

Suche

Erweiterte Suche

Programm Winter 2015/16

Wissen + Hintergründe

Natur

Astronomie

Klima - Wetter

Geografie - Geologie

Biologie - Chemie

Mathematik - Physik - Technik

Medizin / Psychologie

Gesellschaft

Kultur

Grundbildung

Kreativität + Praxis

Sprachen lernen

Sprachen + Hintergründe

SeniorenUni

VHS Spezial

VHS Regional

Portale

# Tatort Plattengrenze

## Zittern und Beben

Kursleitung: Renée Heilbronner

Kurstermine	Kurszeit	Kursort
Do, 05.11.2015	18:15-20:00	Universität Basel, Kollegienhaus, Petersplatz 1, Basel
Do, 12.11.2015	18:15-20:00	Bernoullianum, Hörsaal 223, Bernoullistrasse 32, Basel
Do, 19.11.2015	18:15-20:00	Universität Basel, Kollegienhaus, Petersplatz 1, Basel
Do, 26.11.2015	18:15-20:00	Universität Basel, Kollegienhaus, Petersplatz 1, Basel
Do, 03.12.2015	18:15-20:00	Universität Basel, Kollegienhaus, Petersplatz 1, Basel
Do, 10.12.2015	18:15-20:00	Universität Basel, Kollegienhaus, Petersplatz 1, Basel

# worum es in dieser Vorlesung geht

- es geht primär um: Erdbeben
- aber auch um: unseren Planeten, die Erde,  
wie sie aufgebaut ist,  
wie sie sich bewegt,  
und was das für uns für Konsequenzen hat,
- dabei kommt zur Sprache: die plattentektonische Theorie,  
wie diese sich entwickelt hat,  
was sie besagt,
- vorgestellt werden: geologische und seismologische Forschung,  
unser Verständnis von Erdbeben,  
wo sie auftreten,  
warum es sie gibt, ....
- und daneben: allerlei Unterhaltendes, ...  
Bemerkenswertes, ... und sogar Lehrreiches.

# und wie wir das machen

wir betrachten -

- Erdbeben als grosse Verbrechen / kleine Untaten
- die Erde als Schauplatz der 'Verbrechen' oder gar als Verbrecherin selbst ...
- GeologInnen als die grossen Detektive des 19. und 20. Jahrhunderts
- Geologische und geophysikalische Untersuchungsmethoden des 21. Jahrhundert als unser forensisches Labor
- die Plattengrenzen als Tatort und Spur

## dazu folgende Bemerkungen

- Die Natur kennt keine Katastrophen oder Verbrechen
- Die Dynamik der Erde folgt Naturgesetzen
- Wir Menschen können die daraus folgenden natürlichen Ereignisse (Erdbeben, Vulkanausbrüche) nicht verhindern
- Aber wir können lernen, sie zu verstehen
- Wenn wir sie verstehen, können wir uns vor ihnen schützen und ihr Eintreffen (... vielleicht dereinst...) voraussagen

# Organisation der Vorlesung

The screenshot shows a web browser window with the URL [www.vhsbb.ch/Kurs.aspx?nr=202995](http://www.vhsbb.ch/Kurs.aspx?nr=202995). The page header features the logo "volks—hochschule beider basel" and navigation links: "Über uns | Kontakt | FAQ | AGB". A breadcrumb trail reads "Wissen + Hintergründe > Natur > Geografie - Geologie > Tatort Plattengrenze". A search bar is present with the text "Suche" and "Erweiterte Suche".

The main content area displays the same logo and a red heading "Portal für Kursunterlagen". Below this, a text prompt asks: "Bitte geben Sie hier das Passwort ein, welches Sie von Ihrem Kursleiter erhalten haben:". A text input field contains the password "202995", and a button labeled "Anmelden" is positioned below it.

