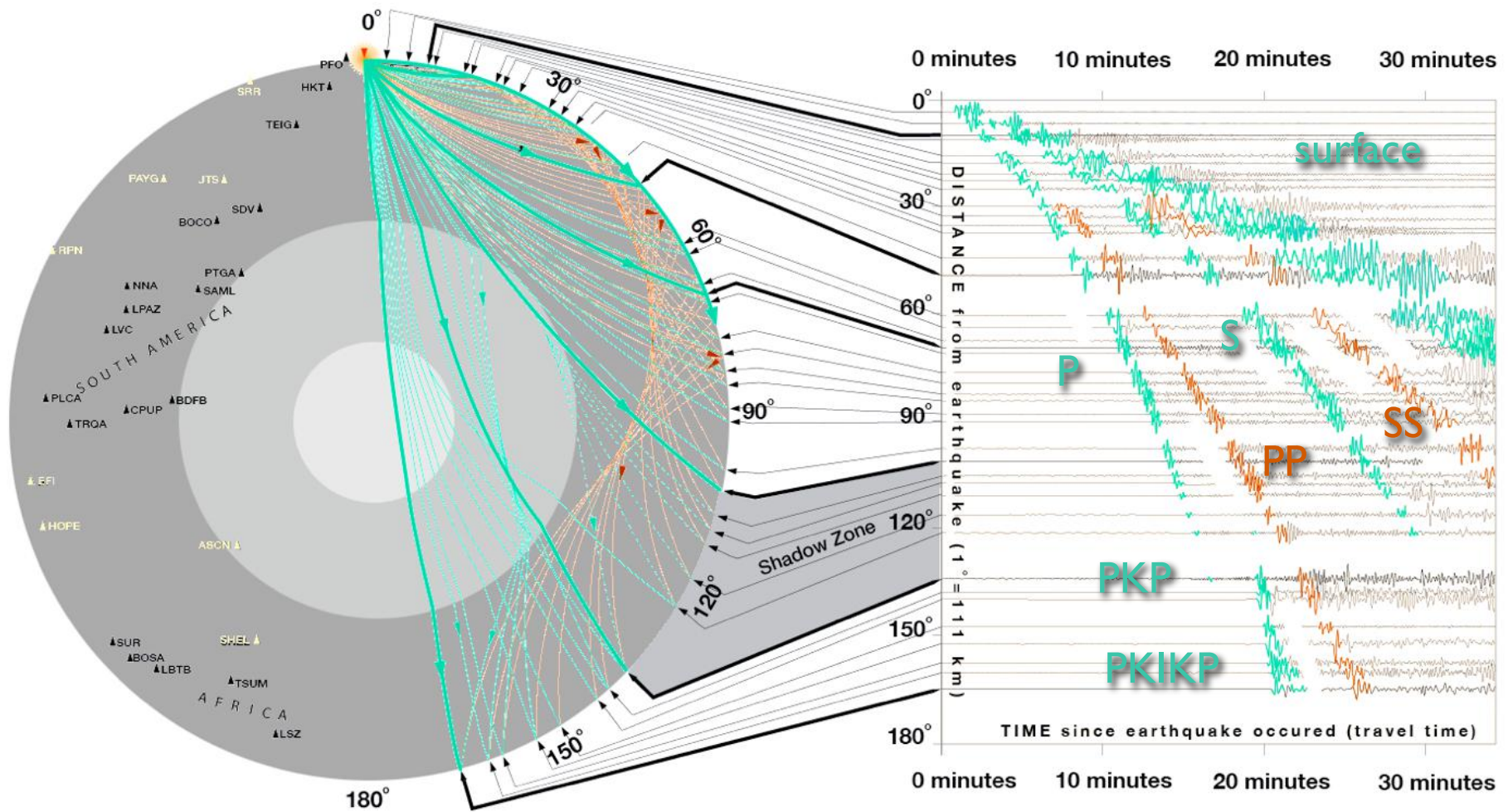
Oszillationen



14 Tage

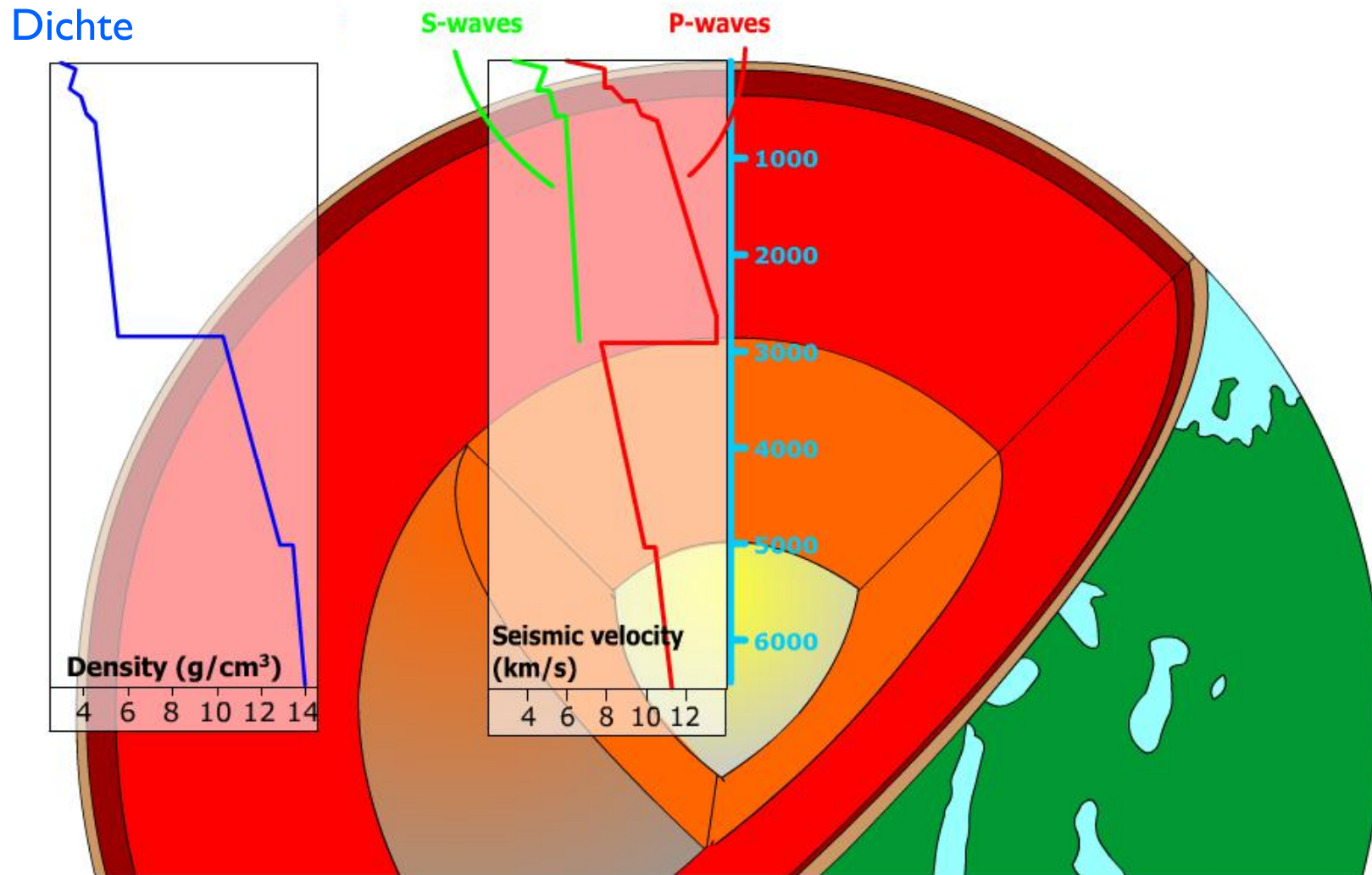
seismische Tomographie

Trajektorien von P- und S-Wellen

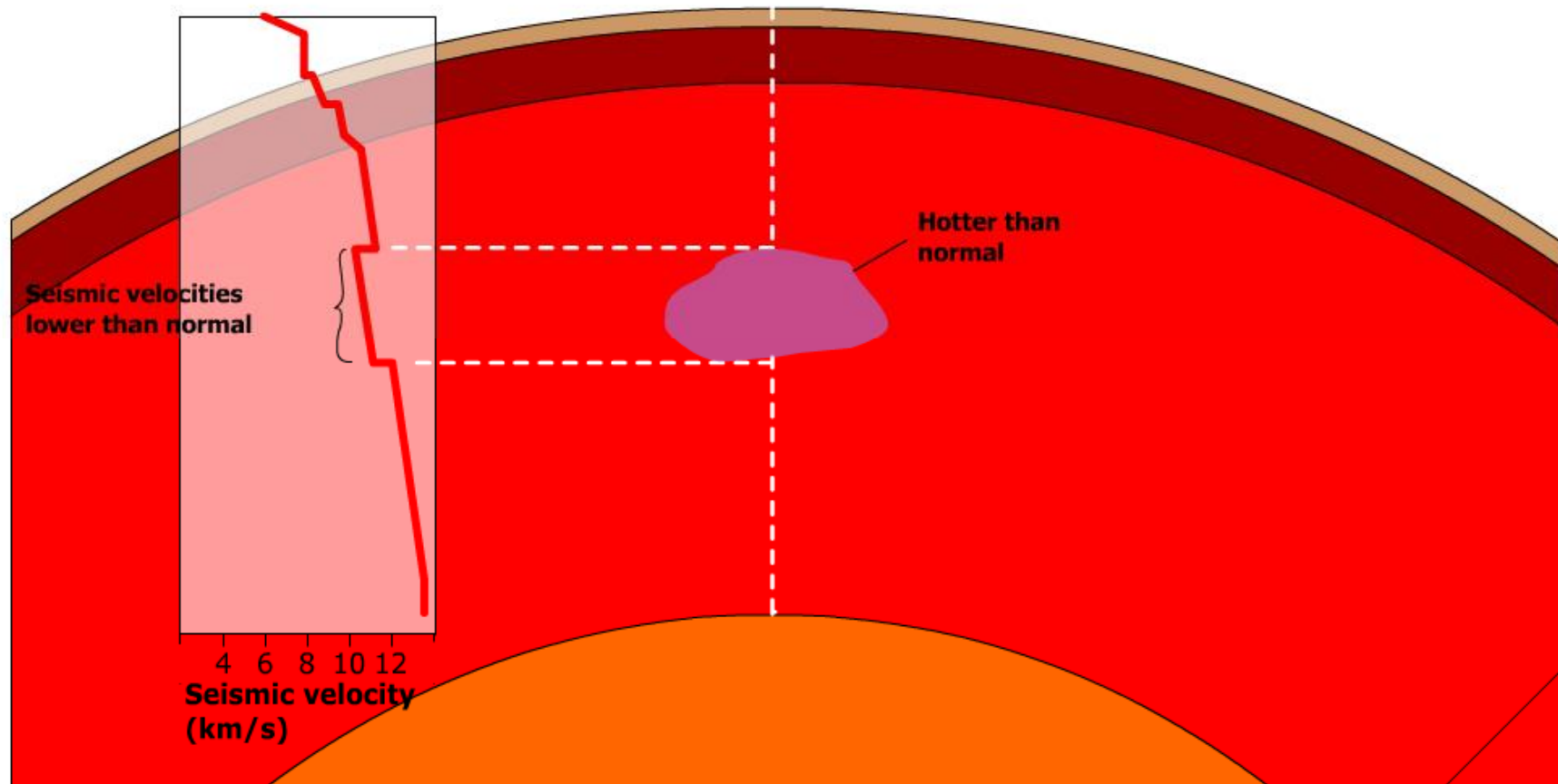


grün: direkt orange: reflektiert

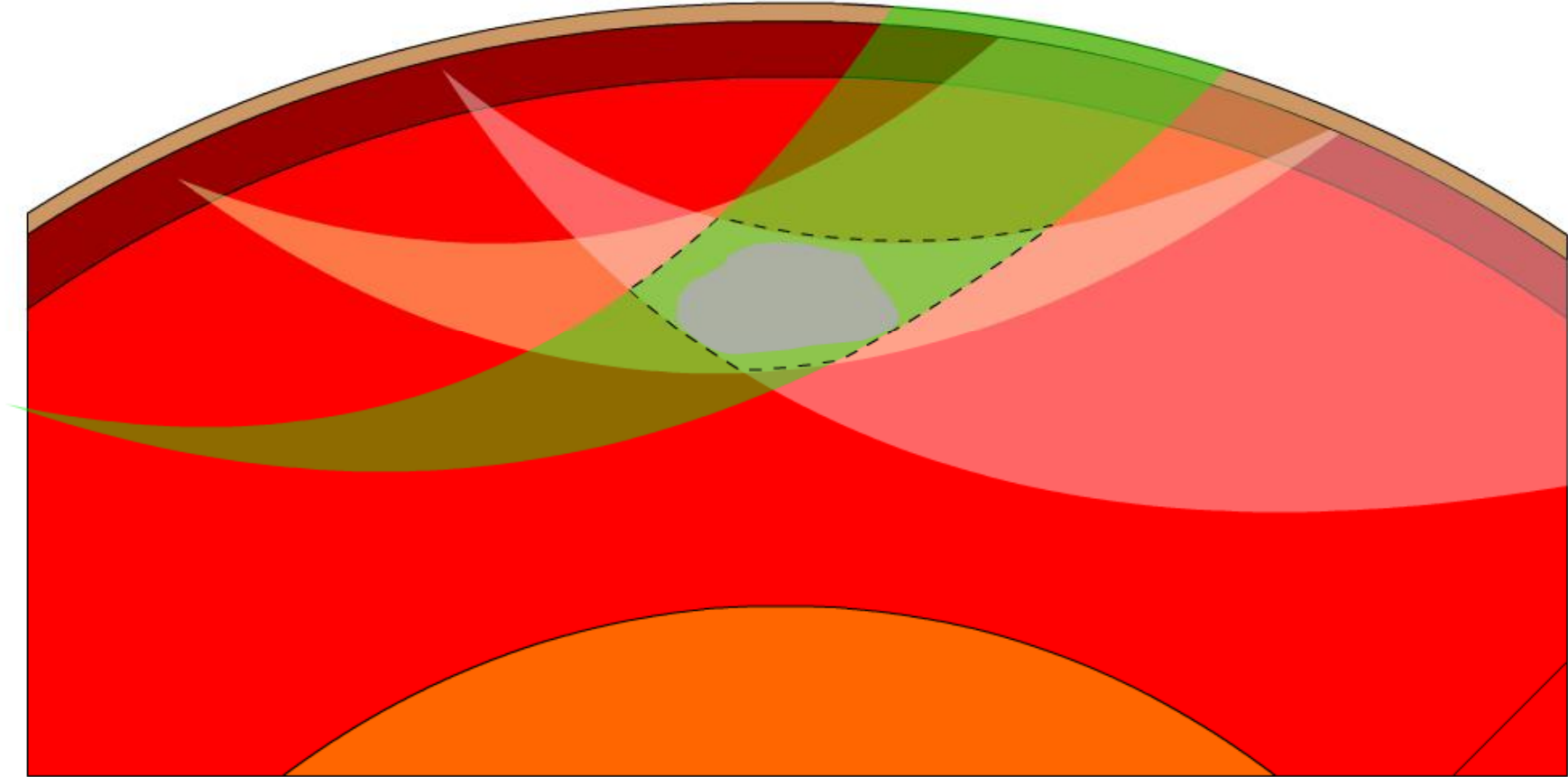
<http://ansatte.uit.no/kku000/webgeology/> (Kåre Kullerud)
module: Mantle dynamics and plate tectonics

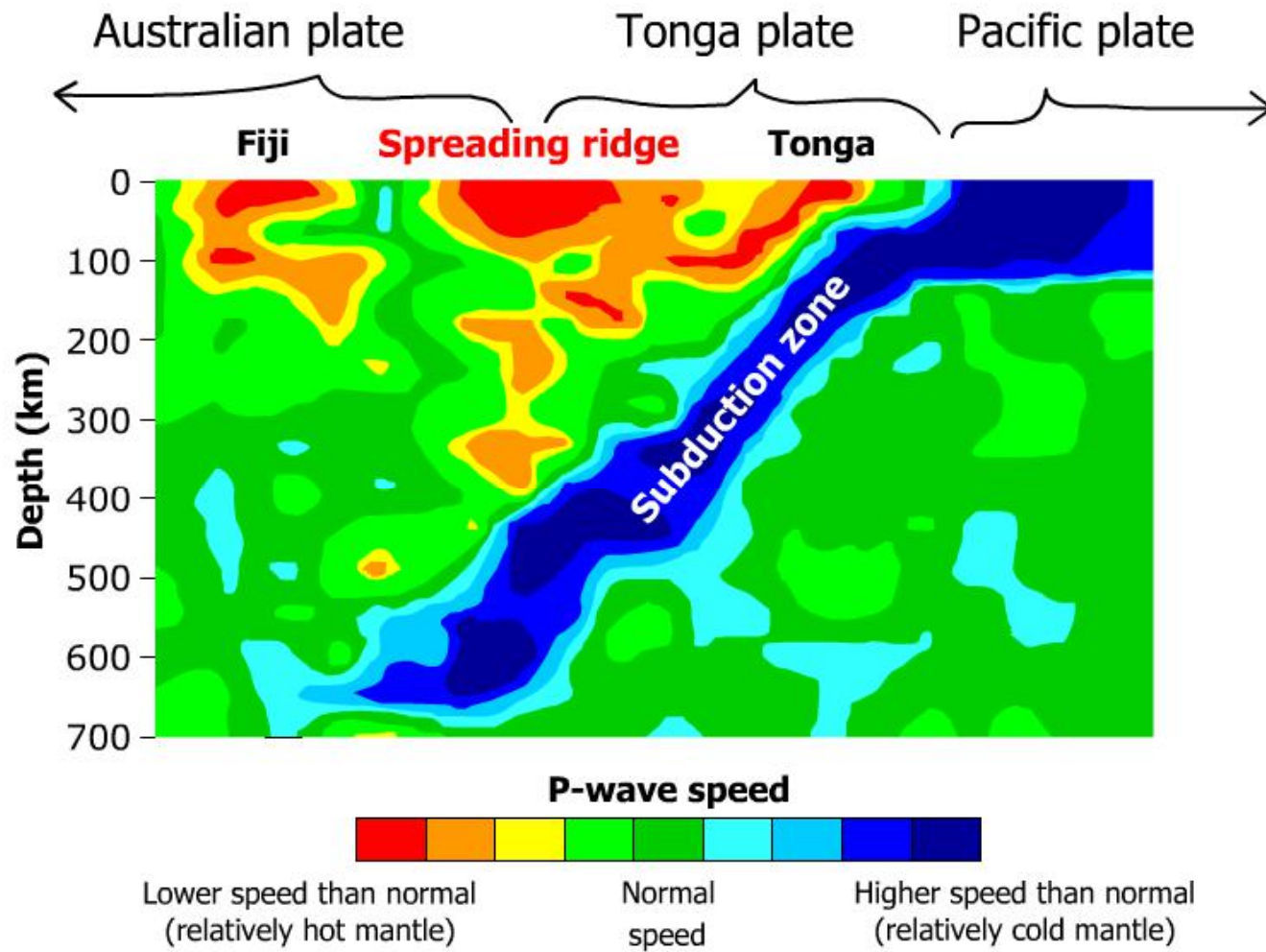


Temperature variations in the mantle



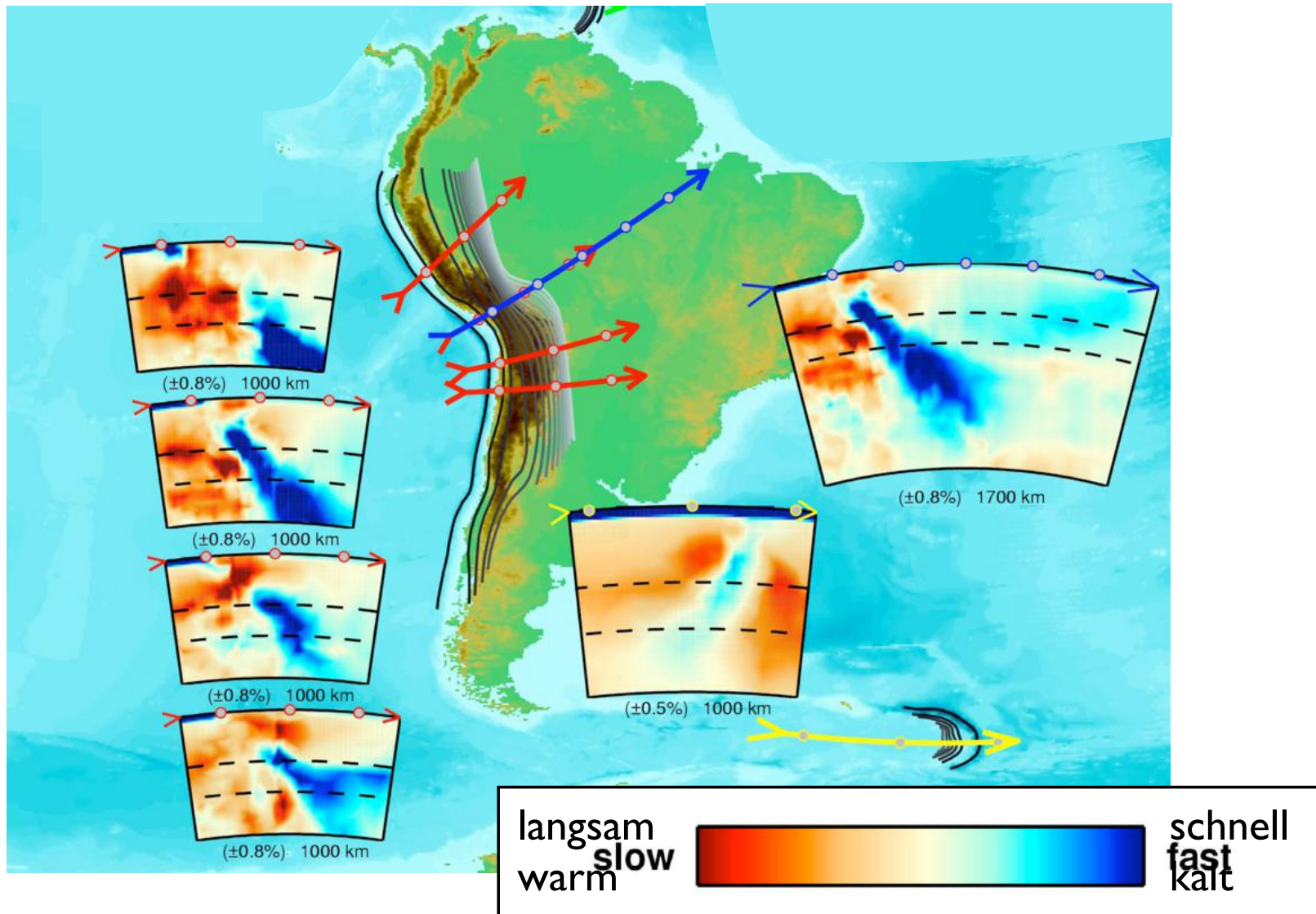
Seismic tomography



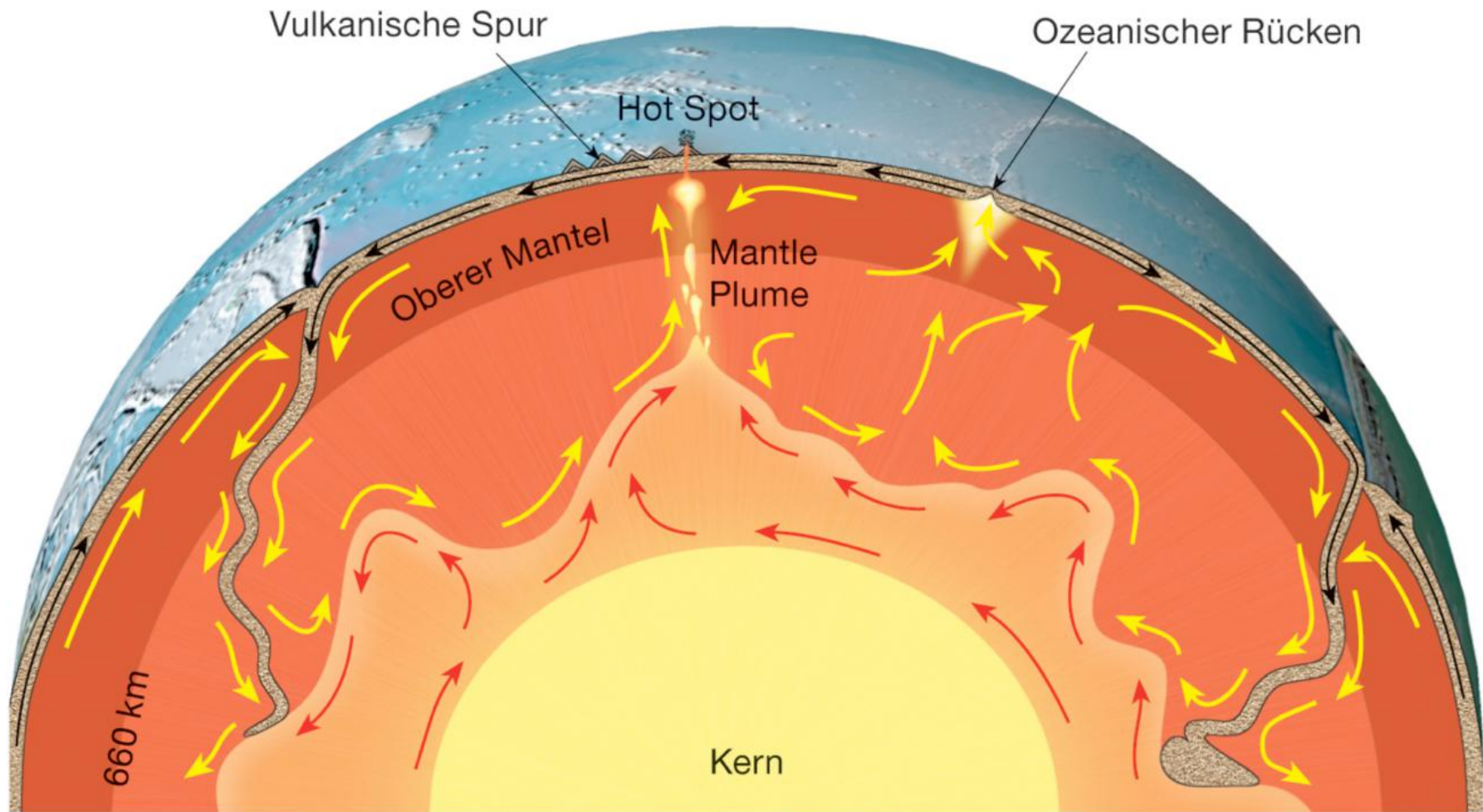


Source: Zhao & Kayal (2000)

Seismische Tomographie



Konvektionsmodelle



C. Lagenstruktur im tiefen Mantel

Intensitäten -
"gefühlte Magnituden"

Intensitäten

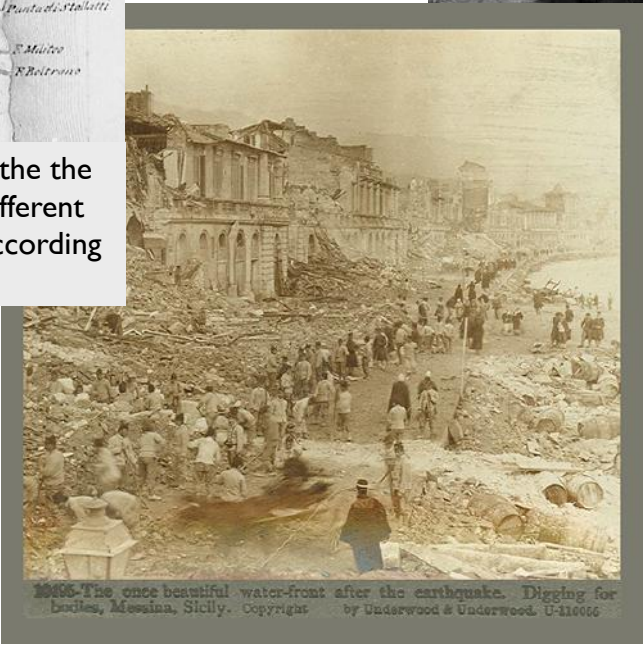


Detail of Schiantarelli's map of the the 1783 Calabrian earthquake - different symbols are used for villages according to the amount of damage



Prof. Giuseppe Mercalli
p. 24 conda a zingariamento
G. Mercalli

Giuseppe Mercalli
1850-1924



1908-The once beautiful waterfront after the earthquake. Digging for bodies, Messina, Sicily. Copyright by Underwood & Underwood. U-110066

Messina, nach dem Erdbeben 1908
M = 7.1 (123'000 Tote)

PROF. G. MERCALLI - BURNED TO DEATH

Famous Director of Vesuvian Observatory Upsets Oil Lamp Upon Himself.