On the left side, a sidebar menu lists various categories under "Wissen + Hintergründe":

- Natur
  - Astronomie
  - Klima - Wetter
  - Geografie - Geologie
  - Biologie - Chemie
  - Mathematik - Physik
- Medizin / Psychologie
- Gesellschaft
- Kultur
- Grundbildung
- Kreativität + Praxis
- Sprachen lernen
- Sprachen + Hintergründe
- SeniorenUni
- VHS Spezial
- VHS Regional

A small box in the bottom left corner lists "Portale" with a dropdown arrow, and "Kursunterlagen", "Dozierende", and "Webmail" as options.

The footer contains the contact information: "Volkshochschule beider Basel · Kornhausgasse 2 · 4051 Basel · T 061 269 86 66 · [vhsbb@unibas.ch](mailto:vhsbb@unibas.ch)".

meine web site: earth.unibas.ch/micro/

ROCK DEFORMATION AND MI...

https://earth.unibas.ch/micro/

Most Visited mailTOS meteoCAN meteoBSL EGUlogin reducePDF JGR Wiley login aurora Gelb bewegt. - Di... SWITCHfilesender

→ BASEL UNIVERSITY HOMEPAGE  
→ BASEL UNIVERSITY SCIENCE FACULTY (PHIL II)  
→ DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL SCIENCES

→ IT-Services -- Universitätsrechenzentrum  
→ UB -- Universitätsbibliothek  
→ VLV -- Vorlesungsverzeichnis

UNI BASEL

HOME Contact Vorträge und Links LEHRE

RESEARCH Projects & Software Workshops Textbook SXM Macros → Vorträge IMAGE ANALYSIS

ROCK DEFORMATION MICROSTRUCTURES (ENGLISH PAGES)

TATORT PLATTENGRENZE - SMOKING GUNS HERBSTSEMESTER 2013

Zur Vorlesung:

Renée Heilbronner  
VHSBB - Kurs-Nummer K1003520  
November-Dezember 2013

Die "smoking guns" der Plattentektonik sind Vulkane und Erdbeben, die entlang von Plattengrenzen vorkommen. Sie liefern uns wertvolle Informationen aus der Tiefe, sodass wir die innerste Struktur unseres Planeten dreidimensional abbilden und die plattentektonischen Prozesse weit unten im Erdmantel beobachten können. Unsere Spurensuche beginnt deshalb bei den konstruktiven Plattengrenzen, den mittelozeanischen Rücken, wo heiße Magmen bis zum Ozeanboden emporsteigen, und endet an den destruktiven Plattengrenzen, den Subduktionszonen, wo die erkalteten Platten beim Wiederabtauchen die stärksten Erdbeben auslösen, die wir kennen.

Downloads

Vorlesungsfolien Beilagen

Vorlesung 1: Smoking Guns PDF (6.5 MB) Weblinks  
Vorlesung 2: Der Tatort des Geschehens PDF (8.6 MB) Literaturangaben  
Vorlesung 3: Spurensicherung PDF (5.5 MB) (-)  
Vorlesung 4: Im forensischen Labor PDF (7.8 MB) (-)  
Vorlesung 5: Überwachung der Täter PDF (10.5 MB) (-)  
Vorlesung 6: Berühmte Fälle PDF (6.5 MB) Anhang

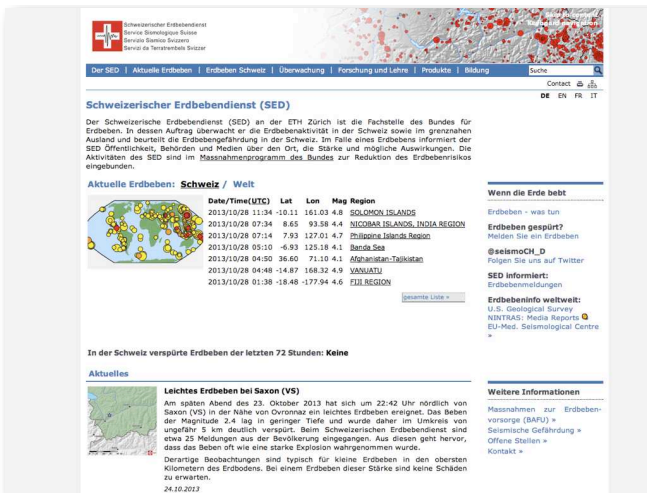
TROMSØ GEO-IMAGING TROMSØ COURSES

→ TROMSØ CRUSTAL DYNAMICS HOMEPAGE (English)  
→ TROMSØ GEOLOGY HOMEPAGE (Norwegian)  
→ TROMSØ UNIVERSITY HOMEPAGE (English)