ALONE IN HIS APARTMENTS

Tragedy Discovered When the House Catches Fire — Had Written 150 Works.

By Marcello Transilivante Wirefoto Telegram to The New York Times.

MILAN, March 19.—Prof. Giuseppe Mercalli, the world-renowned authority on volcanic and seismic phenomena and Director of the Vesuvian Observatory, met his death in a shocking manner this morning, being burned alive through the overturning of a paraffin lamp in his bedroom.

The scientist was quite alone at his residence in Naples, and, following his custom, evidently had been working far into the night. The petrol flared over his night dress, and in desperate efforts to stifle the flames by wrapping himself around with a blanket he was thwarted by the asphyxiating fumes rendering him unconscious. He fell beside the bed, where his body was found completely carbonized.

Toward 8 o'clock the concierge noticed flames bursting through the apartment, and on summoning the fire brigade, the tragedy was discovered.

Prof. Mercalli, who was 64 years of age, was a Milanese by birth. He became a priest in the Roman Catholic Church, and subsequently was appointed Professor of Natural Sciences at the Seminary of Milan. Suspected of liberalism, he was deprived of his professorial chair for openly subscribing to the national monument in honor of the great priest-philosopher, Antonio Rosmini.

The Italian Government thereupon conferred upon him a professorship at Domodossola, and later at Reggio di Calabria and Naples, where he succeeded Prof. Matteucci.

The deceased scientist was the author of no fewer than 150 publications relating to the mysterious phenomena to the study of which he devoted his life. His works have been translated into twenty-eight languages. He was also the inventor of the famous Mercalli scale for calculating force in degrees of earthquake shocks.

Prof. Mercalli never abandoned the simplicity of living to which he was accustomed during his ecclesiastical career, and until his death he habitually donned the garb of an Anglican clergyman. So absorbed was he in his favorite studies that when at 11 o'clock one morning the Naples University authorities went to ascertain if he was coming to preside over an examination then due, they found him engrossed in study, with his shutters fast closed and the room brilliantly lighted by gas. He had tolled right through the light.

"Why!" exclaimed the amazed devotee of science, "you are joking. It surely can't be daylight yet!"

The New York Times
Published: March 20, 1914
Copyright © The New York Times

Omoroi - Skala (1900)

M	g max	Beobachtung
I	300	Der Erdstoß ist so stark, dass die meisten Personen in Gebäuden erschrecken und nach draußen flüchten. Leichte Wandrisse und Putzschäden an schlecht gebauten Ziegelgebäuden, normale Holzhäuser knirschen laut. Möbel fallen um, Pendeluhren bleiben stehen, schlecht gebaute, hohe Kamine (z.B.) Fabrikschloten fallen um. Bäume erzittern sichtbar und das Wasser in Teichen und Tümpeln wird schlammig.
II	900	Wandrisse an normalen Holzhäusern, alte Holzhäuser werden schief. Manche japanischen Grabsteine und andere aufragende Objekte wie Steinlaternen fallen um, manche Thermal- und Mineralquellen ändern ihr Verhalten. Normale Fabrikschornsteine halten noch stand.
III	1200	Etwa ein Viertel aller Fabrikschornsteine wird beschädigt. Schlecht gebaute Ziegelhäuser werden zum Teil oder vollständig zerstört. Einige Holzbrücken werden beschädigt, manche Grabsteine und andere aufragende Objekte wie Steinlaternen fallen um. Japanische papierbespannte Türen gehen zu Bruch, Dachziegel verrutschen und leichter Steinschlag wird an einigen Bergflanken beobachtet.
IV	2000	Alle Fabrikschornsteine werden beschädigt. Die meisten Ziegelhäuser werden zum Teil oder vollständig zerstört, einige Holzhäuser werden vollständig zerstört. Holzschiebetüren springen aus ihren Führungen, normale Steinlaternen fallen um und Holzbrücken werden zum Teil zerstört. Spalten mit einer Breite von fünf bis acht Zentimetern öffnen sich in ebenem und weichem Untergrund, hier und da werden Dämme und Uferböschungen beschädigt.
V	2500	Alle normalen Ziegelhäuser werden sehr schwer beschädigt, etwa drei Prozent der Holzhäuser werden vollständig zerstört. Einige buddhistische Tempel stürzen ein. Dämme und Uferböschungen werden schwer beschädigt. Eisenbahngleise werden leicht verbogen, Ziegelmauern beschädigt und normale Grabsteine stürzen um. An einigen Stellen entstehen große Spalten im Boden entlang von Wasserläufen, die bis zu 60 cm breit werden können. Das Wasser aus Bächen und Flüssen schwappt ans Ufer, Brunnenwasser trübt sich. Erdbeben kommen vor.
VI	4000	Die meisten buddhistischen Tempel stürzen ein. 50 bis 80 Prozent der Holzhäuser werden vollständig zerstört. Dämme und Uferböschungen werden fast vollständig zerstört. Wege und Straße durch Reisfelder werden stark beschädigt und in einem Maße von Rissen und Spalten unterbrochen, dass der Verkehr mittels Reittieren oder Fahrzeugen auf ihnen verhindert wird. Eisenbahngleise werden stark verbogen, große Eisenbrücken werden zerstört. Holzbrücken werden zum Teil oder völlig zerstört und auch stabil gebaute Grabsteine fallen um. Meterbreite Spalten öffnen sich im Boden und werden manchmal von Sand- oder Wasserfontänen begleitet. Die meisten unterirdischen Tanks aus Eisen oder solche aus Keramik werden zerstört. Alle niedrig gelegenen Ebenen werden horizontal und vertikal solchermaßen geschüttelt, dass manchmal alle Bäume und Pflanzen absterben, es kommt zu zahlreichen Erdbeben.
VII	>> 4000	Alle Gebäude außer einigen Holzkonstruktionen werden zerstört. Einige Türen oder Holzhäuser werden 30 bis 90 cm weit gestoßen. Große Erdbeben stürzen von den Bergflanken und große Abrisse entstehen im Boden.

JMA (Japan Meteorological Agency) 1951

Shindo (Intensität)	Menschen	Situation in Gebäuden	Situation im Freien
0	nicht wahrnehmbar		
1	für manche Menschen spürbar		
2	für viele Menschen spürbar, kann Schlafende wecken	Deckenlampen und andere hängende Objekte können etwas pendeln	
3	für die meisten Menschen spürbar, löst bei manchen Menschen Angst aus	Geschirr in Regalen kann scheppern	Stromleitungen schwingen etwas
4	löst verbreitet Angst aus, manche Menschen suchen Schutz, die meisten Schlafenden erwachen	hängende Objekte pendeln erheblich, Geschirr scheppert, instabil aufgestellte Schmuckgegenstände können umfallen	Stromleitungen schwingen stark, auch für gehende Menschen spürbar, einige Autofahrer bemerken das Beben
5弱 5-jaku („schwache 5“)	viele Menschen suchen Schutz, manche Menschen haben Mühe sich fortzubewegen	hängende Objekte pendeln erheblich, Geschirr und Bücher können aus Regalen fallen, viele instabil aufgestellte Schmuckgegenstände fallen um, Möbel können verrutschen	Fensterscheiben können zerbrechen, herunterfallen, Telegraf- und Strommasten wackeln sichtbar, unverstärkte Steinmauern können zusammenbrechen, gelegentlich Straßenschäden
5強 5-kyō („starke 5“)	löst Panik aus, viele Menschen haben Mühe sich fortzubewegen	Geschirr und Bücher fallen aus Regalen, Fernseher können vom Gestell fallen, schwere Möbel wie Kommoden können umfallen, gelegentlich lassen sich verzogene Türen nicht mehr öffnen, Schiebetüren können herausfallen	viele unverstärkte Steinmauern brechen zusammen, schlecht aufgestellte Automaten können umfallen, viele Grabsteine stürzen um, Fahrzeuge zu steuern wird schwierig und viele bleiben stehen
6弱 6-jaku („schwache 6“)	aufrechtes Stehen ist erschwert	ungesicherte schwere Möbel verrutschen oder fallen um, viele Türen lassen sich nicht mehr öffnen	oft werden Fensterscheiben und Ziegel beschädigt und fallen herunter
6強 6-kyō („starke 6“)	Stehenbleiben wird unmöglich, nur noch krabbelnde Fortbewegung ist möglich	fast alle ungesicherten schweren Möbel verrutschen oder fallen um, Türen können herausspringen und weggeschleudert werden	verbreitet werden Fensterscheiben und Ziegel beschädigt und fallen herunter, unverstärkte Steinmauern brechen verbreitet zusammen
7	gezielte Fortbewegung wird durch das Beben unmöglich	fast alle Möbel werden bewegt, einige fliegen durch die Luft	fast alle Fensterscheiben und Ziegel werden beschädigt und fallen herunter, auch verstärkte Steinmauern können einstürzen

Europäische Makroseismische Skala (EMS) 1998

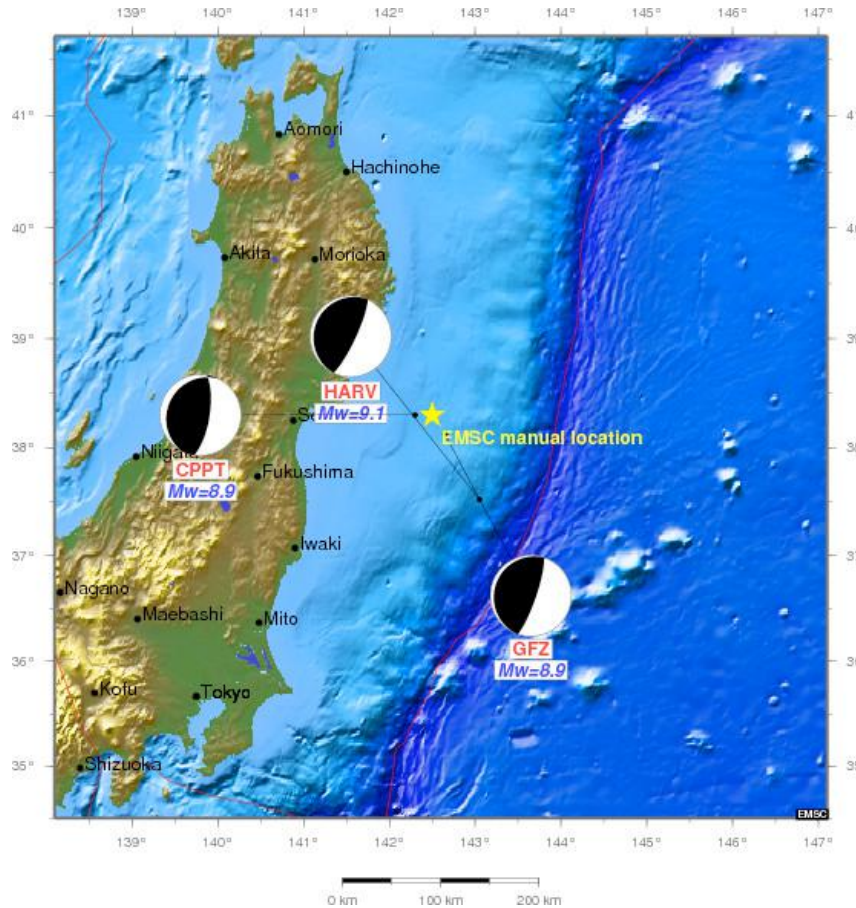
Intensität		Beschreibung (Quelle: http://de.wikipedia.org/wiki/Europäische_Makroseismische_Skala)	≈ M
I	nicht fühlbar	Selbst unter günstigen Bedingungen nicht fühlbar.	1
II	kaum bemerkbar	Einzelne ruhende Personen nehmen die Erschütterungen wahr, vor allem in höher gelegenen Stockwerken von Gebäuden.	2
III	schwach	Schwache Erschütterungen werden durch Personen wahrgenommen, die sich innerhalb von Gebäuden befinden. Ruhende Personen fühlen ein Schwanken oder leichtes Erzittern.	3
IV	deutlich	Von vielen Personen innerhalb von Gebäuden wahrnehmbar, außerhalb nur von einigen. Manche Schlafende erwachen. Die Stärke der Erschütterungen ist nicht beängstigend. Fenster, Türen und Geschirr klappern, hängende Objekte beginnen zu schwingen.	4
V	stark	Von den meisten Personen innerhalb von Gebäuden wahrnehmbar, außerhalb von einigen. Manche Personen flüchten aus Gebäuden, viele Schlafende erwachen. Gebäude erzittern komplett, hängende Objekte schwingen deutlich, Porzellan und Gläser stoßen vernehmlich zusammen. Die Erschütterungen sind stark, kopflastige Objekte fallen um. Türen und Fenster öffnen und schließen sich.	5
VI	leichte Gebäudeschäden	Wird von den meisten Personen innerhalb von Gebäuden wahrgenommen, außerhalb von den meisten. Viele Personen in Gebäuden erschrecken und flüchten nach draußen. Kleine Gegenstände fallen herunter. Leichte Schäden an normalen Gebäuden, so etwa Risse und Ausbrüche in Verputzen.	5.3 - 5.9
VII	Gebäudeschäden	Die meisten Personen in Gebäuden erschrecken und flüchten nach draußen. Möbel verrutschen und viele Gegenstände fallen aus Regalen und offenen Schränken. Viele normale Gebäude werden beschädigt, so etwa durch Mauerrisse und teilweise einstürzende Kamine.	6.0 - 6.9
VIII	schwere Gebäudeschäden	Möbel können umfallen. Viele normale Gebäude werden beschädigt: Kamine stürzen ein, große Mauerrisse, einige Gebäude fallen teilweise zusammen.	7.0 - 7.3
IX	zerstörernd	Hohe Strukturen wie Denkmäler oder Säulen fallen um oder werden verbogen. Viele normale Gebäude fallen teilweise zusammen, einige Gebäude werden vollständig zerstört.	7.4 - 7.7
X	sehr zerstörernd	Viele normale Gebäude stürzen ein.	7.8 - 8.4
XI	verwüstend	Die meisten normalen Gebäude stürzen ein.	8.5 - 8.9
XII	vollständig verwüstend	Fast alle über- und unterirdischen Bauwerke werden zerstört oder schwer beschädigt.	> 9.0

Ground shaking

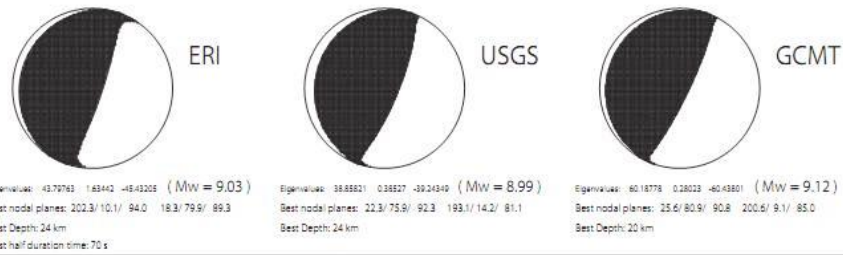


Aufarbeitung und Monitoring

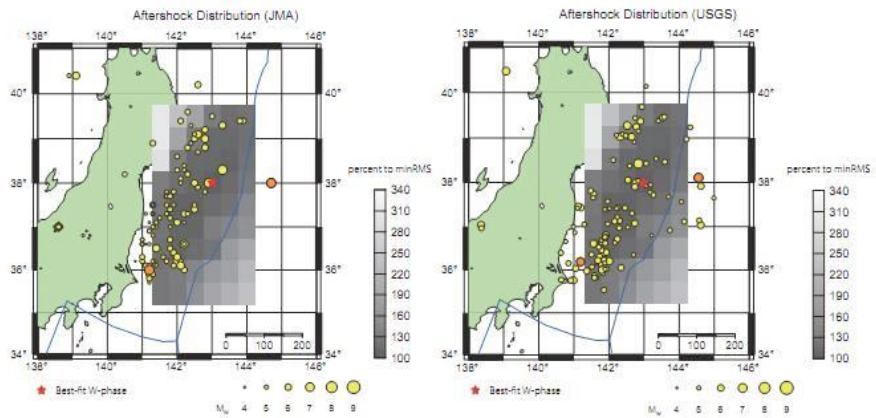
Herdfächenlösungen



GFZ Geoforschungszentrum Potsdam
 HARV Harvard
 CPPT Commissariat à l'Énergie Atomique et aux Énergies Alternatives



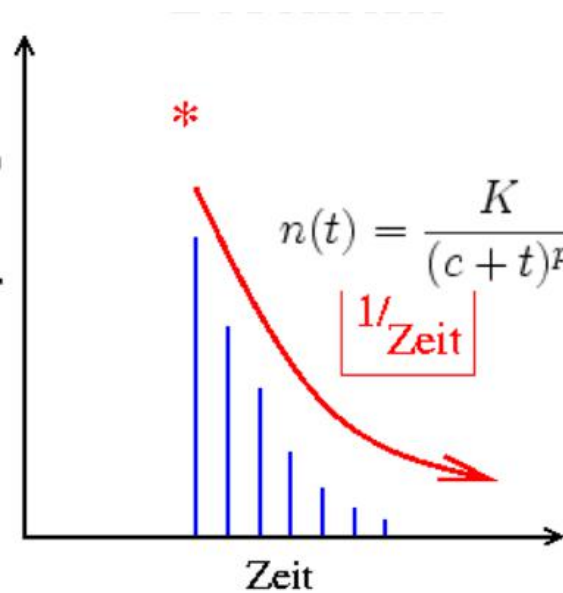
Grid search area



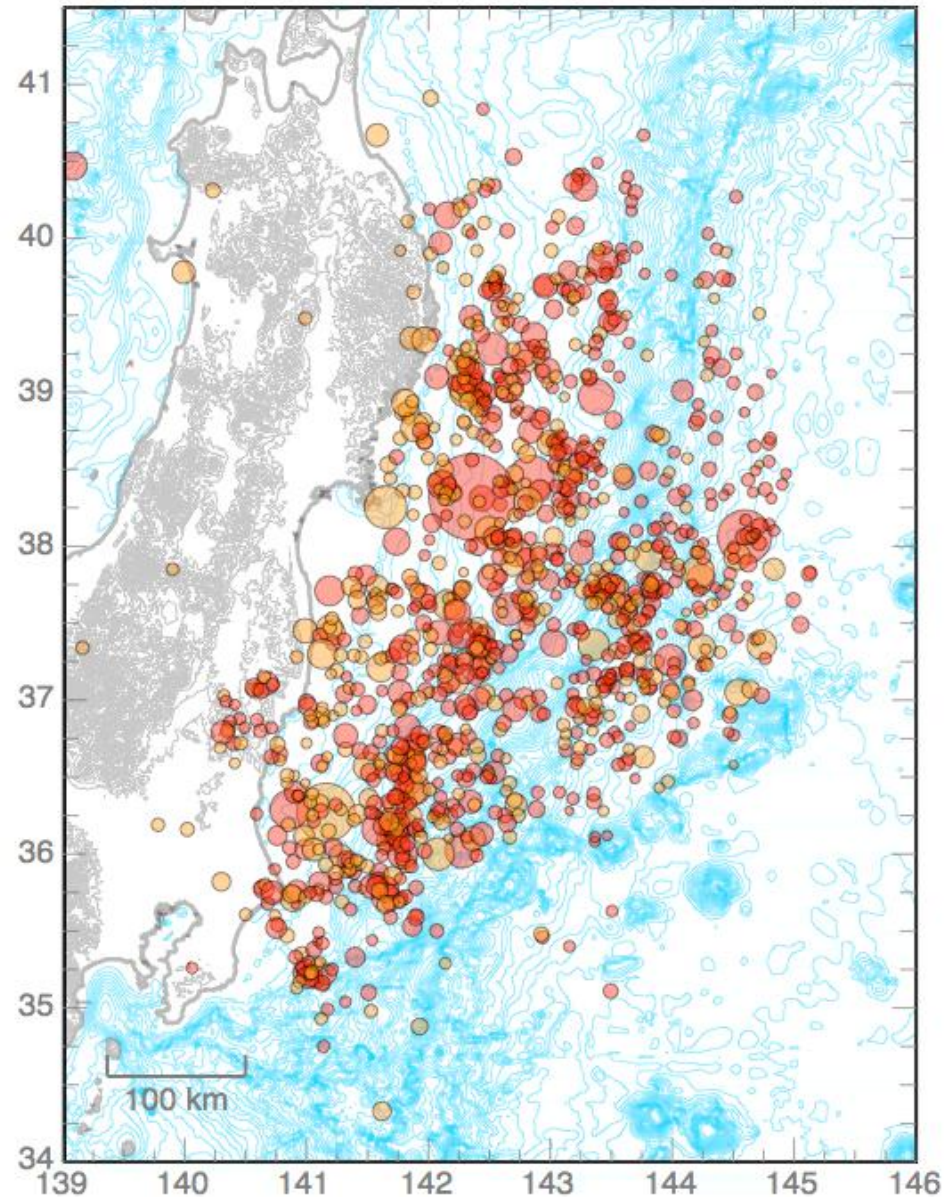
Focal Mechanism derived by W-phase and P-wave using Kanamori and Rivera (2008) method.

Parameters of best fit solution are as follows:
 slope: 10, halfduration 70 s, depth 24 km.