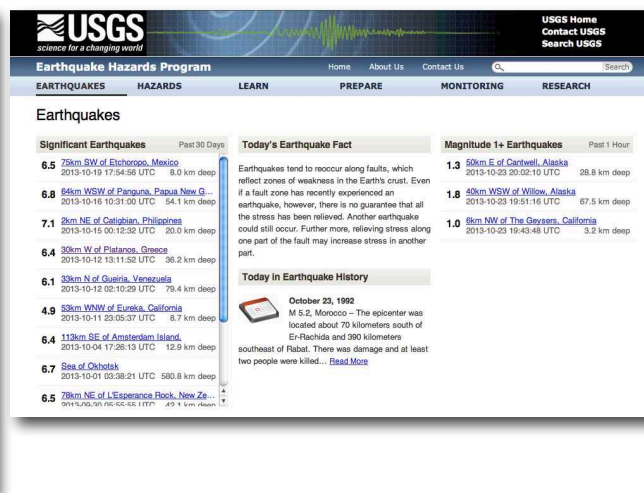
UNIVERSITÄT TROMSØ

https://earth.unibas.ch/micro/home/homeS.t

# web sites zu Erdbeben und Vulkanausbrüchen



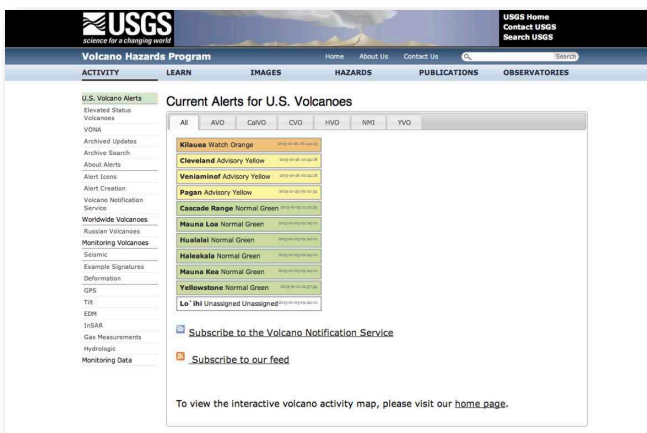
<http://www.seismo.ethz.ch/>



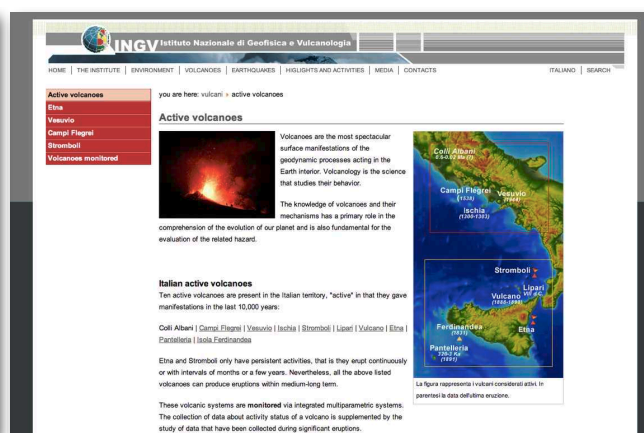
<http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/>



<http://www.iris.edu/hq/retm>



<http://volcanoes.usgs.gov/activity/status.php>



<http://vulcani.ingv.it/en/>



... und natürlich  
<http://de.wikipedia.org/wiki/>

# ungefährer Fahrplan

- 1 Trailer  
Einführung  
Entstehung der Erde
- 2 Geologische Zeiträume  
Plattentektonik  
Platten und Plattengrenzen
- 3 konstruktive Plattengrenzen  
destruktive Plattengrenzen  
konservative Plattengrenzen
- 4 Plattenrundgang  
Tatort: Nepal 2015  
Tatort: Izmir 1999
- 5 Alles über Erdbeben  
Magnitude  
Intensitäten
- 6 Berühmte Fälle  
San Francisco  
Tohoku