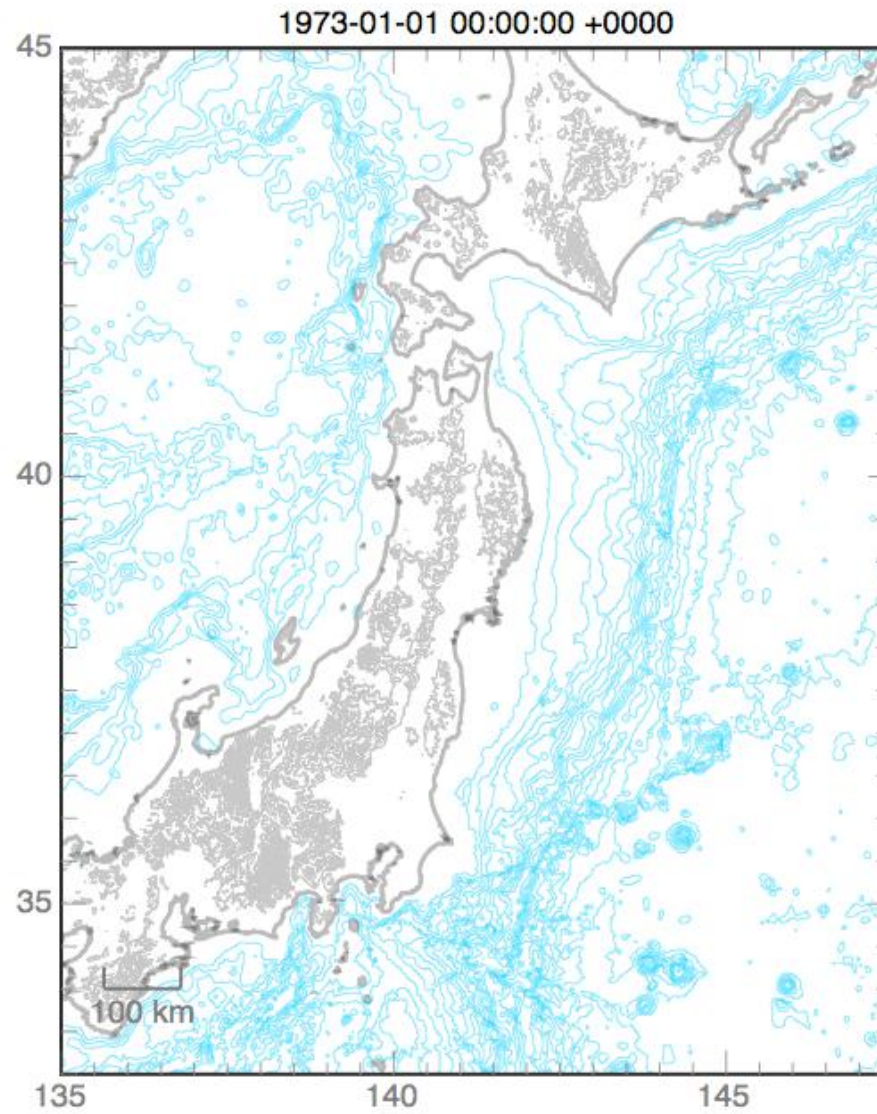
Vorbeben - Nachbeben 9. März - 7. April



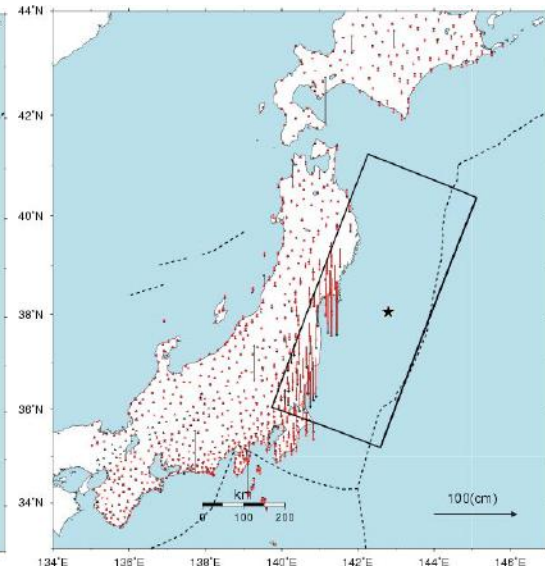
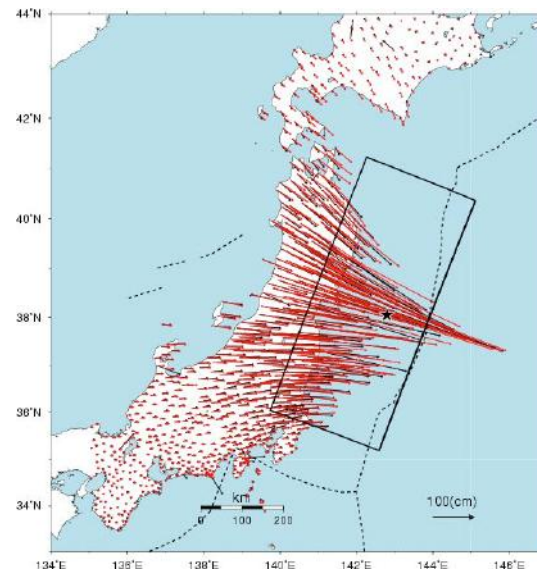
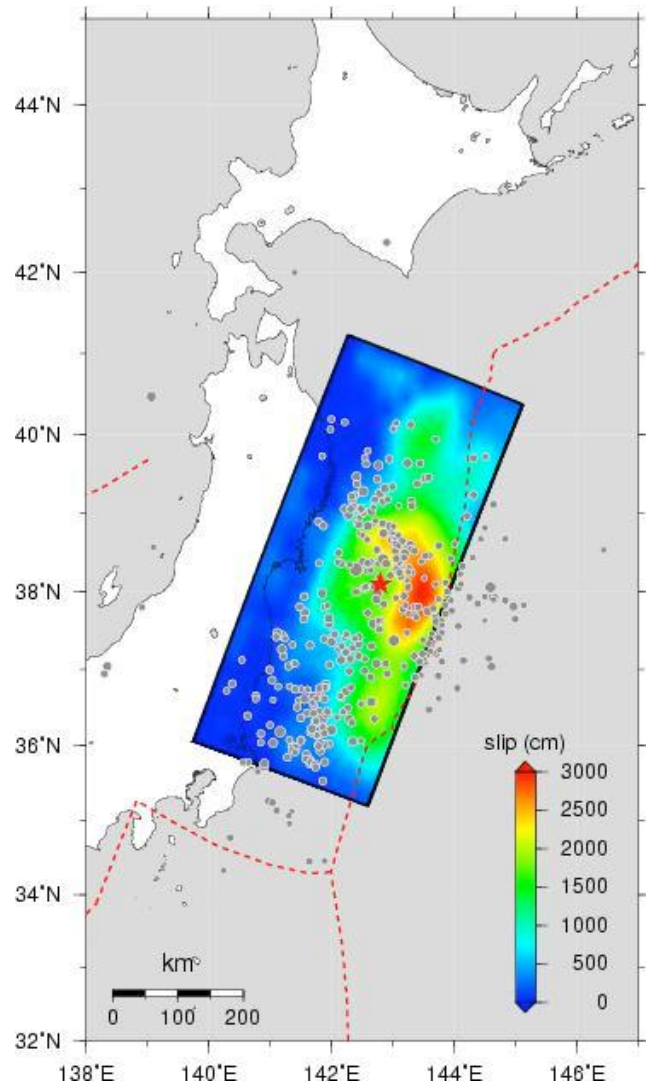
Bath's Law:
Grösstes Nachbeben ist eine
Magnitude kleiner als Hauptbeben



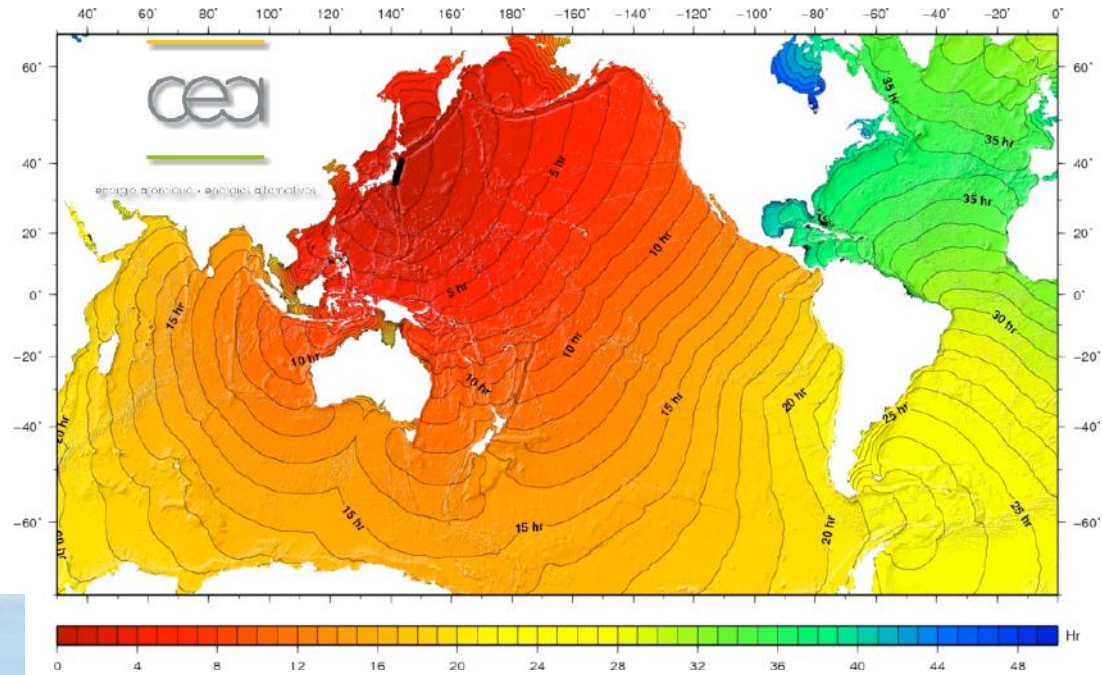
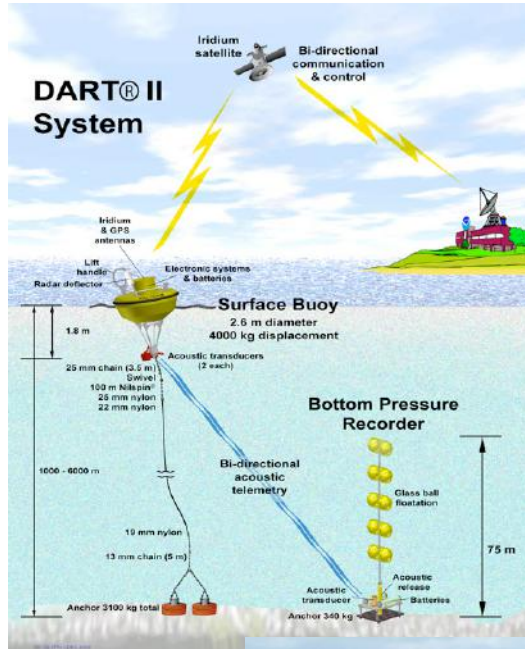
historische Seismizität I. I. 1973 - 18. 4. 2011



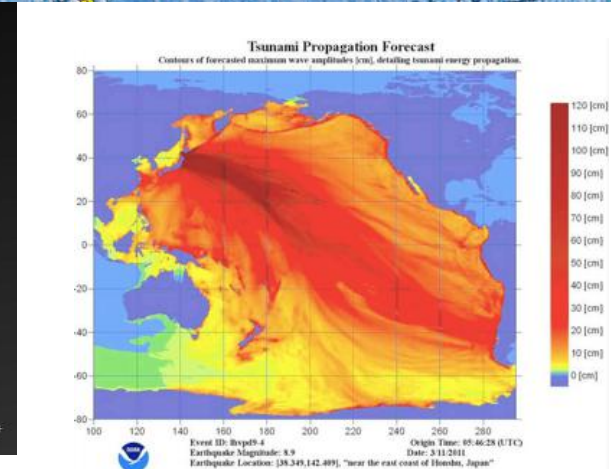
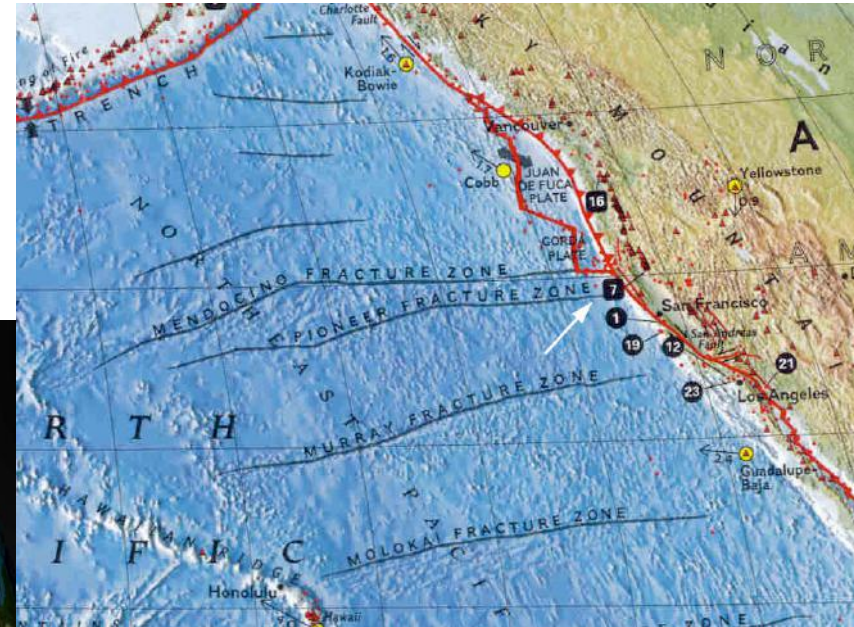
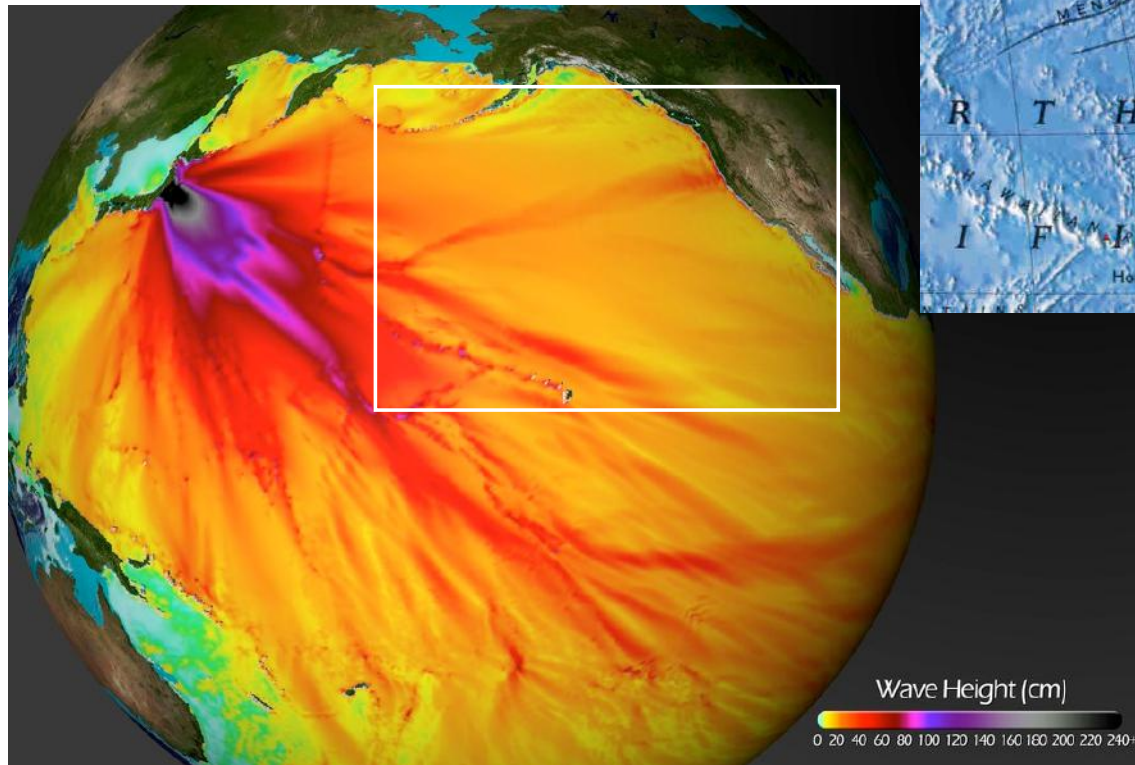
Bewegungen an der Verwerfung



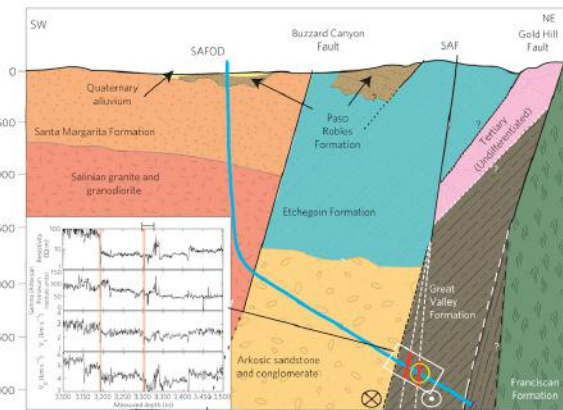
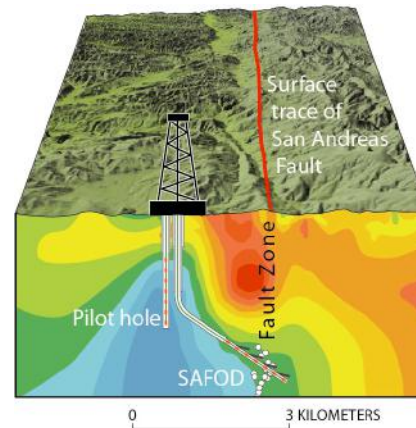
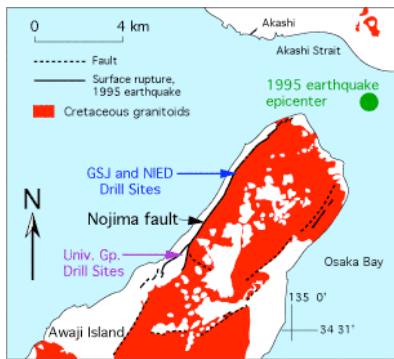
Tsunami Ausbreitungsgeschwindigkeit



Tsunami Prognose für Wellenhöhe



Bohrungen durch aktive Verwerfungen



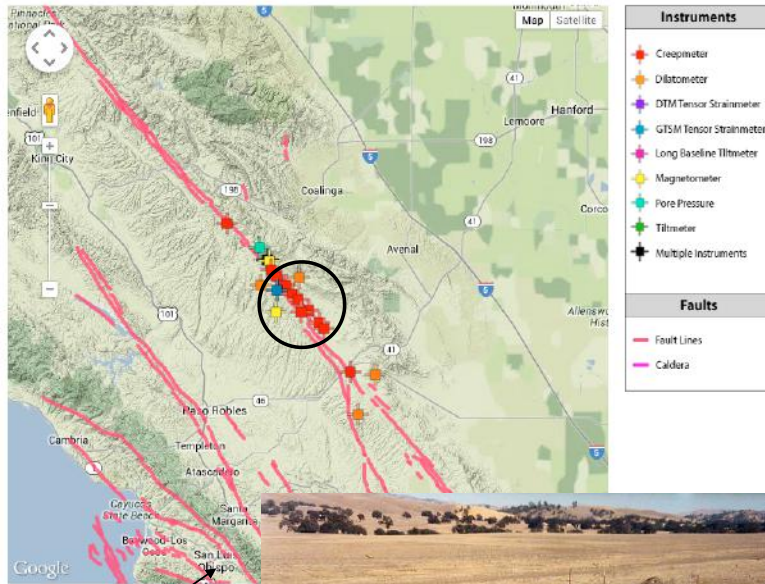
Nojima Fault drillholes
Nojima Fault Preservation Museum



SAFOD
San Andreas Fault Observatory at Depth

Creepmeters

Map of Instrument Sites



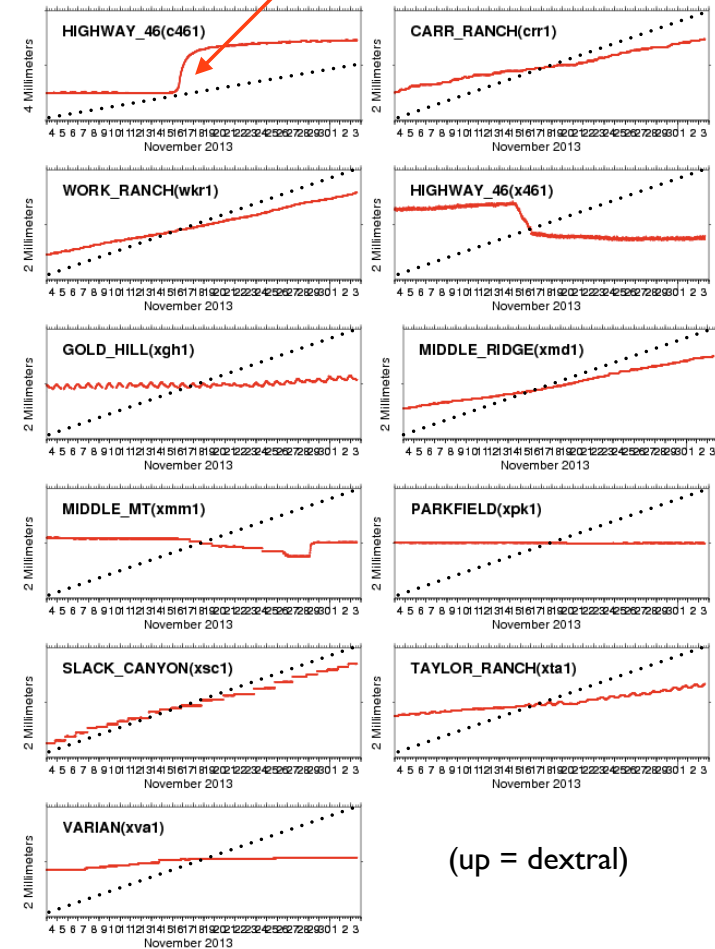
San Luis Obispo



Parkfield creepmeter installation

2 mm / Tag = 70 cm / Jahr !

RED lines display auto-processed data where upward trends indicate right lateral movement.



(up = dextral)

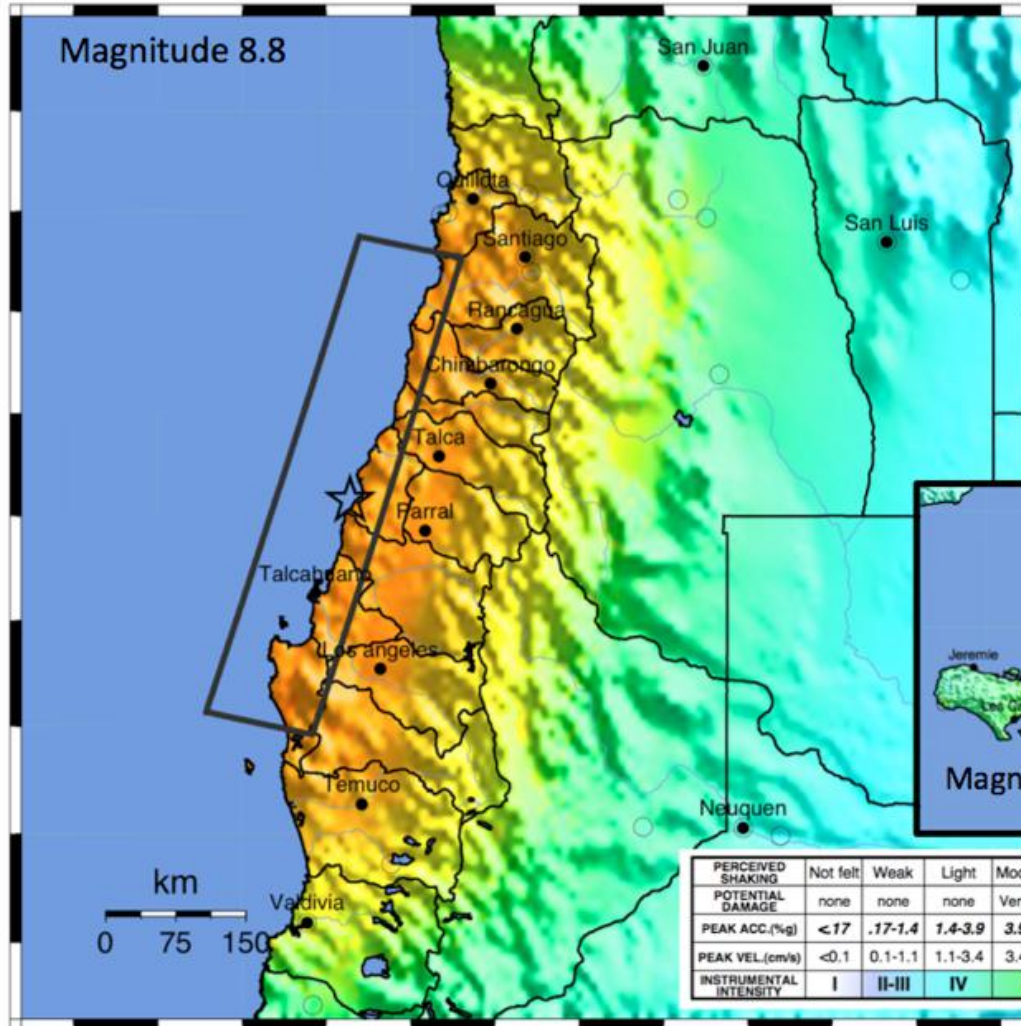
..... 2 mm / Monat = 2.4 cm / Jahr

Vergleich strikes-slip versus subduktion

Chile 2010 - Haiti 2010 Vergleich



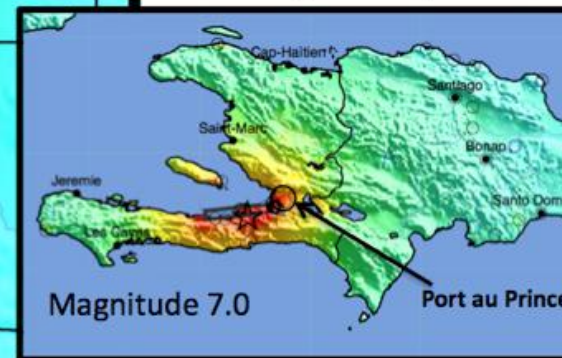
USGS ShakeMap : OFFSHORE MAULE, CHILE
 Sat Feb 27, 2010 06:34:14 GMT M 8.8 S35.85 W72.72 Depth: 35.0km ID:2010tfan



**USGS ShakeMap
 Estimated Shaking
 Intensities**

Same Map Scale!

Haiti, Jan 10, 2010



PERCEIVED SHAKING	Not felt	Weak	Light	Moderate	Strong	Very strong	Severe	Violent	Extreme
POTENTIAL DAMAGE	none	none	none	Very light	Light	Moderate	Moderate/Heavy	Heavy	Very Heavy
PEAK ACC.(%g)	<0.17	.17-1.4	1.4-3.9	3.9-9.2	9.2-18	18-34	34-65	65-124	>124
PEAK VEL.(cm/s)	<0.1	0.1-1.1	1.1-3.4	3.4-8.1	8.1-16	16-31	31-60	60-116	>116
INSTRUMENTAL INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+

Chile 2010 - Haiti 2010 Vergleich



M 8.8, OFFSHORE MAULE, CHILE

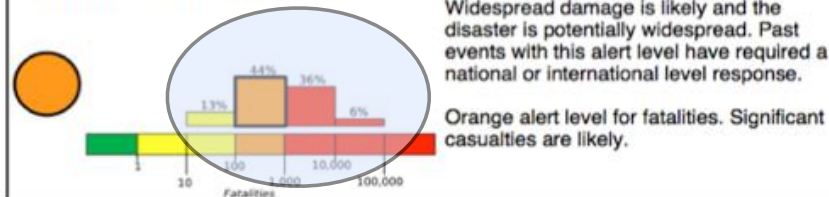
Origin Time: Sat 2010-02-27 06:34:14 UTC (03:34:14 local)

Location: 35.85°S 72.72°W Depth: 35 km

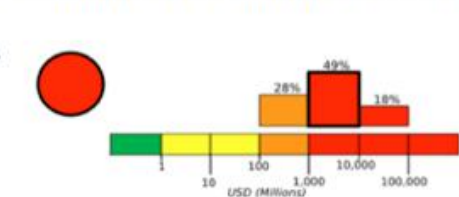
PAGER
Version 4

Created: 14 hours, 10 minutes after earthquake

Estimated Fatalities



Estimated Economic Losses



Estimated Population Exposed to Earthquake Shaking

ESTIMATED POPULATION EXPOSURE (k = x1000)	--*	0*	1,223k*	2,735k*	758k*	7,361k	5,537k	0	0
ESTIMATED MODIFIED MERCALLI INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+

M 7.0, HAITI REGION

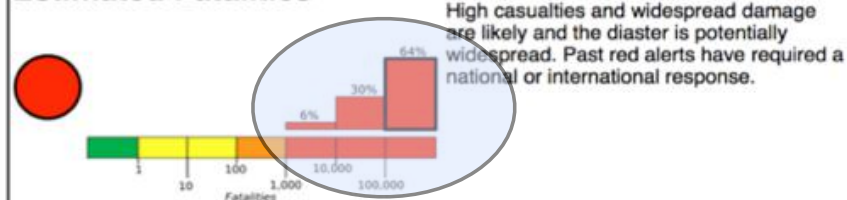
Origin Time: Tue 2010-01-12 21:53:10 UTC (16:53:10 local)

Location: 18.45°N 72.57°W Depth: 13 km

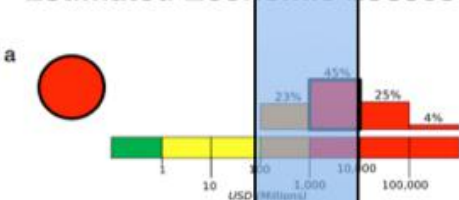
PAGER
Version 1

Created: 1 month, 2 weeks after earthquake

Estimated Fatalities



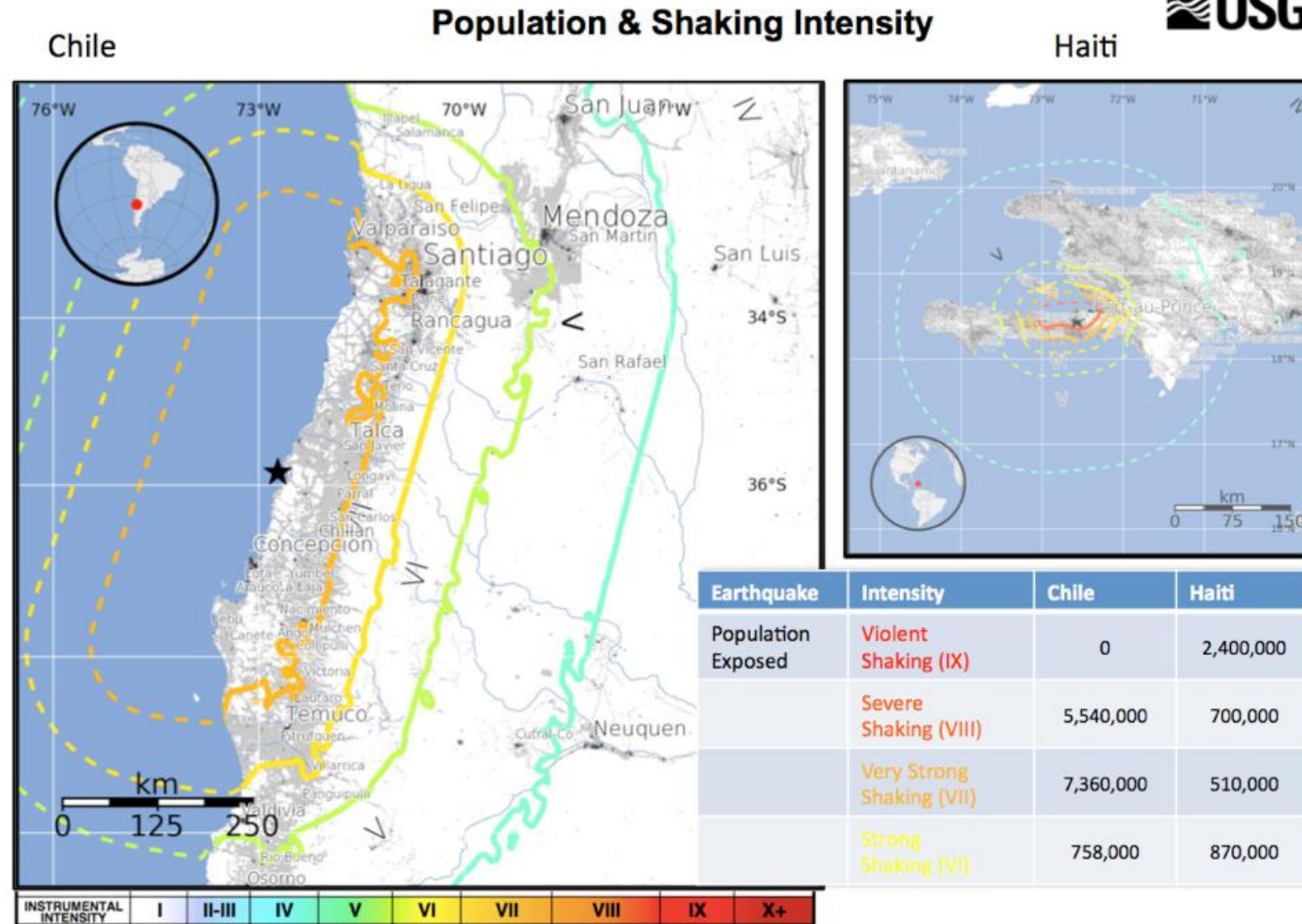
Estimated Economic Losses



Estimated Population Exposed to Earthquake Shaking

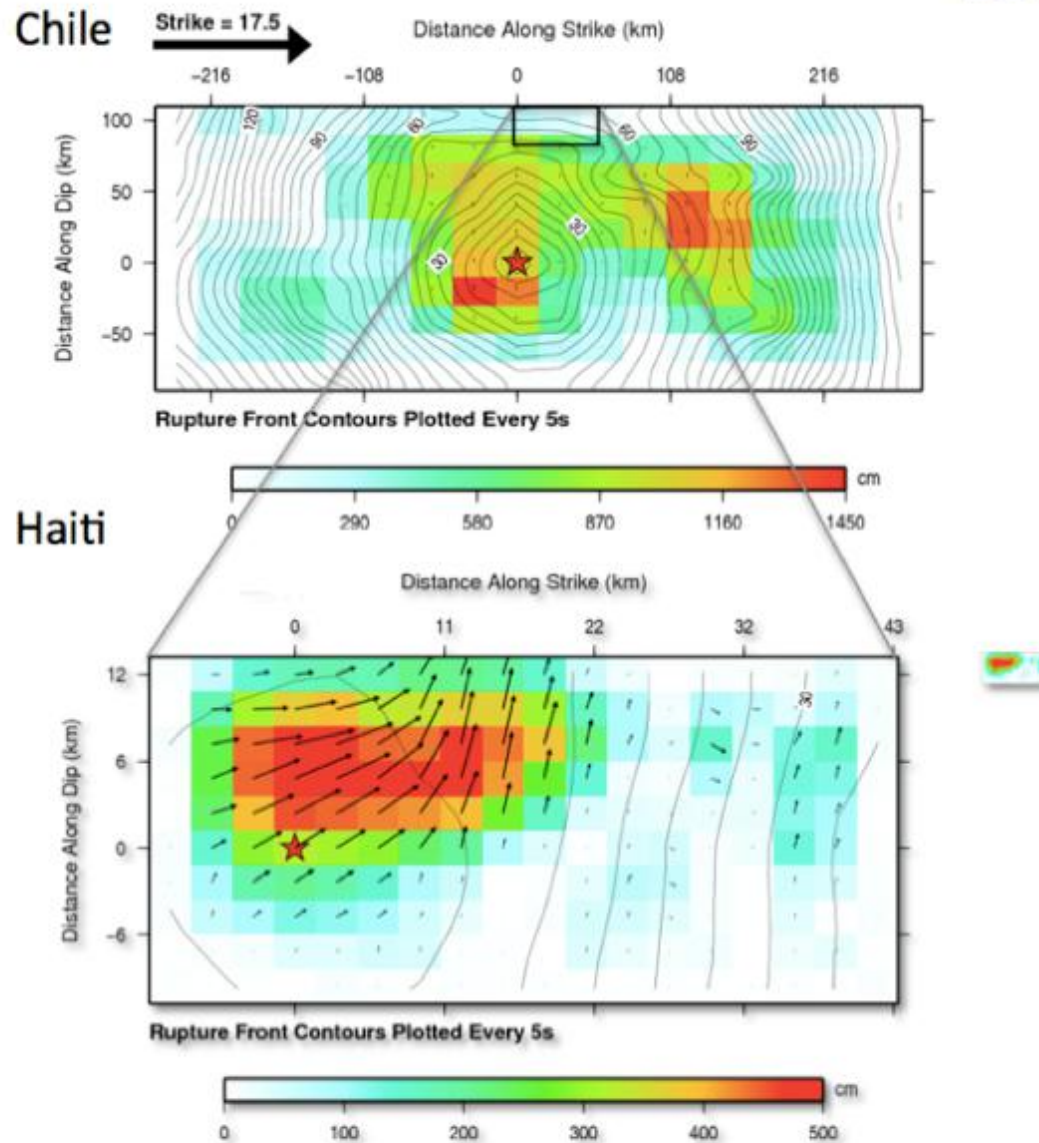
ESTIMATED POPULATION EXPOSURE (k = x1000)	--*	50k*	7,272k*	6,149k	867k	513k	706k	2,370k	3k	
ESTIMATED MODIFIED MERCALLI INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+	
PERCEIVED SHAKING	Not felt	Weak	Light	Moderate	Strong	Very Strong	Severe	Violent	Extreme	
POTENTIAL DAMAGE	Resistant Structures	none	none	none	V. Light	Light	Moderate	Moderate/Heavy	Heavy	V. Heavy
	Vulnerable Structures	none	none	none	Light	Moderate	Moderate/Heavy	Heavy	V. Heavy	V. Heavy

Chile 2010 - Haiti 2010 Vergleich



[Maps on approximately same scale]

Chile 2010 - Haiti 2010 Vergleich



Chile 2010 - Haiti 2010 Vergleich



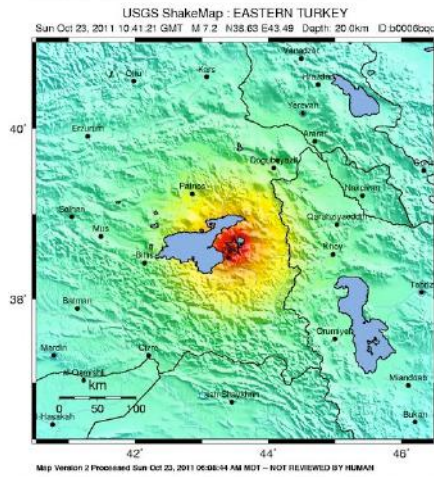
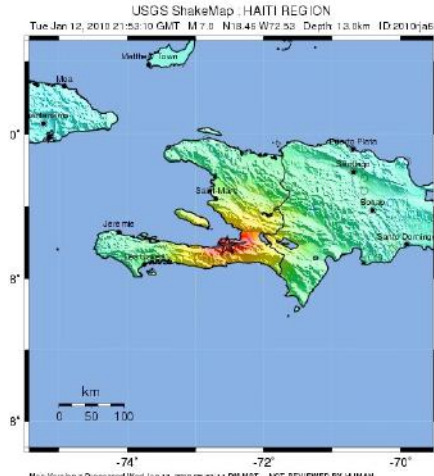
2010 Chile & Haiti Earthquake Fault Facts

The Facts	Chile	Haiti
Magnitude	8.8	7.0
Maximum Estimated Shaking Intensity	~ VIII	~ IX
Fault Size Area (km ²)	80,000 sq km	600 sq km
Maximum Slip (meters)	12	5
Average slip (meters)	7	2
ave. slip x area	560,000	1,200

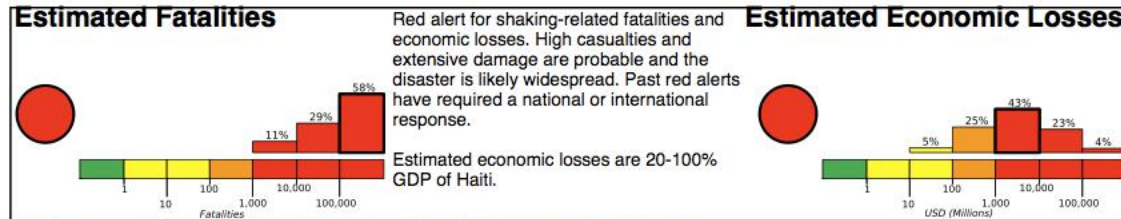
560,000/1,200 ~ = 500 times energy release

Prognose: nein
Vorsorge: ja

gross ≠ tödlich

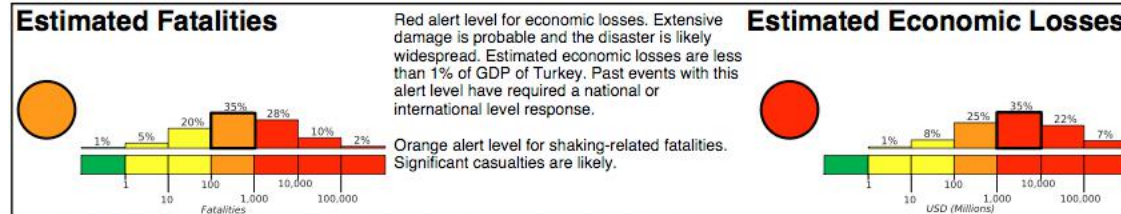


PERCEIVED SHAKING	Not felt	Weak	Light	Moderate	Strong	Very strong	Severe	Violent	Extreme
POTENTIAL DAMAGE	none	none	none	Very light	Light	Moderate	Moderate/Heavy	Heavy	Very Heavy
PEAK ACC (g)	< 0.17	0.17-1.4	1.4-3.9	3.9-9.2	9.2-18	18-34	34-65	65-124	>124
PEAK VEL (cm/s)	< 0.1	0.1-1.1	1.1-3.4	3.4-8.1	8.1-16	16-31	31-60	60-116	>116
INTEGRATED INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+



Estimated Population Exposed to Earthquake Shaking

ESTIMATED POPULATION EXPOSURE (k = x1000)	--*	50k*	7,468k*	6,361k	926k	598k	2,030k	908k	118k	
ESTIMATED MODIFIED MERCALLI INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+	
PERCEIVED SHAKING	Not felt	Weak	Light	Moderate	Strong	Very Strong	Severe	Violent	Extreme	
POTENTIAL DAMAGE	Resistant Structures	none	none	none	V. Light	Light	Moderate	Moderate/Heavy	Heavy	V. Heavy
	Vulnerable Structures	none	none	none	Light	Moderate	Moderate/Heavy	Heavy	V. Heavy	V. Heavy



Estimated Population Exposed to Earthquake Shaking

ESTIMATED POPULATION EXPOSURE (k = x1000)	--*	34k*	5,685k*	10,462k*	2,311k	298k	463k	0	0	
ESTIMATED MODIFIED MERCALLI INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+	
PERCEIVED SHAKING	Not felt	Weak	Light	Moderate	Strong	Very Strong	Severe	Violent	Extreme	
POTENTIAL DAMAGE	Resistant Structures	none	none	none	V. Light	Light	Moderate	Moderate/Heavy	Heavy	V. Heavy
	Vulnerable Structures	none	none	none	Light	Moderate	Moderate/Heavy	Heavy	V. Heavy	V. Heavy

Von der Gefährdung zum (finanziellen) Risiko

Die seismische
Gefährdung



Abb. 2: Erdbebengefährdung in der Schweiz. Rot: hohe Gefährdung, blau/grün: moderate Gefährdung. Quelle: SED

Beschaffenheit
des Untergrundes

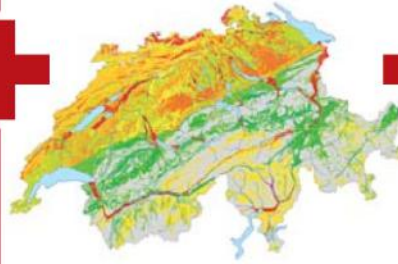


Abb. 3: Karte des lokalen Untergrundes. Besonders gefährdete Gebiete sind rot markiert. Quelle: SED

Betroffene
Werte



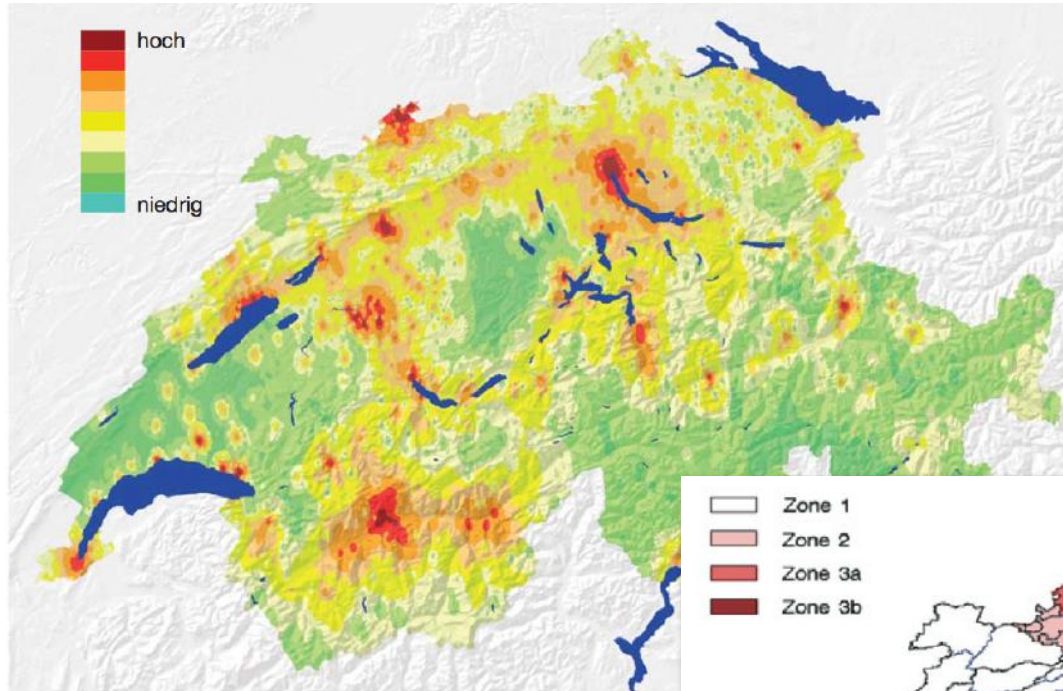
Abb. 4: Verteilung der Siedlungen in der Schweiz.

Verletzbarkeit
der Gebäude



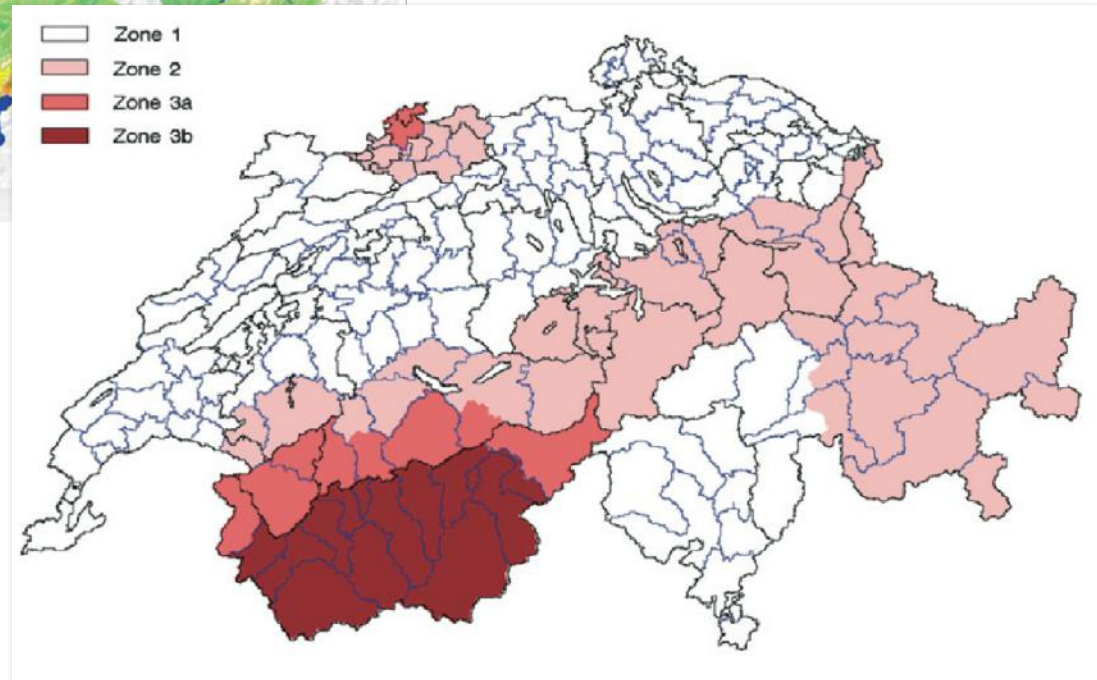
Abb. 5: Erdbebenschaden (Kobe Japan 2005). Quelle: H. Bachmann