**Trailer**



# Warum gibt es Erdbeben ?

Vortrag an der Uni-Nacht, 18. September 2015



Folien auf [www.earth.unibas.ch/micro/](http://www.earth.unibas.ch/micro/)

# warum interessieren uns Erdbeben ?

sind Naturkatastrophen

wie Dürre, Überschwemmungen, Vulkanausbrüche, ...

kommen ohne Vorwarnung

richten grosse Zerstörung an

Feuer, Tsunami, Erdrutsche, ...

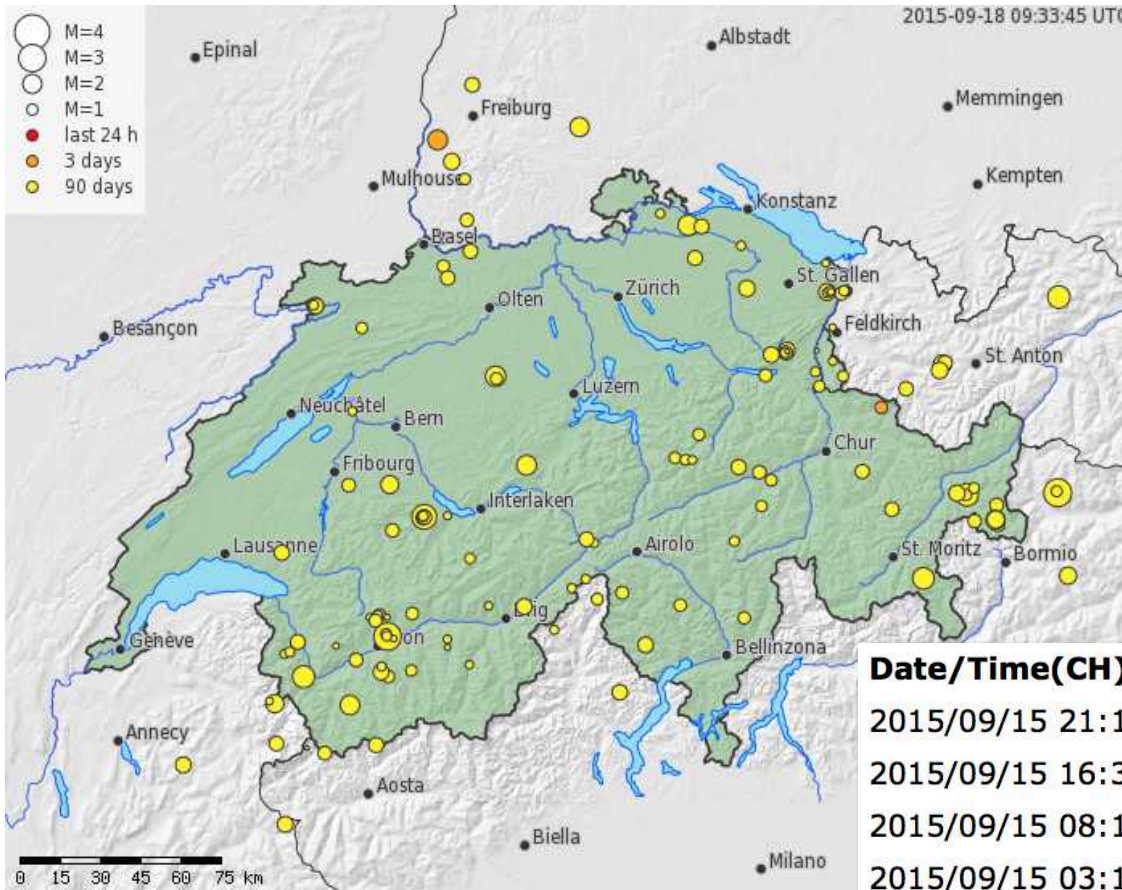


*Lissabon 1755*



*Japan 2011*

# ... Erdbeben gibt es jeden Tag

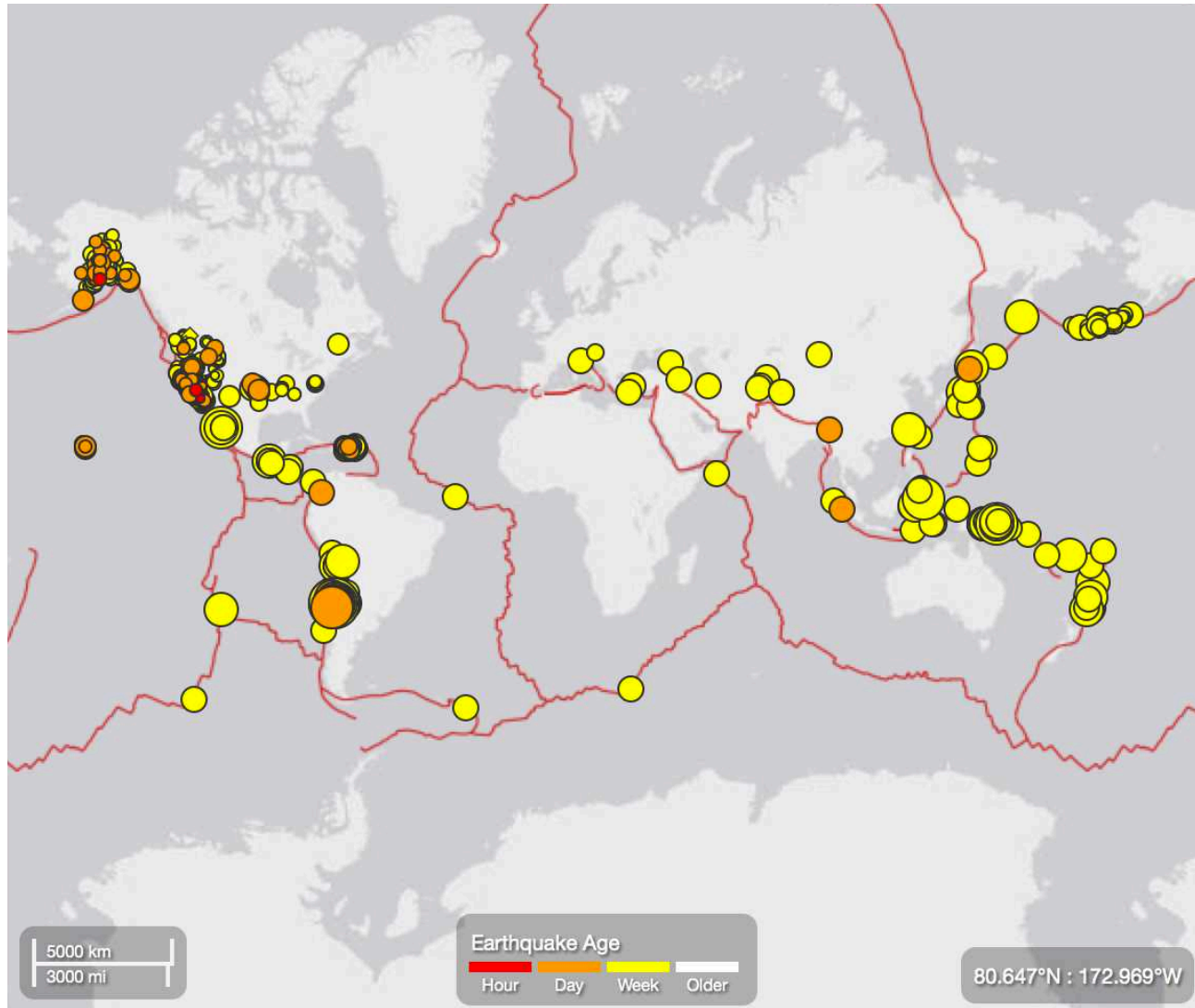


in der Schweiz  
letzte 3 Monate

<http://www.seismo.ethz.ch>

Date/Time(CH)	Date/Time(UTC)	Mag	Region
2015/09/15 21:12	2015/09/15 19:12	1.2	St. Antoenien GR
2015/09/15 16:38	2015/09/15 14:38	2.1	Muellheim D
2015/09/15 08:15	2015/09/15 06:15	1.1	Bosco/Gurin TI
2015/09/15 03:17	2015/09/15 01:17	1.1	Linthal GL
2015/09/13 16:07	2015/09/13 14:07	0.8	Weinfelden TG
2015/09/13 13:29	2015/09/13 11:29	0.8	Sion VS
2015/09/12 08:09	2015/09/12 06:09	0.2	Murten FR
2015/09/11 17:46	2015/09/11 15:46	0.5	Sion VS
2015/09/10 22:28	2015/09/10 20:28	1.6	Wildhaus SG