Von der Gefährdung zum (finanziellen) Risiko

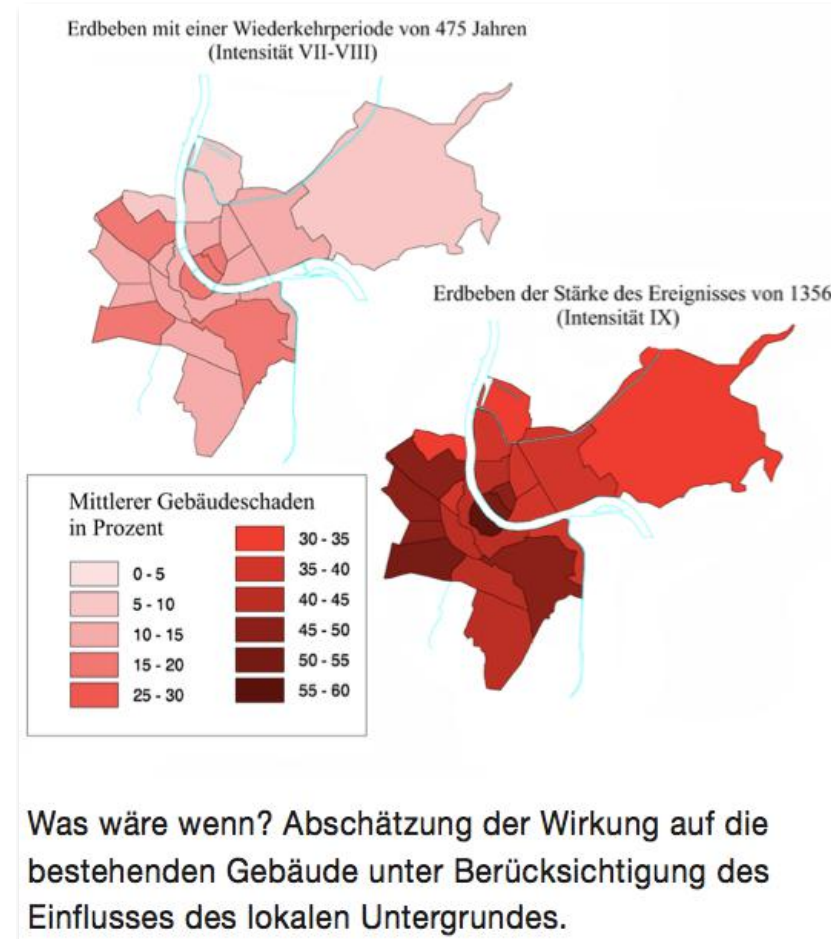
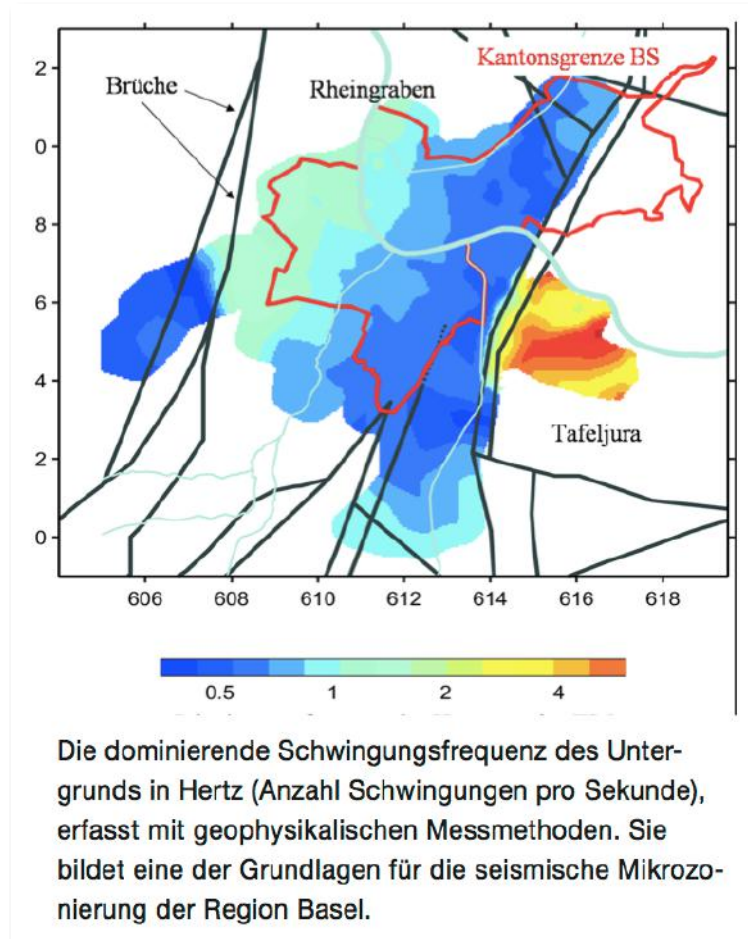


Verteilung des finanziellen Erdbebenrisikos

Erdbebenbaunorm SIA 261

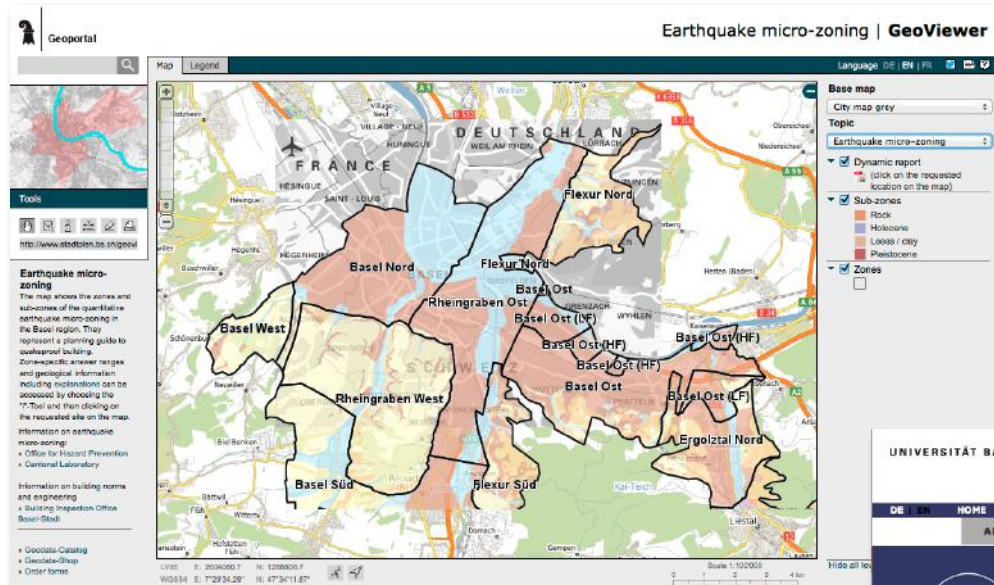


Mikrozonierung (Schweizerischer Erdbebendienst)



Mikrozonierung

Geoportal Basel



<http://www.geo-bs.ch/index.cfm>

http://www.geo-bs.ch/metadaten_geodaten-katalog.cfm

Angewandte und Umweltgeologie

<http://aug.duw.unibas.ch/>

Schweizerischer Erdbebendienst

The screenshot shows a web browser window with the title "Der SED - Verhalten". The address bar contains the URL "http://www.seismo.ethz.ch/index/eq_swiss/prep/verhalten/index". The browser's address bar also shows a search engine (Google) and a "Reader" button. Below the browser window, the website content is visible. On the left, there is a logo for the "Schweizerischer Erdbebendienst" (Swiss Earthquake Service) with its name in German, French, Italian, and Romansh. The main navigation bar includes links for "Der SED", "Erdbeben", "Erdbebenland Schweiz", "Erdbebenüberwachung", "Forschung", "Produkte", and "Bildung". A search bar is located on the right of the navigation bar. Below the navigation bar, the breadcrumb trail reads "Home > Erdbebenland Schweiz > Vorsorge > Verhalten". The main content area is titled "Verhalten" and features a sub-section "1. Vorsorgemassnahmen" (1. Precautionary Measures). The text under this section discusses how to behave during an earthquake, such as considering safety in advance, identifying main gas and water valves, and securing furniture. A "Links" section on the right provides additional resources like "BAFU - Erdbeben" and "PLANAT - Massnahmen gegen Erdbeben".

Der SED - Verhalten

http://www.seismo.ethz.ch/index/eq_swiss/prep/verhalten/index

Schweizerischer Erdbebendienst
Service Sismologique Suisse
Servizio Sismico Svizzero
Servizi da Terratrembels Svizzer

Der SED | Erdbeben | Erdbebenland Schweiz | Erdbebenüberwachung | Forschung | Produkte | Bildung

Home > Erdbebenland Schweiz > Vorsorge > Verhalten

Erdbebenland Schweiz

Vorsorge

Verhalten

Bauen

Versicherungen

Verhalten

1. Vorsorgemassnahmen

Überlegen Sie im Voraus, wie man sich bei einem Beben verhalten sollte (zu Hause, am Arbeitsplatz, am Ferienort, tagsüber, während der Nacht, unterwegs).

Wo sind die Haupthahnen und Hauptschalter für Gas, Wasser und Strom? Kann ich sie bedienen? Ist der Zugang jederzeit gewährleistet?

Die Standsicherheit von Regalen, Schränken und anderen Einrichtungsgegenständen überprüfen und allenfalls Halterungen anbringen.

Notfall-Telefonnummern auflisten und zusammen mit Ausweiskopien und persönlichen Medikamenten (Rezepten) in Griffnähe bereithalten.

Links

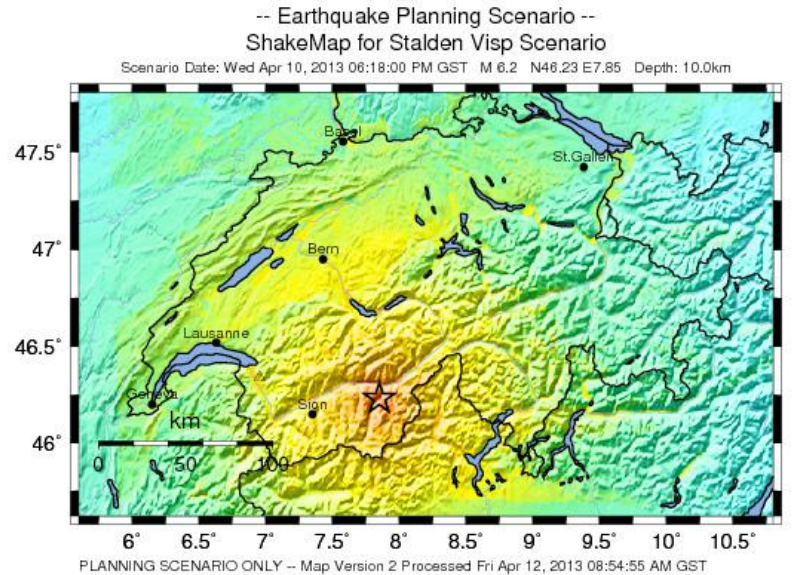
[BAFU - Erdbeben »](#)

[PLANAT - Massnahmen gegen Erdbeben »](#)

DE EN FR IT

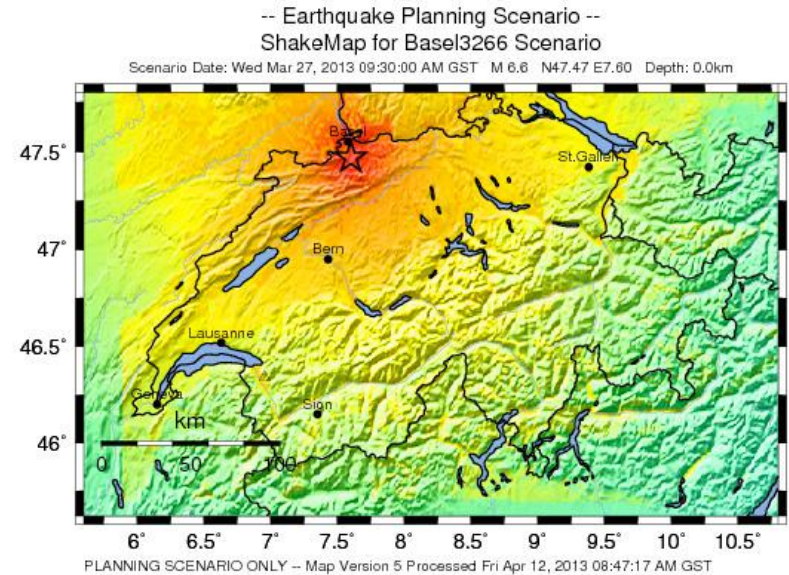
www.seismo.ethz.ch

Erdbebenszenarien (SED)



PERCEIVED SHAKING	Not felt	Weak	Light	Moderate	Strong	Very strong	Severe	Violent	Extreme
POTENTIAL DAMAGE	none	none	none	Very light	Light	Moderate	Moderate/Heavy	Heavy	Very Heavy
PEAK ACC.(%g)	<.17	.17-1.4	1.4-3.9	3.9-9.2	9.2-18	18-34	34-65	65-124	>124
PEAK VEL.(cm/s)	<0.1	0.1-1.1	1.1-3.4	3.4-8.1	8.1-16	16-31	31-60	60-116	>116
INSTRUMENTAL INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+

Erdbeben der Stärke 6.2 bei Visp



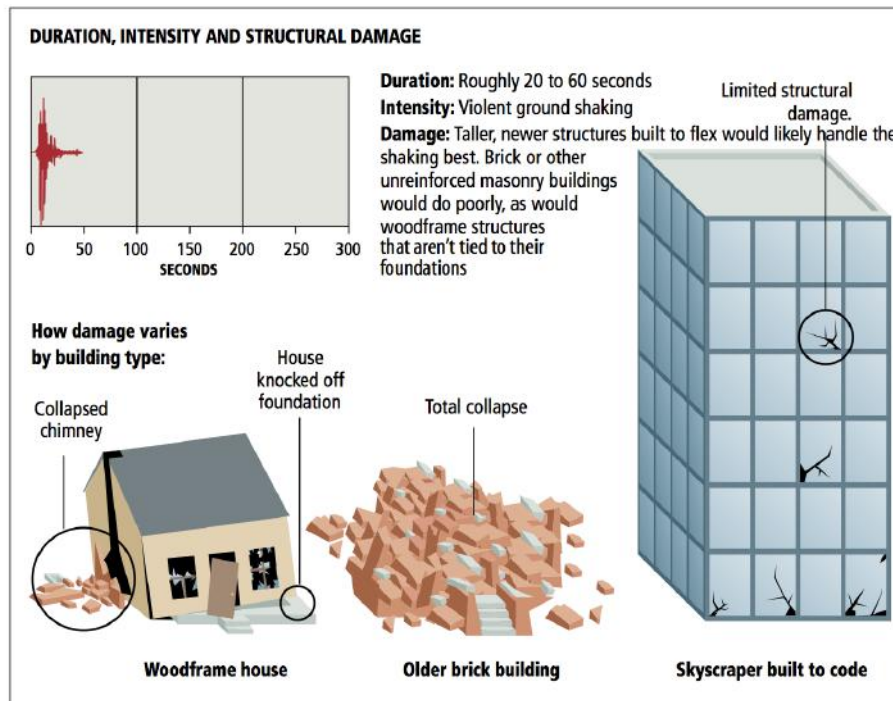
PERCEIVED SHAKING	Not felt	Weak	Light	Moderate	Strong	Very strong	Severe	Violent	Extreme
POTENTIAL DAMAGE	none	none	none	Very light	Light	Moderate	Moderate/Heavy	Heavy	Very Heavy
PEAK ACC.(%g)	<.17	.17-1.4	1.4-3.9	3.9-9.2	9.2-18	18-34	34-65	65-124	>124
PEAK VEL.(cm/s)	<0.1	0.1-1.1	1.1-3.4	3.4-8.1	8.1-16	16-31	31-60	60-116	>116
INSTRUMENTAL INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+

Erdbeben der Stärke 6.6 bei Basel

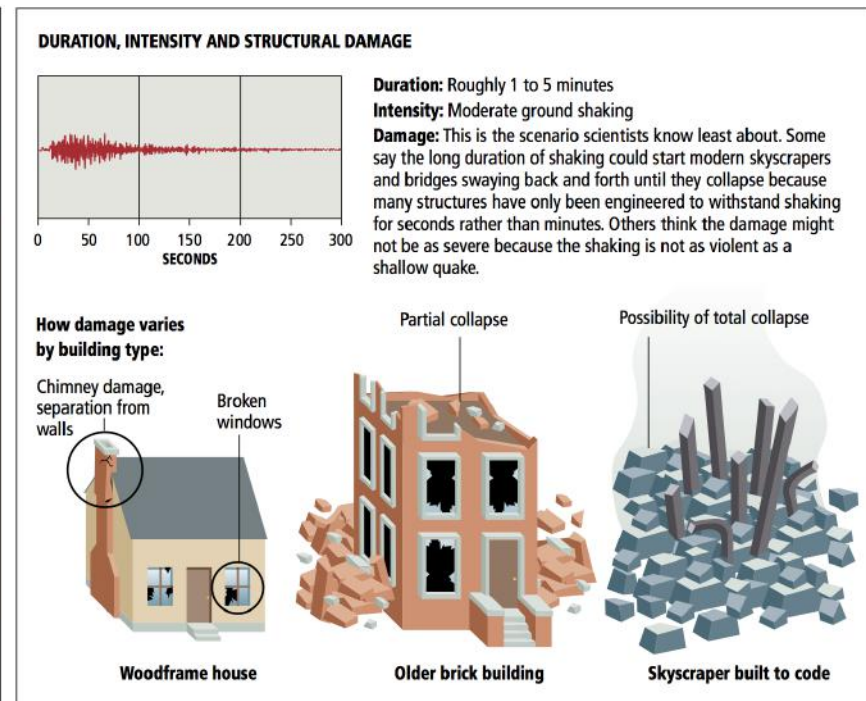
http://www.seismo.ethz.ch/eq_swiss/Szenario

IRIS Buildings and Earthquakes

Magnitude 7 Seichtbeben



Magnitude 9 Subduktionsbeben



2. Während des Erdbebens

In einem Gebäude



Schutz suchen (z.B. in einem unter einem soliden Türrahmen).
Achtung: Einrichtungen können umkippen oder zerbrechen, Deckenverkleidungen können abfallen.

Im Freien



3. Nach dem Erdbeben

- Ruhe bewahren!
- Auf Nachbeben gefasst sein.
- Gebäude und Umgebung nach allfälligen Brandherden absuchen.
- Vorsicht beim Gehen, besonders auf Treppen, wenn Mauerwerksteile abgefallen sind.
- Keine privaten Gegenstände verschieben.

Sowie:



Gas-, Wasser- und Stromleitungen auf Schäden prüfen.

4. Melden sie das Erdbeben

Melden Sie ein verspürtes Erdbeben nicht per Telefon oder Email, sondern wie folgt:

Internet: [Erdbeben Fragebogen ausfüllen](#)

Post: Schweizerischer Erdbebendienst, Sonneggstr.5, CH-8092 Zürich: Beobachtungsangaben

Fax: +41-44-633-1065: Beobachtungsangaben

Beobachtungsangaben:

Im Fall eines Erdbebens sind, neben Beobachtungsdatum und -zeit, folgende Informationen für die Festlegung der Stärke wichtig:

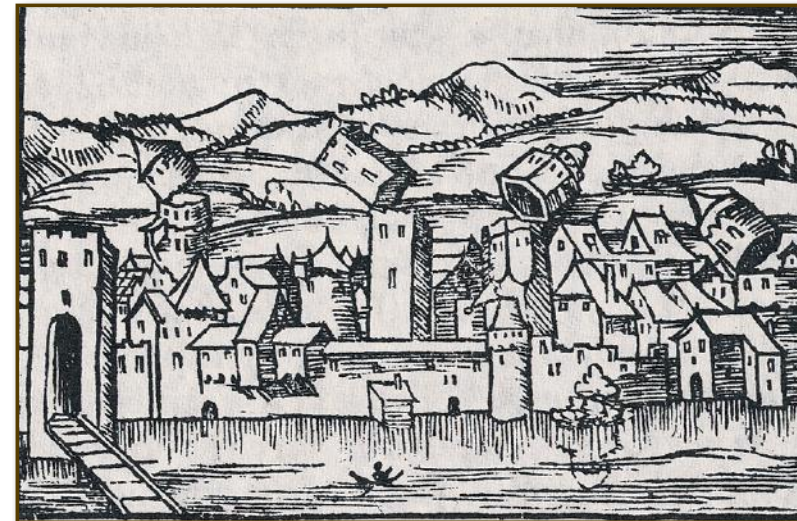
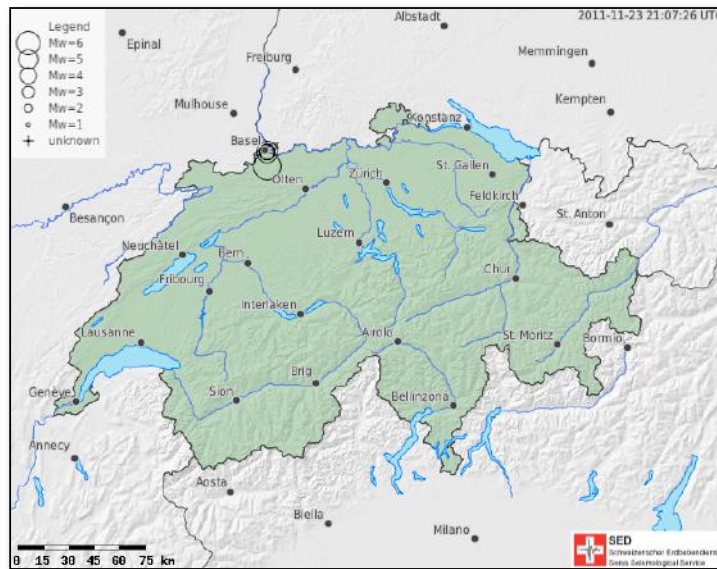
- Wie wurde es verspürt: leicht, deutlich, stark
- Tätigkeit des Beobachters: schlafend, sitzend, gehend etc.
- Wer hat es verspürt: nur eine Person, alle im Haus, in der Umgebung
- Aufenthaltsort des Beobachters: Adresse, Stockwerk, Gebäudetyp
- Art der Erschütterung: Stoss, Schaukeln, Zittern etc.
- Bewegung von Gegenständen: Geschirr, Lampen, Bilder
- Aufgetretene Schäden: Risse im Verputz, Dach etc.
- Sonstige Beobachtungen: Tierverhalten, Veränderung in der Natur, Geräusche

Basler Erdbeben

18.-19. Oktober 1356

Basel 18.-19. Oktober 1356

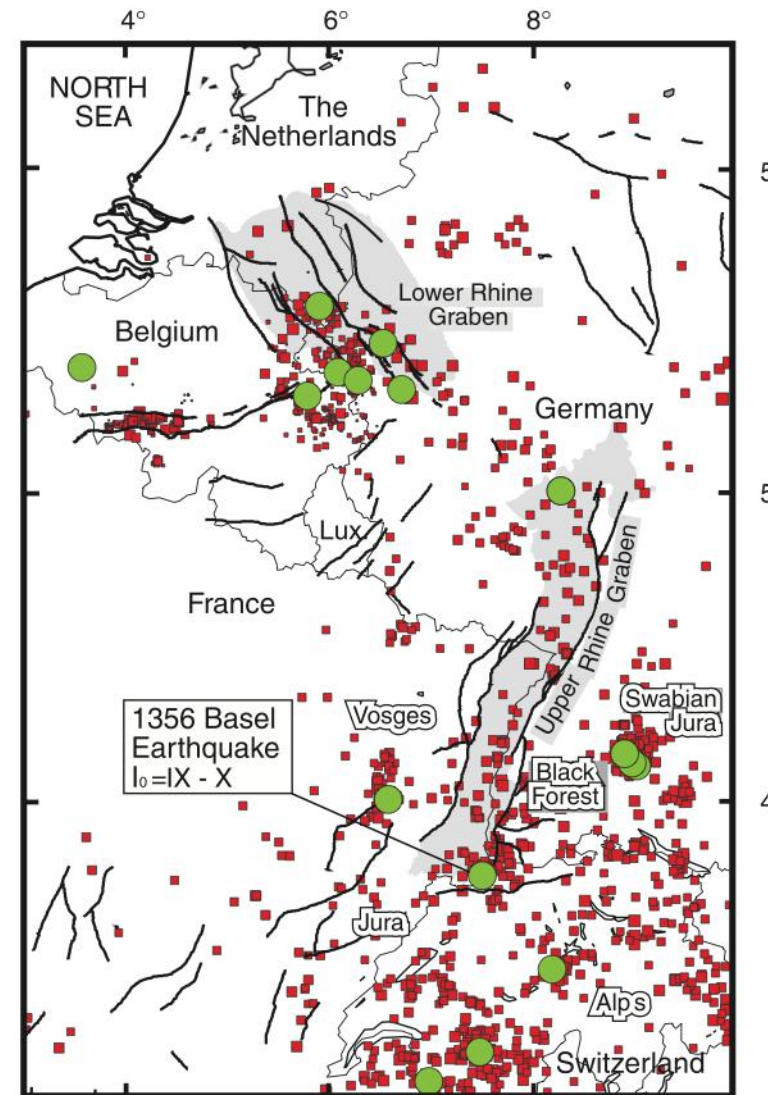
Datum	Zeit	Bewertung	Ereignistyp	Breite °Nord	Länge °Ost	Datenherkunft	Herdtiefe	Mw	MI	Epizentralintensität	Maximalintensität	Epizentralgebiet
1356/10/18	12:- -:--	sicher	Erdbeben	47.55	7.6	SED (ECOS-09)		3.9		V	verspürt	Basel
1356/10/18	13:- -:--	sicher	Erdbeben	47.55	7.6	SED (ECOS-09)		3.9		V	verspürt	Basel
1356/10/18	14:- -:--	sicher	Erdbeben	47.55	7.6	SED (ECOS-09)		3.9		V	verspürt	Basel
1356/10/18	16:- -:--	sicher	Erdbeben	47.55	7.6	SED (ECOS-09)		5.4		VII	VII	Basel
1356/10/18	21:- -:--	sicher	Erdbeben	47.47	7.6	SED (ECOS-09)		6.6		IX	IX	Basel
1356/10/19	--: -:--	sicher	Erdbeben	47.55	7.6	SED (ECOS-09)		3.9		V	verspürt	Basel



Basel 1356, fiktive Darstellung, 16.Jh., Sebastian Münster.