... und überall



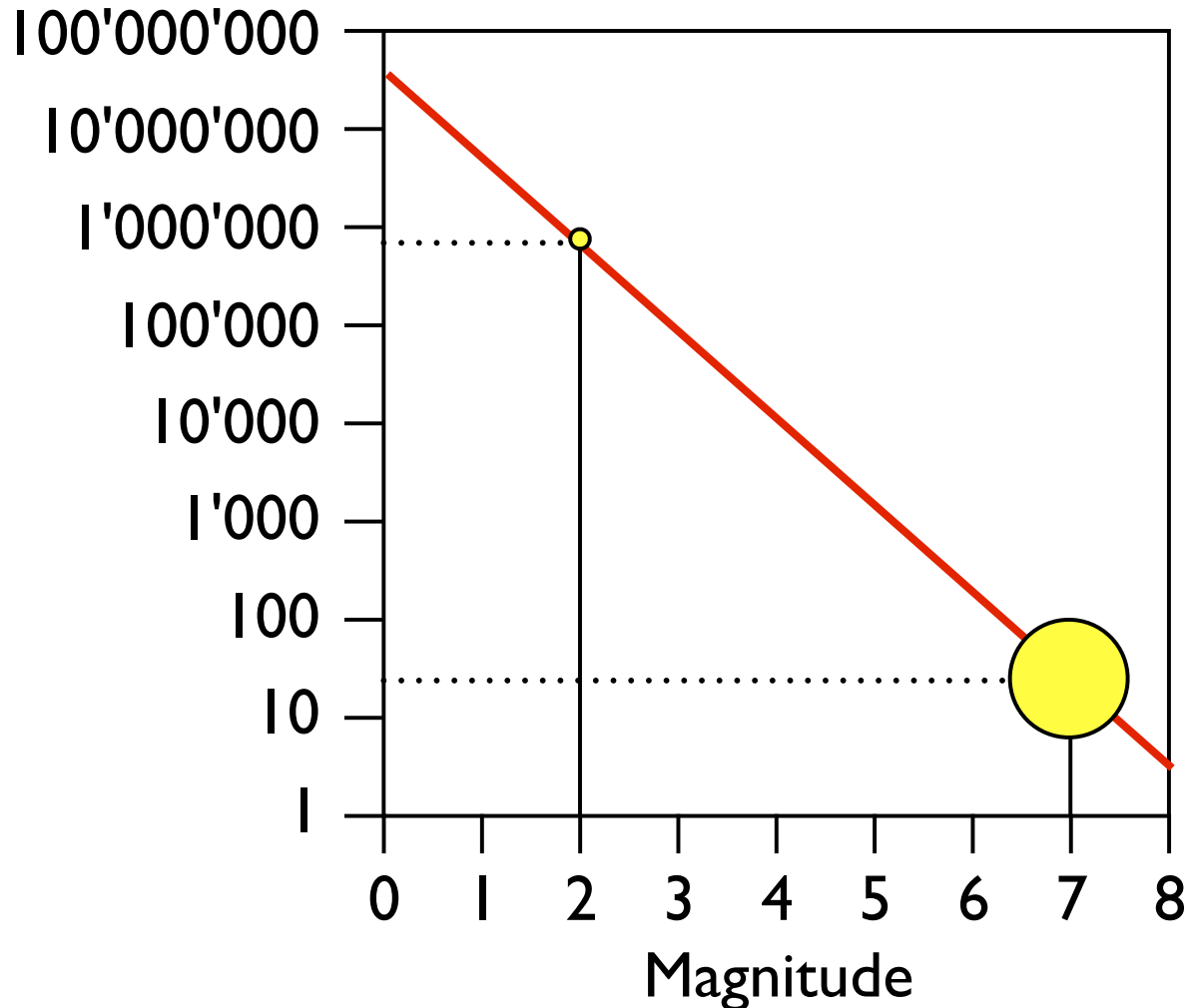
weltweit  
eine Woche

Magnituden  $\geq 4.5$

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

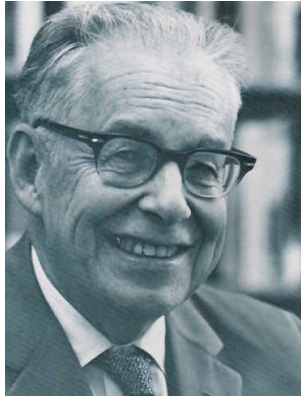
# ... aber grosse Erdbeben sind selten

Anzahl Erdbeben / Jahr



weltweit pro Jahr  
im Durchschnitt  
ca. 32 Erdbeben  
der Magnitude 7  
( $\approx 1$  / Woche)

# was heisst überhaupt gross ?



Charles Francis Richter  
(1900-1985)



Beno Gutenberg  
(1889-1960)



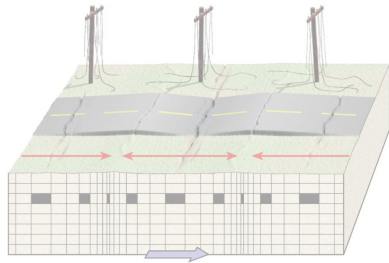
Giuseppe Mercalli  
1850-1924

Magnitude	Erdbebenstärke
< 2.0	Mikro
2.0 - 3.0	extrem leicht