Mehr Info: <http://www.burgenlexikon.eu/513.html>
<http://www.altbasel.ch/dossier/erdbeben.htm>

Tektonische Situation



Intensitäten

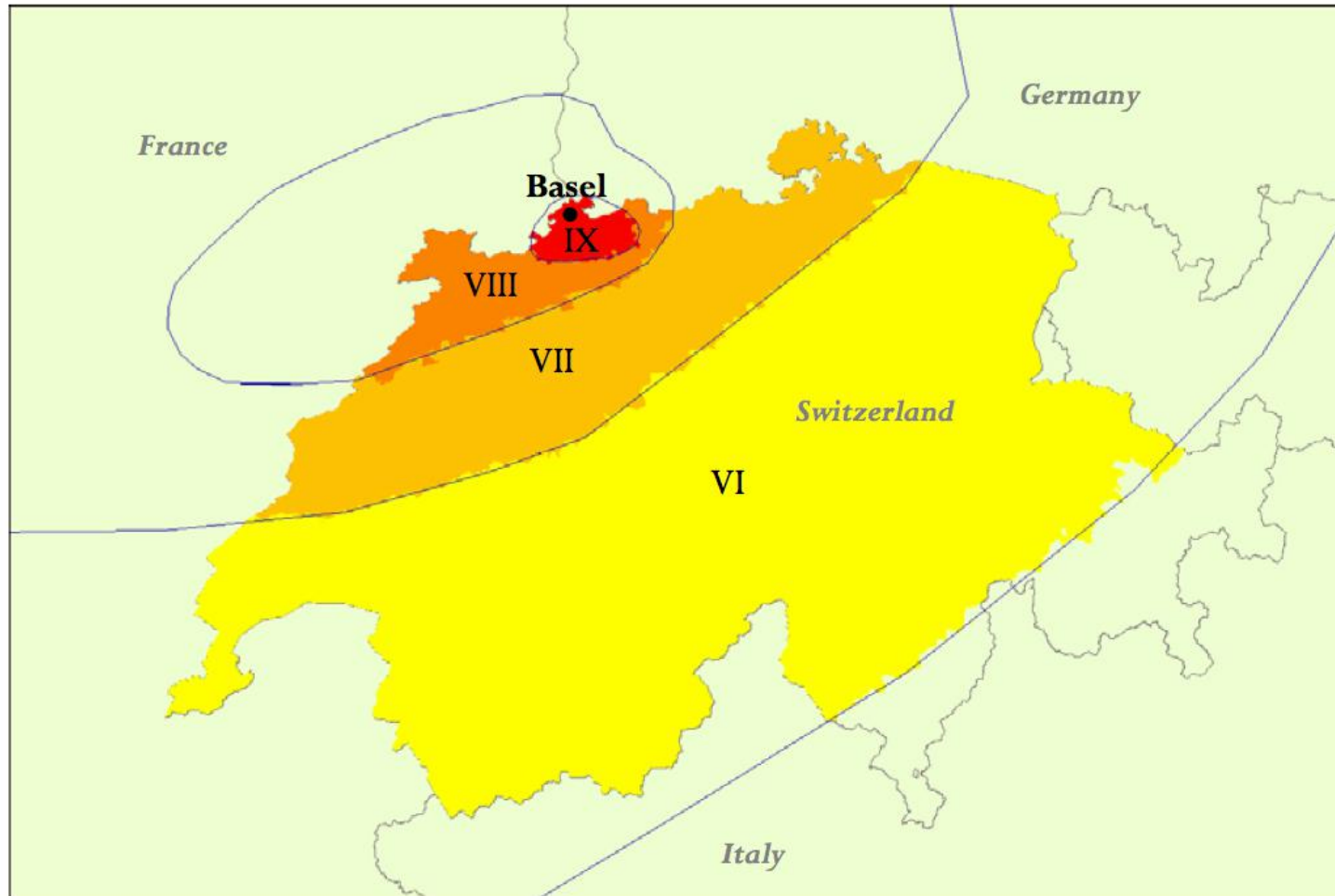
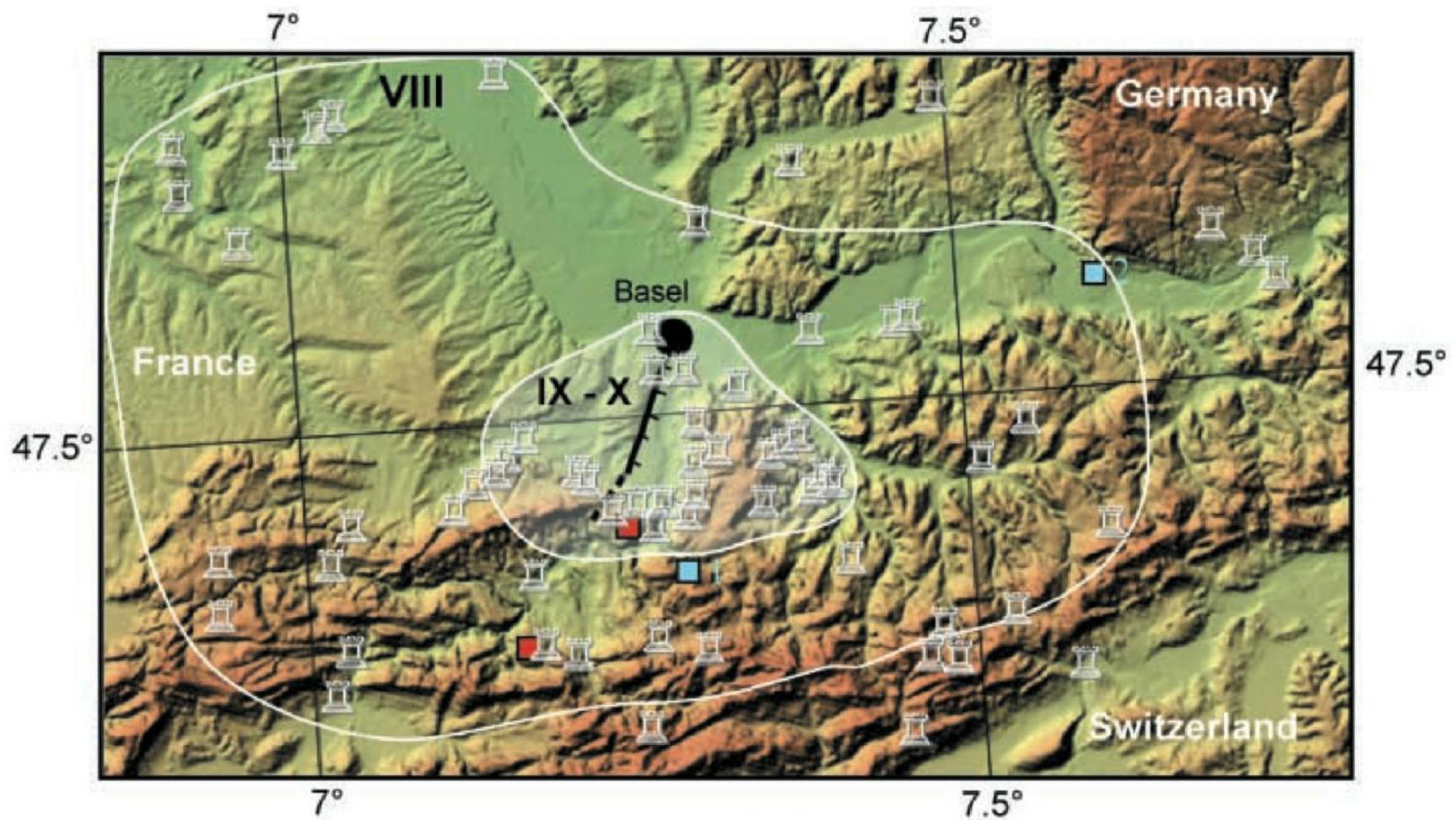


Figure 3: Intensity distribution of 1356 Basel Earthquake in Switzerland based on Mayer-Rosa and Cadiot (1979)

Intensitäten

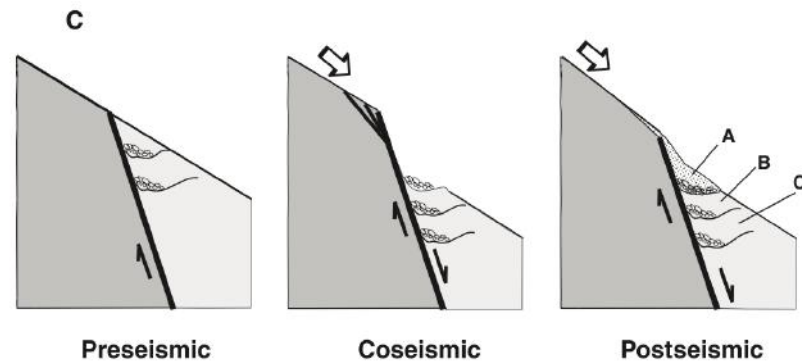
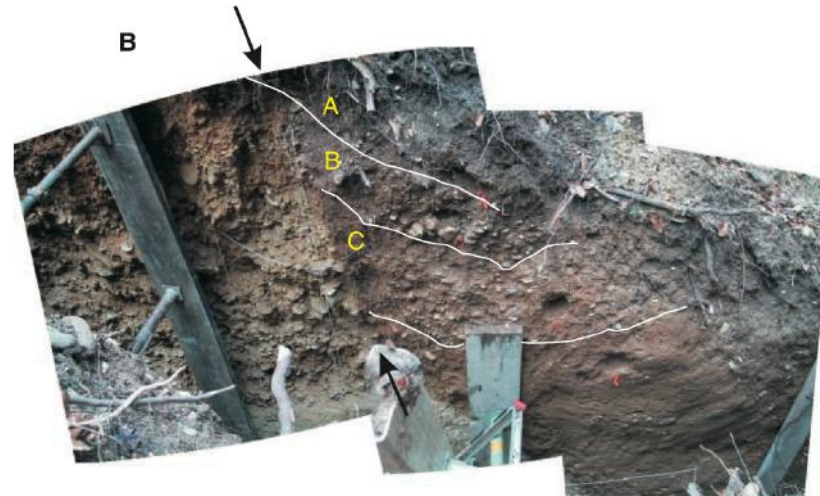
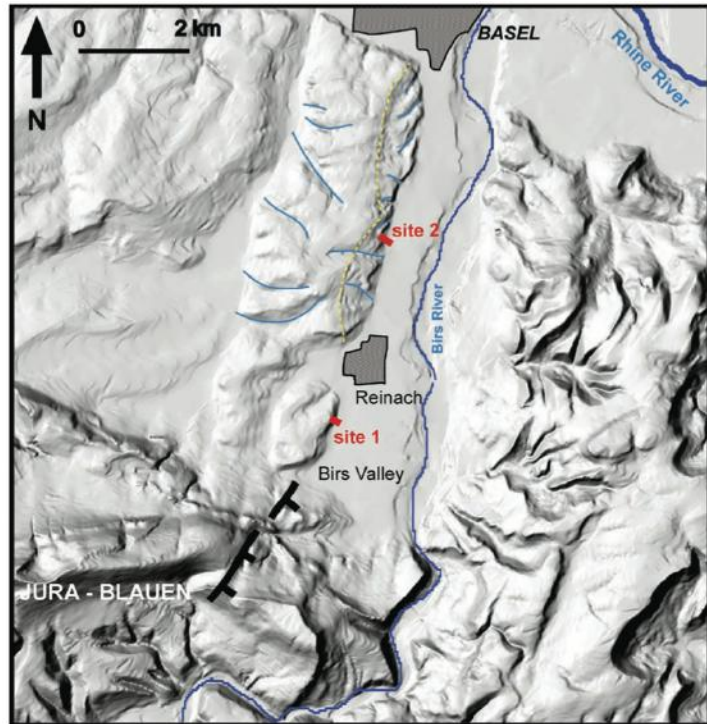


Burgen

Höhlen

Seen

Reinacher Bruch



Grösste (historische) Erdbeben der Schweiz

Rang	Datum	Ort	Magnitude	Intensit
1	18. Okt. 1356	Basel	6.2 - 6.9	XI - X
2	250 n. Chr.	Augusta Raurica (Kaiseraugst)	6.9	XI
3	3. 9. 1295	Churwalden	6.5	VIII
4	April 1524	Ardon VS	6.4	VIII
5	9. Dez. 1755	Brig/Naters	6.1	VIII
6	11. Mär. 1584	Aigle VD	6.4	VII
7	18. Sep. 1601	Unterwalden	6.2	VII
8	10. Sep. 1774	Altdorf UR	5.9	VII
9	6. Dez. 1795	Wildhaus	5.3	VII
10	20. Apr. 1796	Grabs SG	5.3	VII
11	7. Feb. 1777	Wisserlen, Kerns OW	5.1	VII
12	1. Juni 1572	Basel	5.0	VII
13	29. Nov. 1610	Basel	5.0	VII
14	3. Aug. 1622	Fetan	5.0	VII
15	8. Mär. 1685	Oberwallis	6.1	VI
16	20. Mär. 1770	Château-d'Œx	5.7	VI
17	21. 1650	Basel	5.6	VI

RMS risk assessment



1356 BASEL EARTHQUAKE

650-YEAR RETROSPECTIVE

... the most likely range of economic loss to the residential, commercial, and industrial property in Switzerland due to a repeat of the 1356 Basel Earthquake is between CHF 30 and 70 billion.

... Recent palaeoseismological studies propose that the Basel-Rheinach fault is the most likely source of the 1356 earthquake.

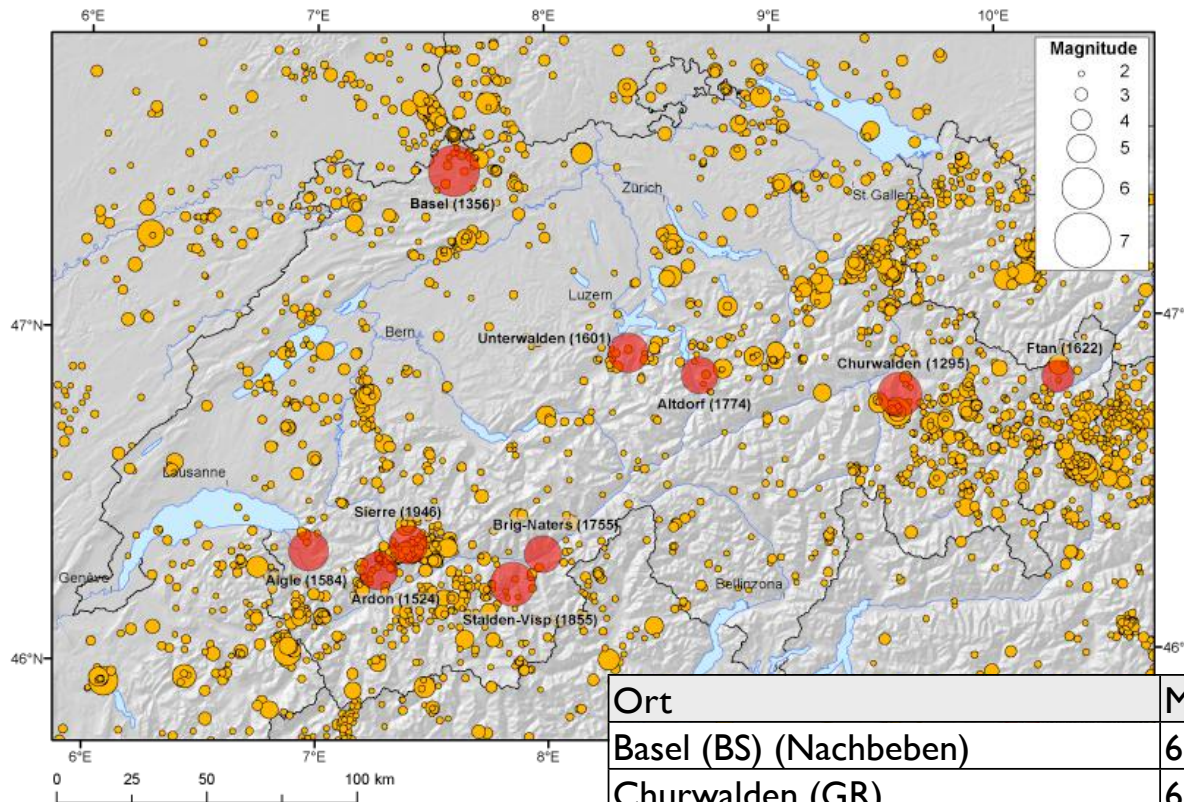
... at least three earthquakes have occurred in the past 8,500 years on this fault

... The debate continues and, in the absence of primary evidence, there remains some uncertainty around the exact source of the 1356 event.

... However, if the Basel-Rheinach fault was responsible for the Basel Earthquake, then a repeat of the 1356 earthquake is estimated to have a recurrence interval of 1,500 to 2,500 years.

Erdbeben in der Schweiz

Grösste (historische) Erdbeben der Schweiz

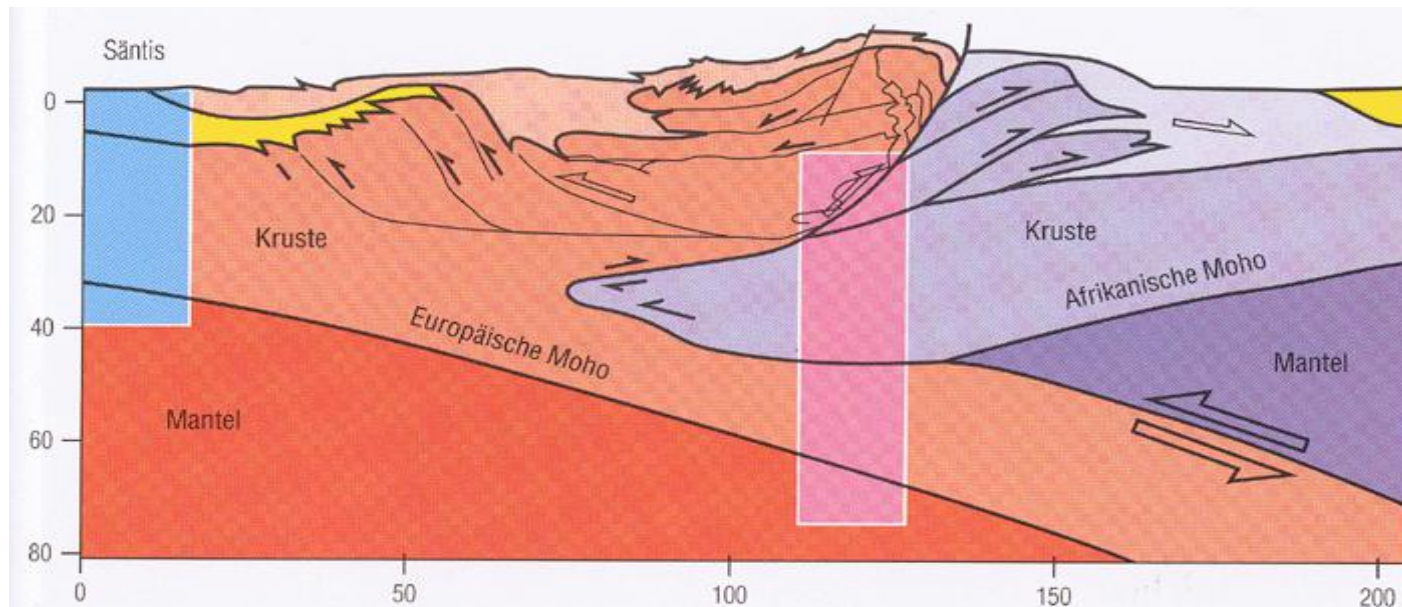
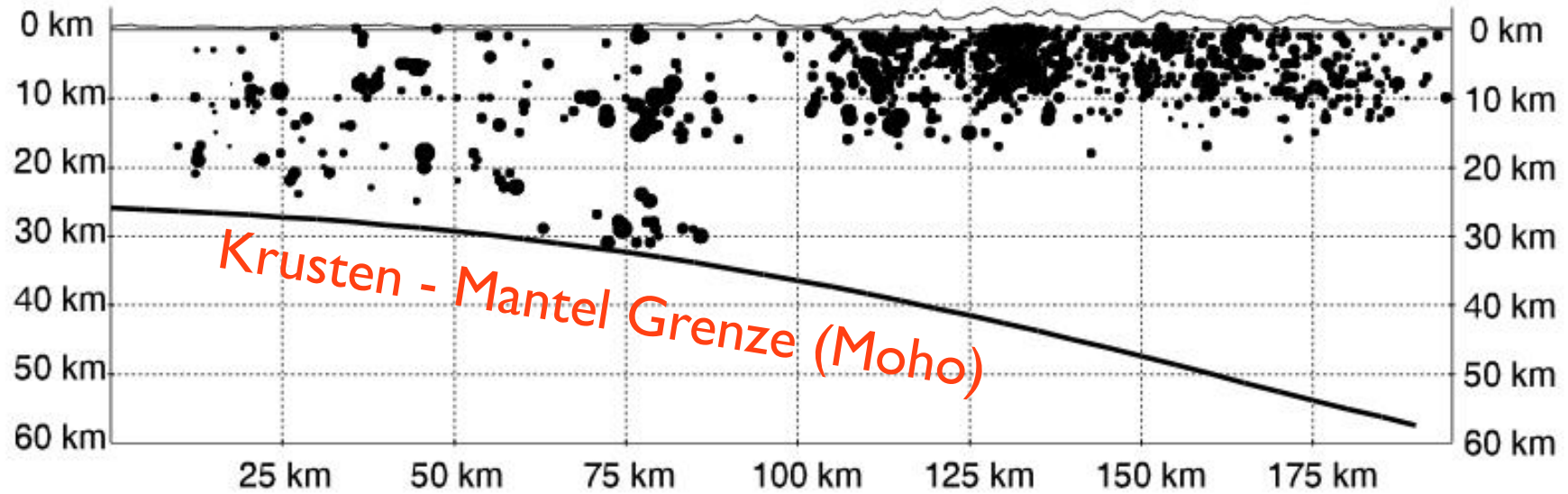


Karte mit den zehn stärksten Erdbeben in der Schweiz sowie den registrierten Beben zwischen 1975 bis 2012.

Quelle: SED

Ort	Magnitude	Intensität	Datum
Basel (BS) (Nachbeben)	6.6	IX	18.10.1356
Churwalden (GR)	6.2	VIII	03.09.1295
Stalden-Visp (VS) (Nachbeben)	6.2	VIII	25.07.1855
Aigle (VD) (Nachbeben)	5.9	VIII	11.03.1584
Unterwalden (NW)	5.9	VIII	18.09.1601
Ardon (VS)	5.8	VII	4.1524
Sierre (VS) (Nachbeben)	5.8	VIII	25.01.1946
Brig-Naters (VS)	5.7	VIII	09.12.1755
Altdorf (UR)	5.7	VII	10.09.1774
Ftan (GR)	5.4	VII	03.08.1622

Seismisches Profil



**"The Great 1906 San
Francisco Earthquake"
18. April 1906**

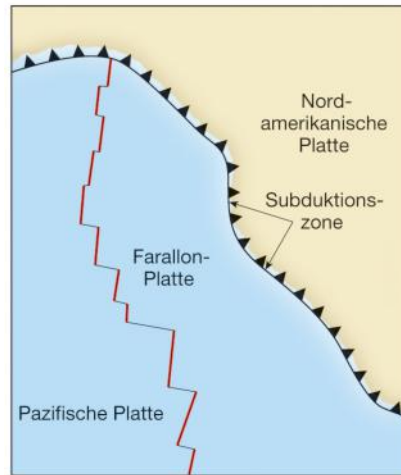
The Great 1906 San Francisco Earthquake



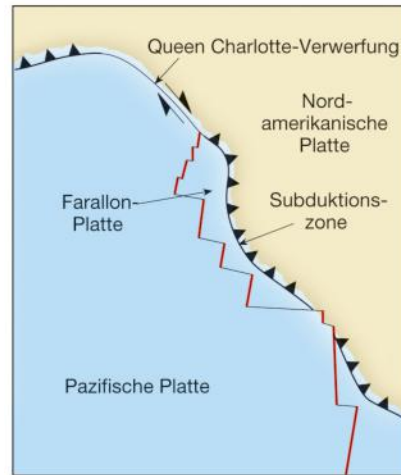
Photograph by Arnold Genthe: Sacramento Street and approaching fire.
(Steinbrugge Collection of the UC Berkeley Earthquake Engineering
Research Center)

Magnitude: $M_L = 8.3$ (Richter), $M_W = 7.9$ (Momenten), $M_S = 7.7$ (Oberflächenwellen)
Intensität: MMI VII - IX (Mercalli) in ca. 80 km breitem Streifen landeinwärts
Dauer: Hauptbeben 45-60 s, ca. 20 s nach Vorbeben um 5.12 Uhr
Tote: offiziell 700 (wahrscheinlich 2500-3000)
Schaden: ca. 9.5 Mrd. US\$ (heutige Währung)

Die San Andreas Verwerfung



A. Vor 56 Millionen Jahren

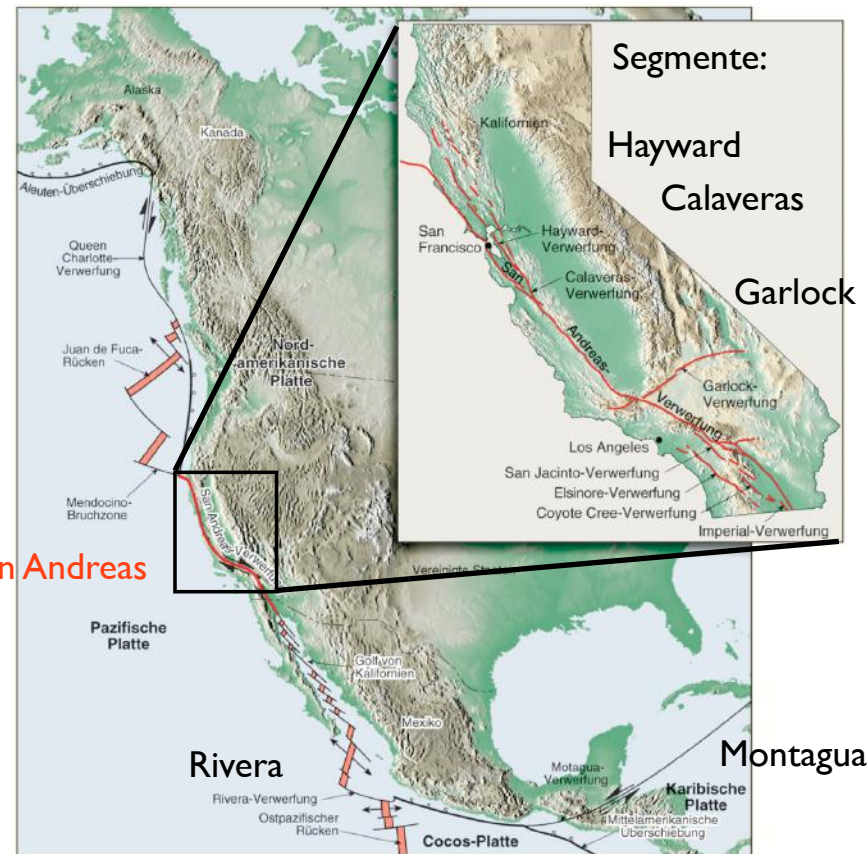


B. Vor 37 Millionen Jahren



C. Heute

Segmente:
Queen Charlotte



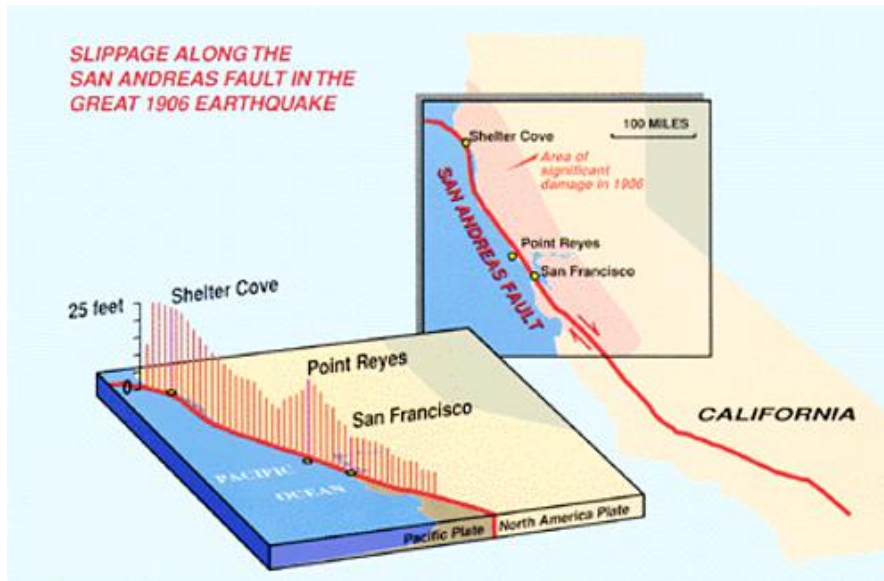
Segmente:
Hayward
Calaveras
Garlock

San Andreas

Rivera

Montagua

Die Bruchfläche



Ausbreitungsgeschwindigkeit
des Bruches (rupture speed)
Geschwindigkeit der
Gesteinskörper (slip velocity)
maximaler Versatz
Dauer des Hauptbebens
Länge der Bruchfläche

2.7 km/s

5 km/h

8.4 m

45 - 60 s

477 km

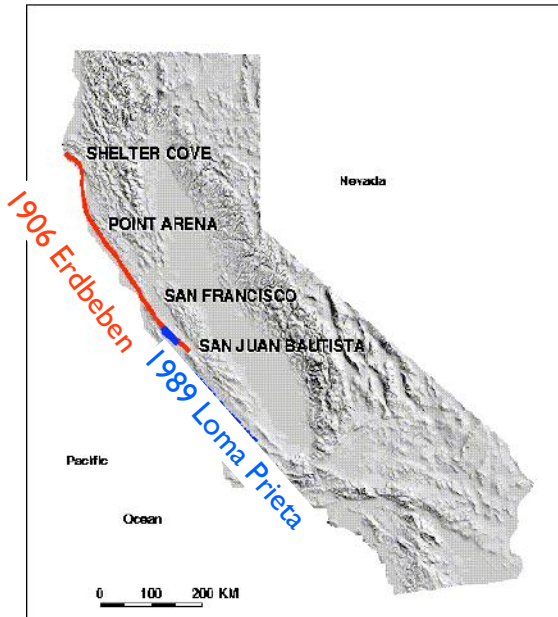
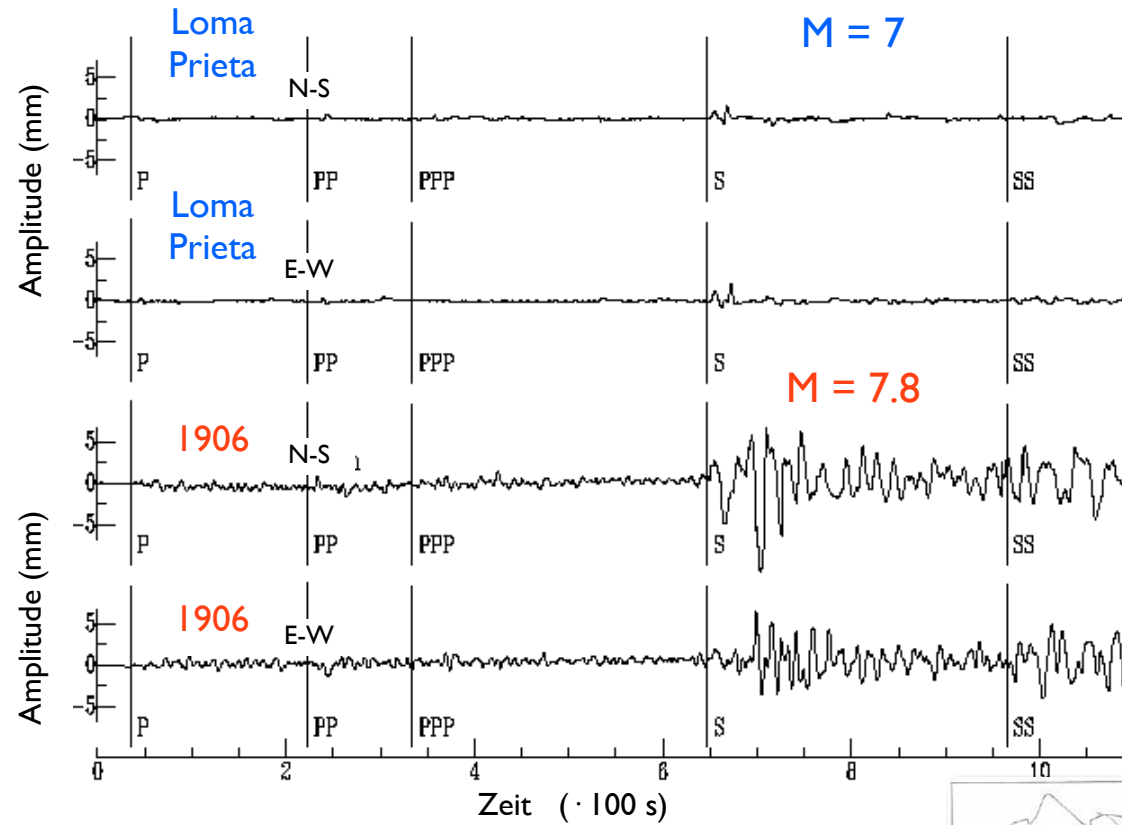
super-shear → sonic boom



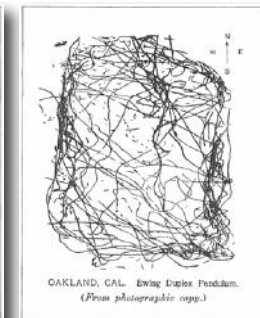
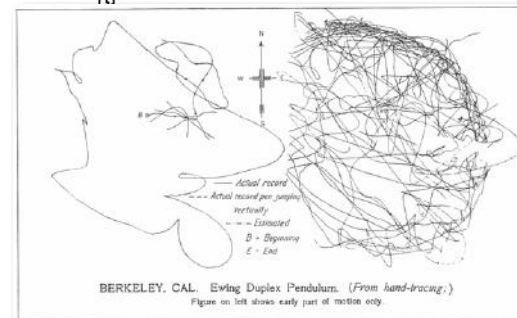
Near Bolinas in Marin County.
Picture by G.K. Gilbert showing a fence that
was offset about 8.5 feet along the trace of
the fault (from Steinbrugge Collection of the
UC Berkeley Earthquake Engineering
Research Center)

Aufzeichnungen des 1906 Erdbebens

Seismogramme, in Göttingen aufgenommen



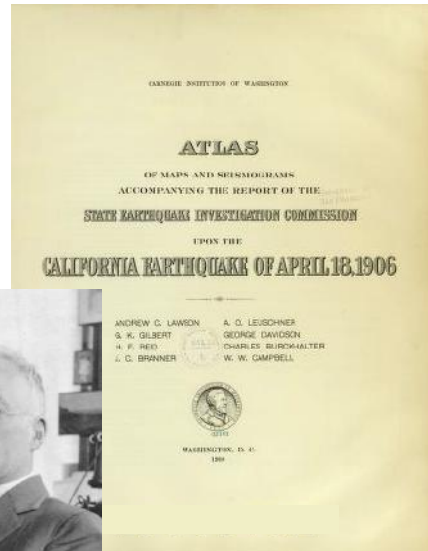
Pendelbewegungen,
in Kalifornien aufgezeichnet



Lawson Report 1908



Andrew Cowper Lawson
1861-1952



"At Point Reyes Station at the head of Tomales bay the 5:15 train for San Francisco was just ready. The conductor had just swung himself on when the train gave a great lurch to the east, followed by another to the west, which threw the whole train on its side. The astonished conductor dropped off as it went over, and at sight of the falling chimneys and breaking windows of the station, he understood that it was the Temblor. The fireman turned to jump from the engine to the west when the return shock came. He then leaped to the east and borrowing a kodak he took the picture of the train here presented." (From "The 1906 California Earthquake", David Starr Jordan, Editor, 1907, A.M. Robertson, San Francisco.)

Bodenbewegung



Cemetery, Santa Rosa. - R.S.H., plate 80B, Carnegie Report. (J. B. Macelwane Archives, Saint Louis University)



Fault trace a mile northwest of Olema. Looking northwest. Illustrates ridge phase. -G.K.G., plate 40A, Carnegie Report. (J. B. Macelwane Archives, Saint Louis University)



A cobblestone street, which was split down the middle after the Great Earthquake in San Francisco, California, in 1906

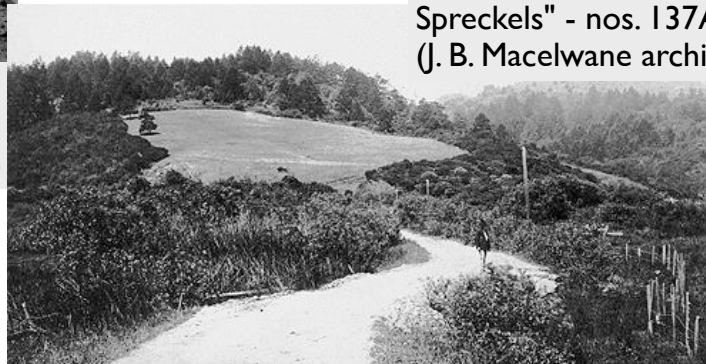
Horizontaler und vertikaler Versatz



"Roadbed and rails of electric railway, on marsh west of San Bruno" - Pl. 97A
(J. B. Macelwane archives, Saint Louis University)



"Lurching of ground toward Salinas River near Spreckels" - nos. 137A
(J. B. Macelwane archives, Saint Louis University)

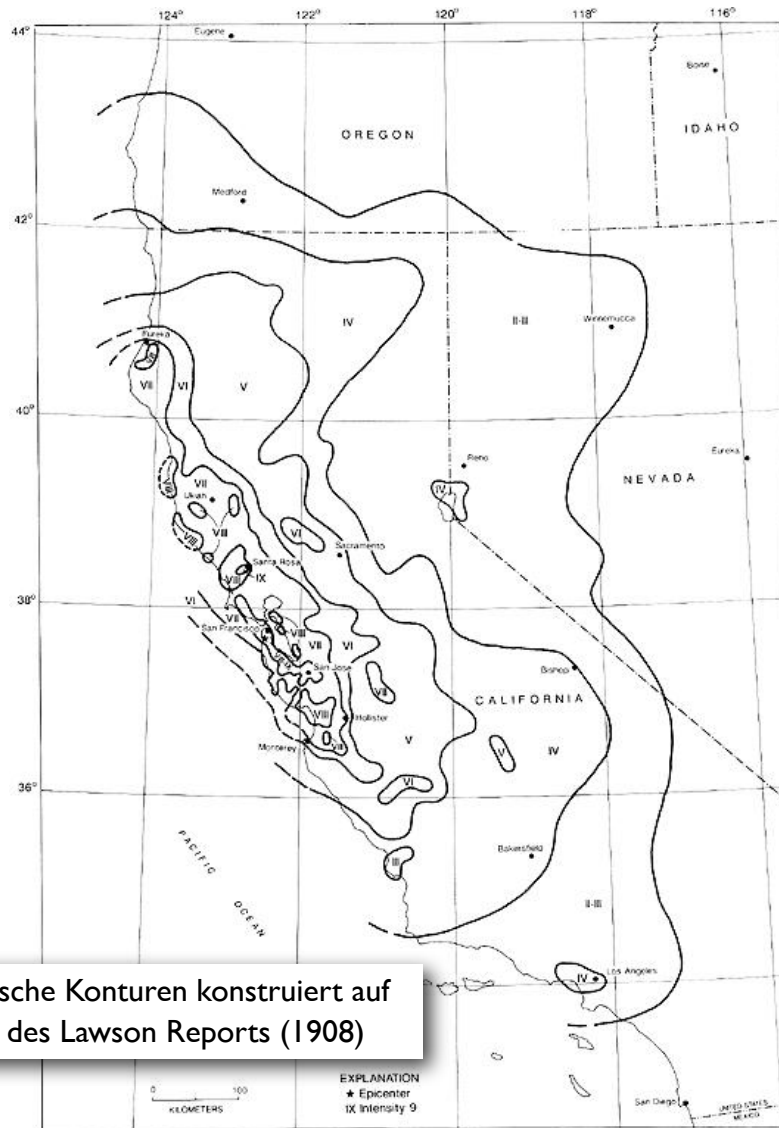


Road to Inverness, California, which had been straight before the earthquake of April 18, 1906, offset twenty-one feet where it was crossed by the earthquake fault. - H.O.W., California Earthquake Investigation Commission.
(J. B. Macelwane Archives, Saint Louis University)

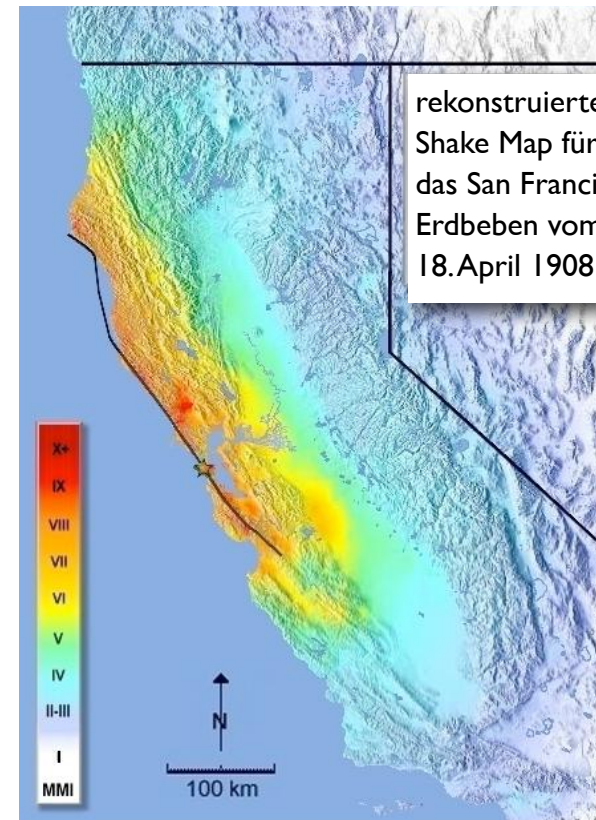
Lawson's (1908) Descriptions of Shaking and Damage

1	Not felt
2	Felt by people at rest, but not miners in works, lamps and open doors swing, some pendulum clocks stopped
2-3	Slight shock
3	Felt by most people, usually for a short duration (< 20 s), direction of motion described
4	Light shaking, most sleepers awakened, doors and windows rattled, longer duration (>30 s) and variability of motion described, water thrown from horse-troughs , water tanks, and canals
5	Moderate shaking, objects shifted, milk spilled from pans , houses rocked with slight plaster cracking, some water tanks thrown down
5-6	Trees strongly shaken, grassland and fields appear to move in waves
6	Heavy shaking, objects moved and thrown from shelves, plaster cracked, windows broken, some chimneys and poorly braced walls damaged, bricks thrown from parapets, tall monuments shifted
6-7	Ground cracks on roads and hillsides, some chimneys damaged
7	Most chimneys thrown down or damaged, some masonry but no frame buildings damaged, piles of cordwood overthrown, some headstones overturned, small landslides and earth-slumps
7-8	Liquefaction and large lateral spreads, all chimneys thrown down
8	Well-built masonry damaged, some frame buildings shifted on their foundations, headstones and cemetery monuments overturned , extensive ground failure and settlement, foundations, water and gas pipes broken, railway tracks twisted
8-9	Men, horses, and cattle thrown off their feet , bridges wrecked, frame buildings thrown from their foundations
9	Masonry and frame buildings destroyed, massive landslides, pervasive ground failure, limbs broken from healthy trees
9-10	Trees topped , almost all headstones and cemetery monuments thrown down

Shake maps für das 1906 San Francisco Erdbeben



Isoseismische Konturen konstruiert auf der Basis des Lawson Reports (1908)



東北地方太平洋沖地震

Tohoku Erdbeben

11. März 2011

Magnitude 9.0 NEAR THE EAST COAST OF HONSHU, JAPAN

Friday, March 11, 2011 at 05:46:23 UTC

Japan was struck by a magnitude 9.0 earthquake off its northeastern coast Friday. This is one of the largest earthquakes that Japan has ever experienced.

In downtown Tokyo, large buildings shook violently and there is severe flooding due to a tsunami generated by the earthquake.

Tsunami waves swept away houses and cars in northern Japan and pushed ships aground.

The tsunami waves traveled far inland, the wave of debris racing across the farmland, carrying boats and houses with it.



Houses were washed away by tsunami in Sendai, Miyagi Prefecture in eastern Japan, after Japan was struck by a magnitude 9.0 earthquake off the northeastern coast. *New York Times*



Part of houses swallowed by tsunami burn in Sendai, Miyagi Prefecture (state) after Japan was struck by a strong earthquake off its northeastern coast Friday, March 11, 2011. *New York Times*

The tsunami, seen crashing into homes in Natori, Miyagi prefecture. *AP*



Magnitude 9.0 NEAR THE EAST COAST OF HONSHU, JAPAN

Friday, March 11, 2011 at 05:46:23 UTC

Shaking intensity scales were developed to standardize the measurements and ease comparison of different earthquakes.

The Modified-Mercalli Intensity scale is a twelve-stage scale, numbered from I to XII. The lower numbers represent imperceptible shaking levels, XII represents total destruction. A value of IV indicates a level of shaking that is felt by most people.

Modified Mercalli Intensity

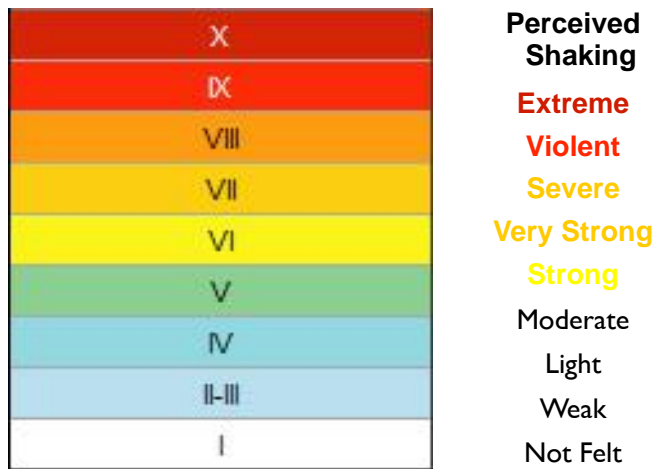
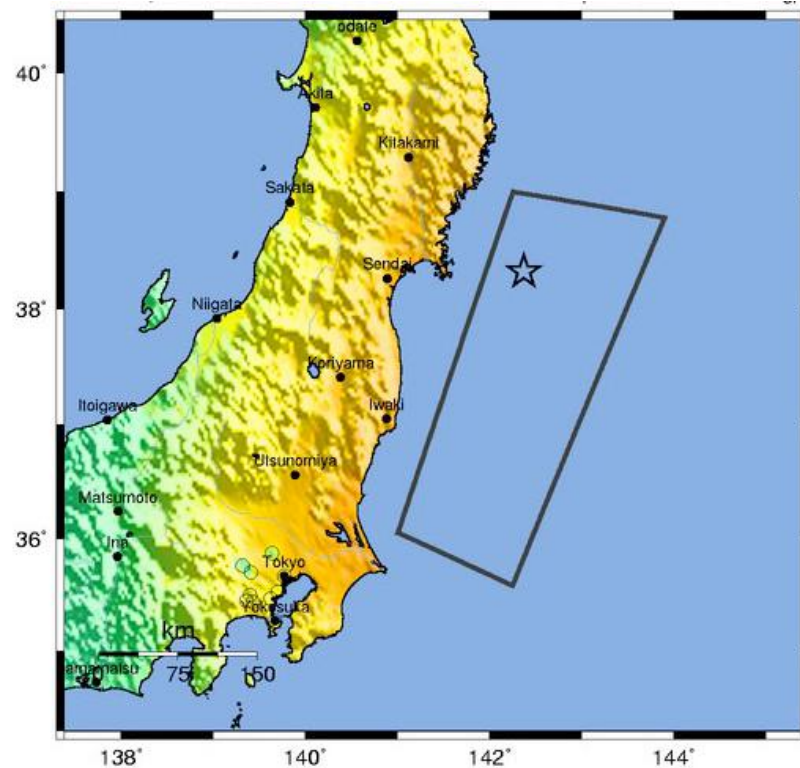


Image courtesy of the US Geological Survey

This earthquake occurred 130 km (80 miles) east of Sendai, Honshu, Japan and 373 km (231 miles) northeast of Tokyo, Japan.

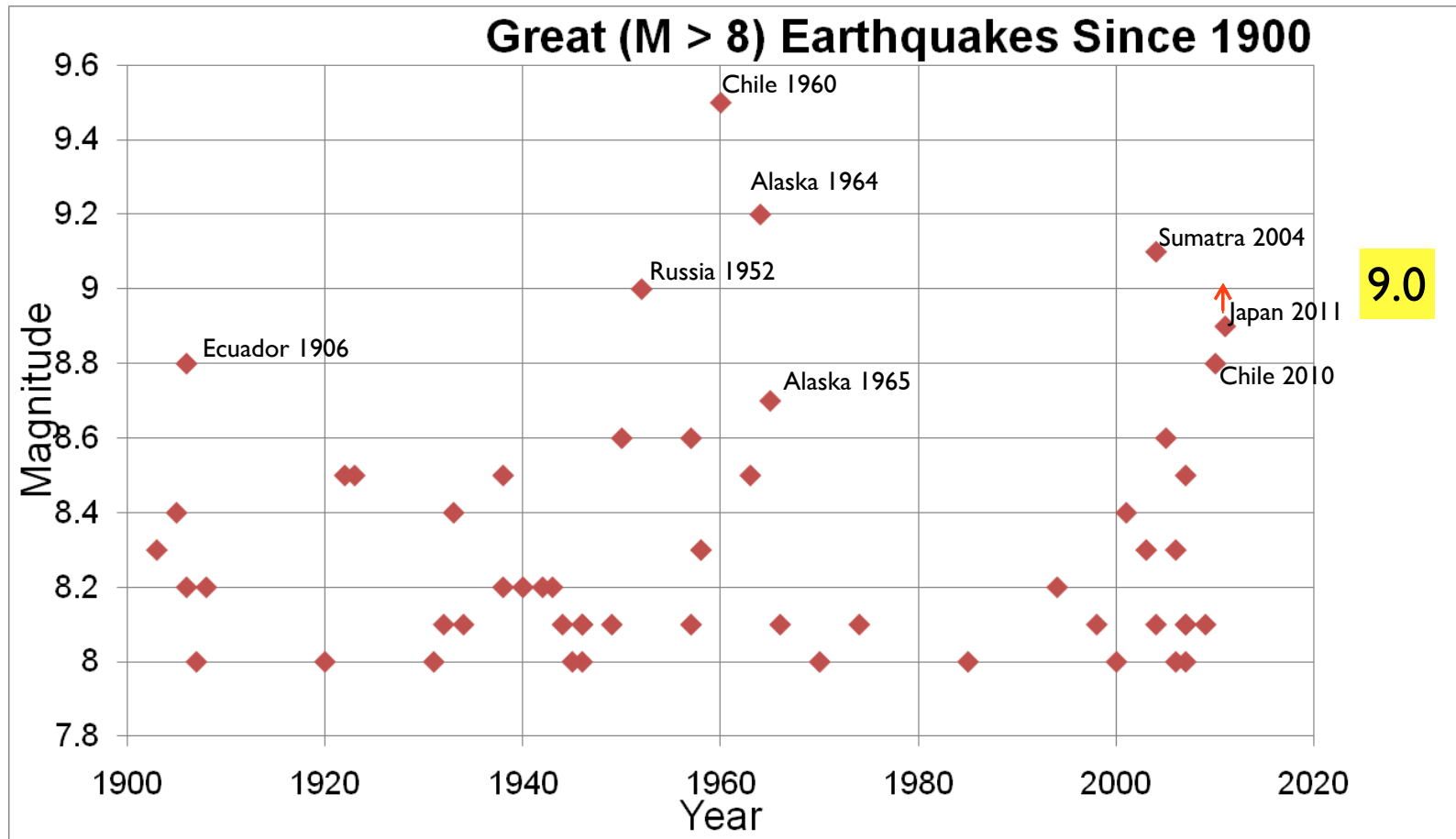


USGS Estimated shaking Intensity from M 9.0 Earthquake

Magnitude 9.0 NEAR THE EAST COAST OF HONSHU, JAPAN

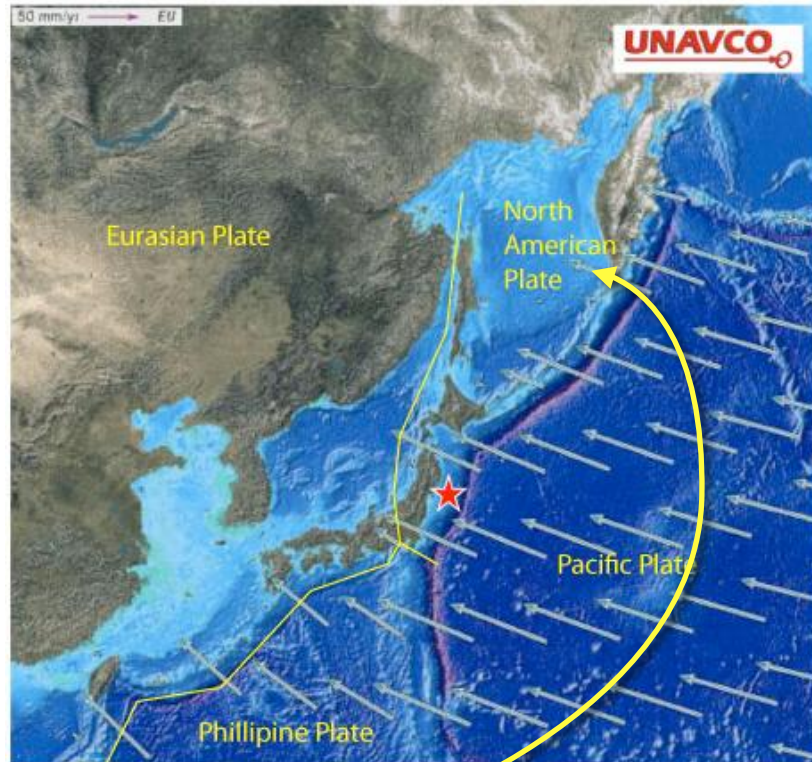
Friday, March 11, 2011 at 05:46:23 UTC

Globally, this is the 4th largest earthquake since 1900.



Magnitude 9.0 NEAR THE EAST COAST OF HONSHU, JAPAN

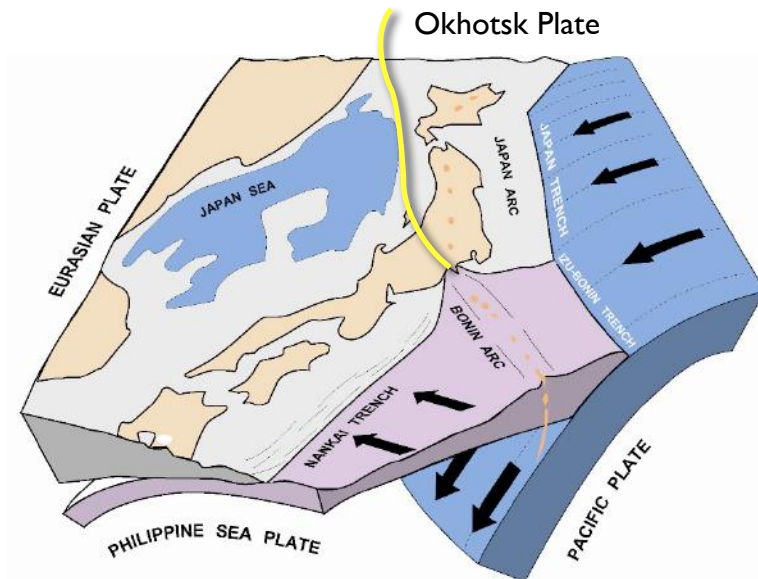
Friday, March 11, 2011 at 05:46:23 UTC



Okhotsk-Platte

This earthquake was the result of thrust faulting along or near the convergent plate boundary where the Pacific Plate subducts beneath Japan.

This map also shows the rate and direction of motion of the Pacific Plate with respect to the Okhotsk Plate near the Japan Trench. The rate of convergence at this plate boundary is about 83 mm/yr (8 cm/year). This is a fairly high convergence rate and this subduction zone is very seismically active.

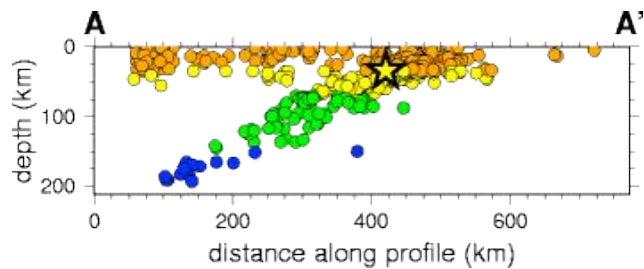


Magnitude 9.0 NEAR THE EAST COAST OF HONSHU, JAPAN

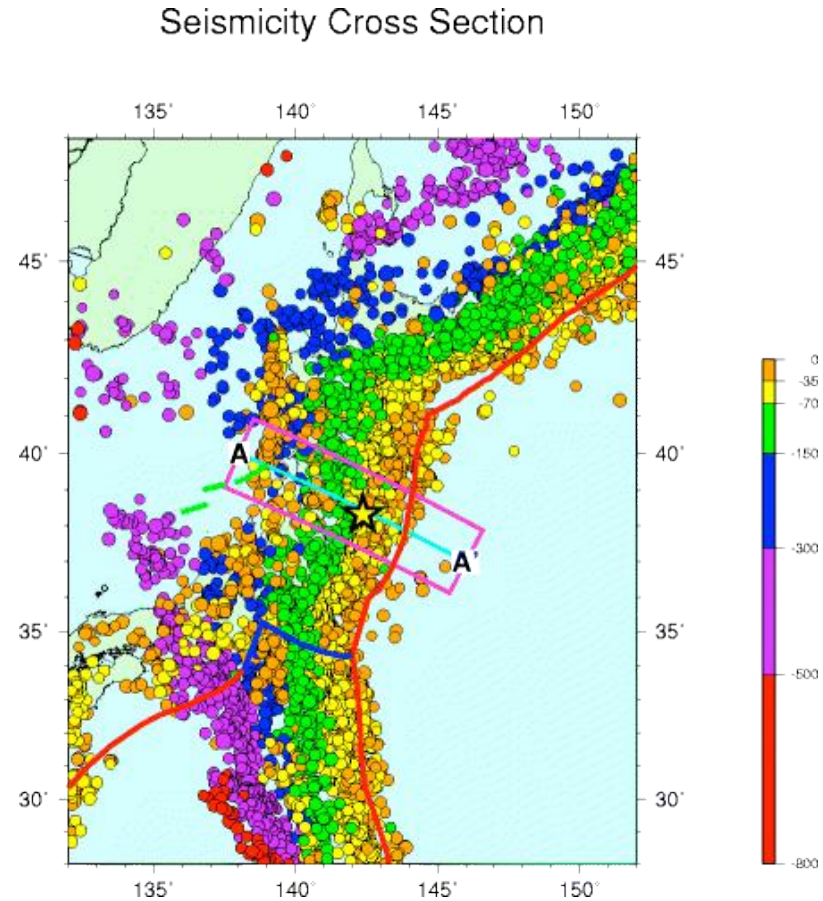
Friday, March 11, 2011 at 05:46:23 UTC

The map on the right shows historic earthquake activity near the epicenter (star) from 1990 to present.

As shown on the cross section, earthquakes are shallow (orange dots) at the Japan Trench and increase to 300 km depth (blue dots) towards the west as the Pacific Plate dives deeper beneath Japan.



Seismicity Cross Section across the subduction zone showing the relationship between color and earthquake depth.



Images courtesy of the US Geological Survey

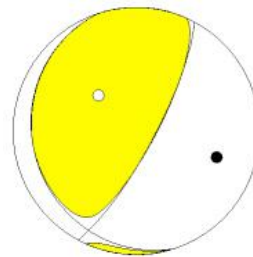
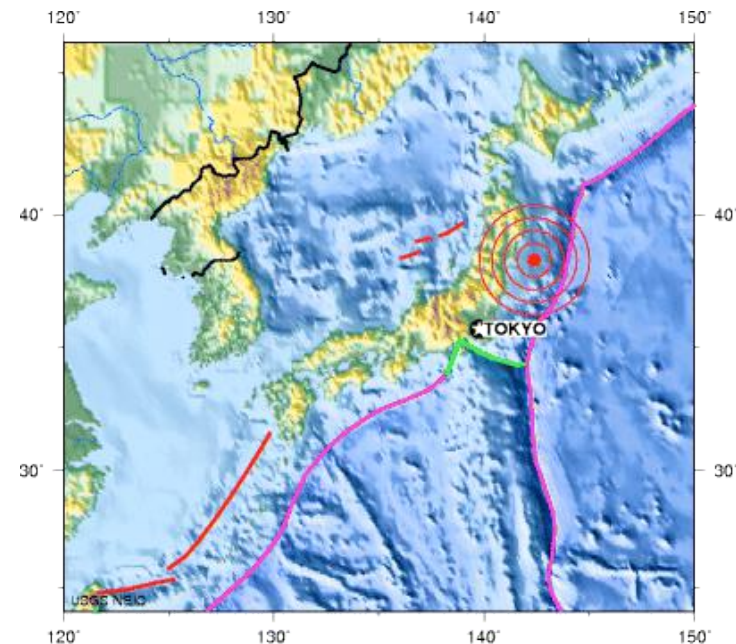
Magnitude 9.0 NEAR THE EAST COAST OF HONSHU, JAPAN

Friday, March 11, 2011 at 05:46:23 UTC

At the latitude of this earthquake, the Pacific plate moves approximately westwards with respect to the Eurasian plate at a velocity of 83 mm/yr. The Pacific plate thrusts underneath Japan at the Japan Trench, and dips to the west beneath Eurasia. (= Okhotsk Plate)

The location, depth, and focal mechanism of the March 11 earthquake are consistent with the event having occurred as thrust faulting associated with subduction along this plate boundary.

Shaded areas show quadrants of the focal sphere in which the P-wave first-motions are away from the source, and unshaded areas show quadrants in which the P-wave first-motions are toward the source. The dots represent the axis of maximum compressional strain (in black, called the "P-axis") and the axis of maximum extensional strain (in white, called the "T-axis") resulting from the earthquake.

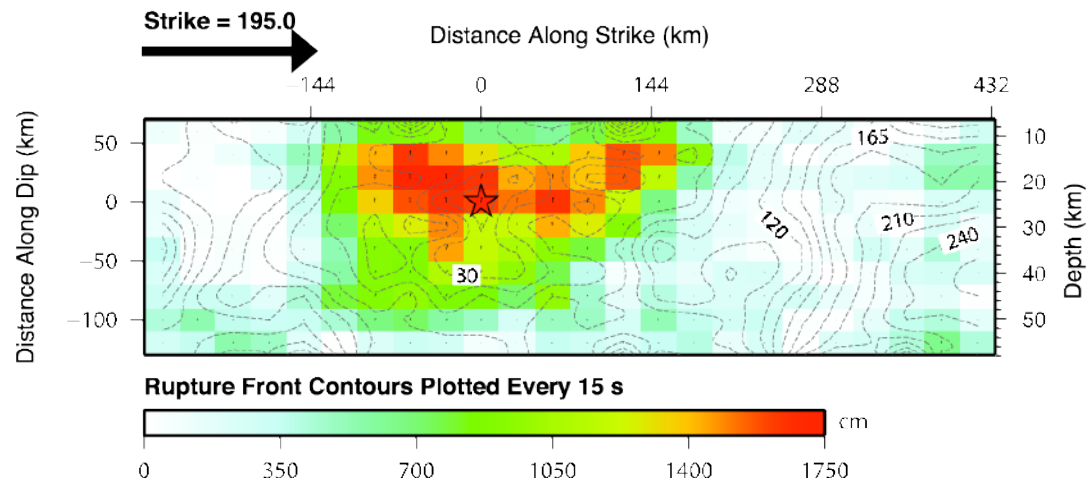


USGS Centroid Moment Tensor Solution

Magnitude 9.0 NEAR THE EAST COAST OF HONSHU, JAPAN

Friday, March 11, 2011 at 05:46:23 UTC

Large earthquakes involve slip on a fault surface that is progressive in both space and time. This “map” of the slip on the fault surface of the M 9.0 Japan earthquake shows how fault displacement propagated outward from an initial point (or focus) about 24 km beneath the Earth’s surface. The rupture extended over 500 km along the length of the fault, and from the Earth’s surface to depths of over 50 km.



Cross-section of slip distribution. The strike direction of the fault plane is indicated by the black arrow and the hypocenter location is denoted by the red star. The slip amplitude are showed in color and motion direction of the hanging wall relative to the footwall is indicated by black arrows. Contours show the rupture initiation time in seconds.

Image courtesy of the U.S. Geological Survey

Although magnitude is still an important measure of the size of an earthquake, particularly for public consumption, seismic moment is a more physically meaningful measure of earthquake size.

Seismic moment is proportional to the product of the slip on the fault and the area of the fault that slips.

This graph of the moment rate function describes the rate of moment release with time after earthquake origin.

The largest amounts of rupture occurred over 100 seconds but smaller displacements continued for another 75 seconds after the start of the earthquake.

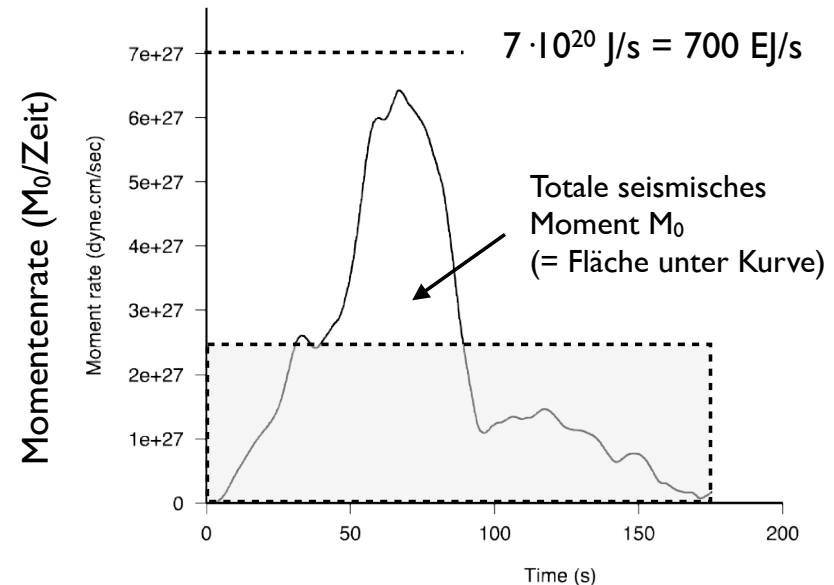


Image courtesy of the U.S. Geological Survey

Integriert über Zeit ergibt seismisches Moment:
 $M_0 = \sim 250 \text{ EJ} \cdot 175 \text{ s} = 43'750 \text{ EJ}$

Kanamori Beziehung;
 $M_0 \approx 20'000 \cdot E_s$ (= seismische Energie)
 $\Rightarrow E_s \approx 2 \text{ EJ}$

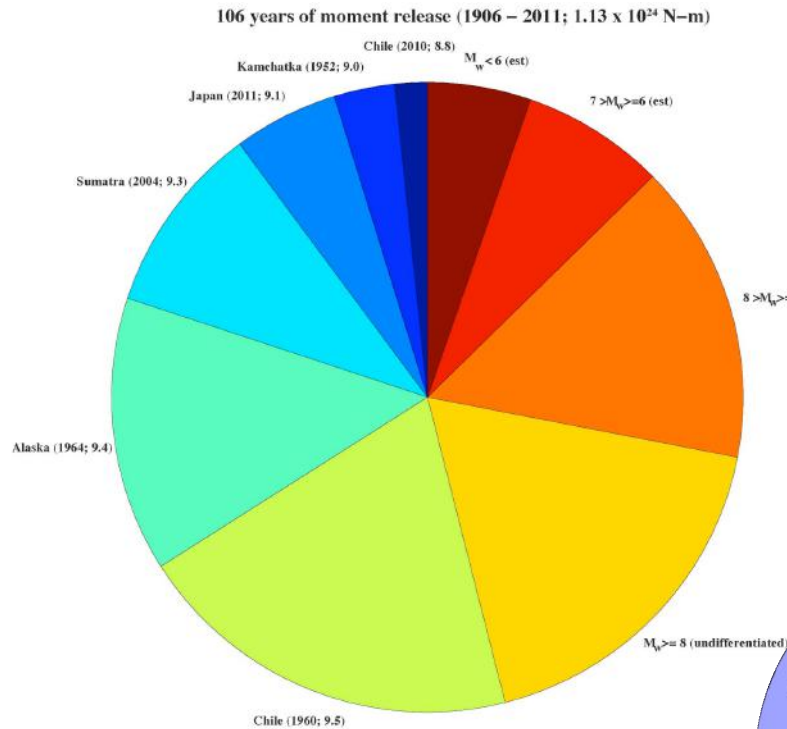
Magnitude 9.0 NEAR THE EAST COAST OF HONSHU, JAPAN

Friday, March 11, 2011 at 05:46:23 UTC

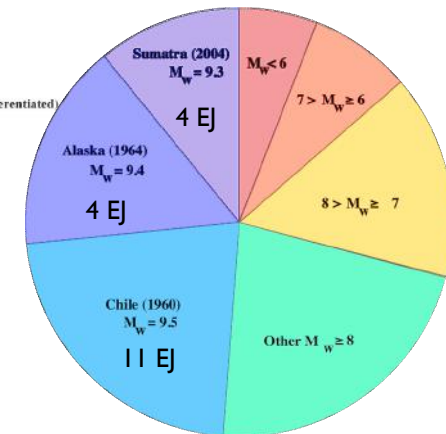
The moment magnitude scale is designed to give an accurate characterization of the true size of an earthquake, but be tied to the original description of magnitude that was developed by Charles Richter.

Moment magnitude accounts for earthquake size by looking at all the energy released.

It is striking that only 6 earthquakes over the last 106 years account for over half of the energy released during that time.

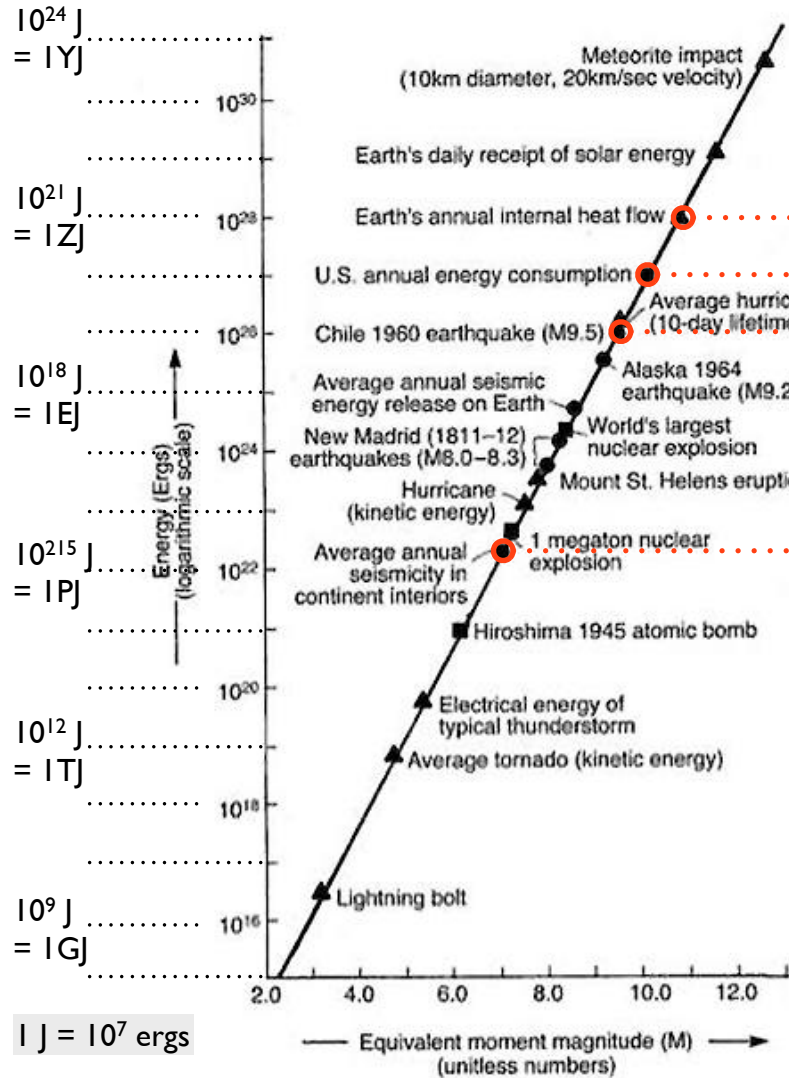


Seismisches Moment
1906 - 2011
 $M_0 \approx 10^{24}$ Nm = 1.13 YJ



Seismisches Moment
1906 - 2005
 $M_0 \approx 10^{24}$ Nm = 1 YJ

Einschub für LiebhaberInnen grosser Zahlen



jährlicher Wärmefluss: $\approx 1.2 \text{ ZJ} \approx 40 \text{ TW}$
 jährlicher Energieverbrauch der USA $\approx 100 \text{ EJ} \approx 3 \text{ TW}$
 Erdbeben Chile 1960: $\approx 10 \text{ EJ} \approx 100 \text{ PW}$
 (bei 100 s)
 Erdbeben im jährlichen Durchschnitt berechnet aus seismischem Moment: $M_0 \approx 1.1 \text{ YJ}$ in 100 Jahren und Kanamori Beziehung: $M_0 = 20'000 \cdot E_s$ (seismische Energie) $E_s \approx 50 \text{ EJ}$ in 100 Jahren

1 Jahr = $3 \cdot 10^7 \text{ s}$
 100 Jahre = $3 \cdot 10^9 \text{ s}$

Johnston (USGS) zitiert aus ETH-script von Nissen Meyer

10^6	10^9	10^{12}	10^{15}	10^{18}	10^{21}	10^{24}
Mega	Giga	Tera	Peta	Exa	Zetta	Yotta

Magnitude 9.0 NEAR THE EAST COAST OF HONSHU, JAPAN

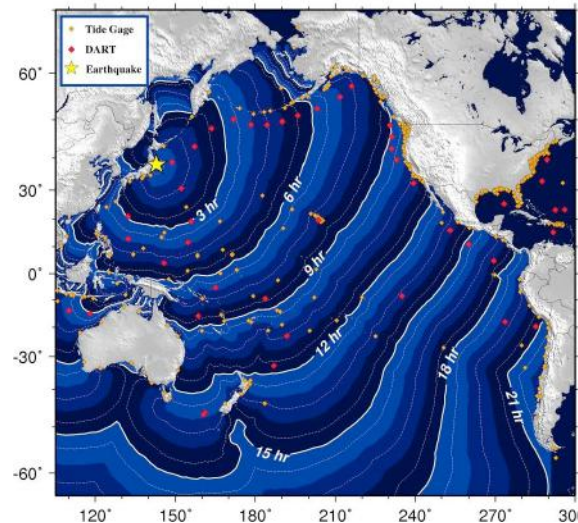
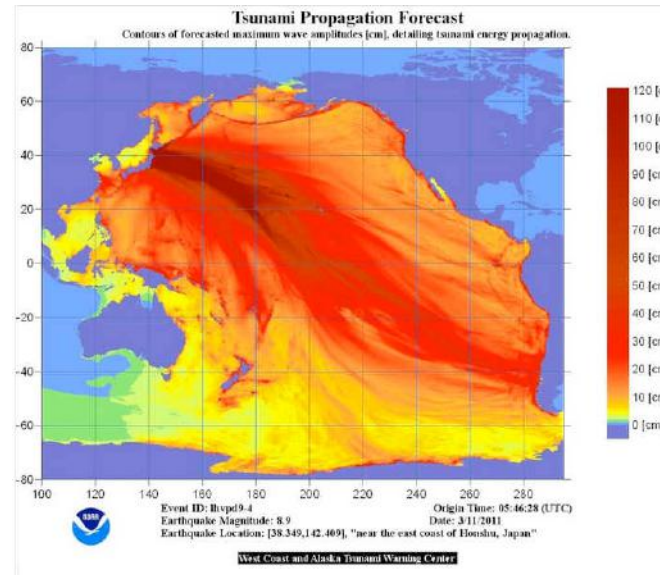
Friday, March 11, 2011 at 05:46:23 UTC

This tsunami propagation forecast model shows the forecast maximum tsunami wave height (in cm). Ocean floor bathymetry affects the wave height because a tsunami moves the seawater all the way to the floor of the ocean.

This led to a Pacific wide tsunami warning being issued.

Projected travel times for the arrival of the tsunami waves across the Pacific.

Nearby the earthquake there are only minutes to evacuate. However, in many other regions there is advance warning.



A tsunami map shows projected travel times for the Pacific Ocean. This map indicates forecasted times only, not that a wave traveling those distances has actually been observed..
NOAA