3.0 - 4.0	sehr leicht
4.0 - 5.0	leicht
5.0 - 6.0	mittelstark
6.0 - 7.0	stark
7.0 - 8.0	groß
8.0 - 9.0	sehr groß
9.0 - 10.0	extrem groß
≥ 10.0	globale Katastrophe

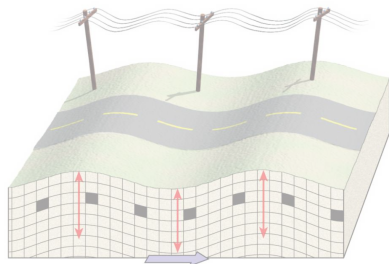
EMS	Intensität
I	nicht fühlbar
II	kaum bemerkbar
III	schwach
IV	deutlich
V	stark
VI	leichte Gebäudeschäden
VII	Gebäudeschäden
VIII	schwere Gebäudeschäden
IX	zerstörend
X	sehr zerstörend
XI	verwüstend
XII	vollständig verwüstend

*Intensität = 'gefühlte Magnitude*

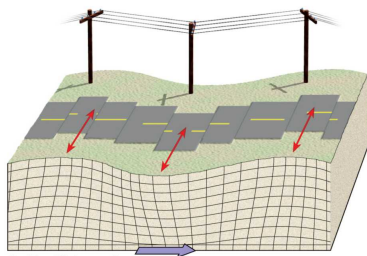
# und was ist denn eigentlich ein Erdbeben ?



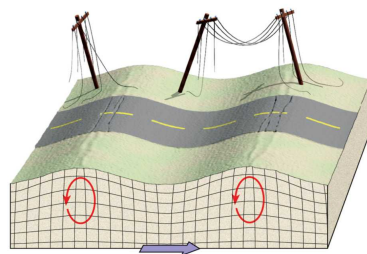
P-Wellen



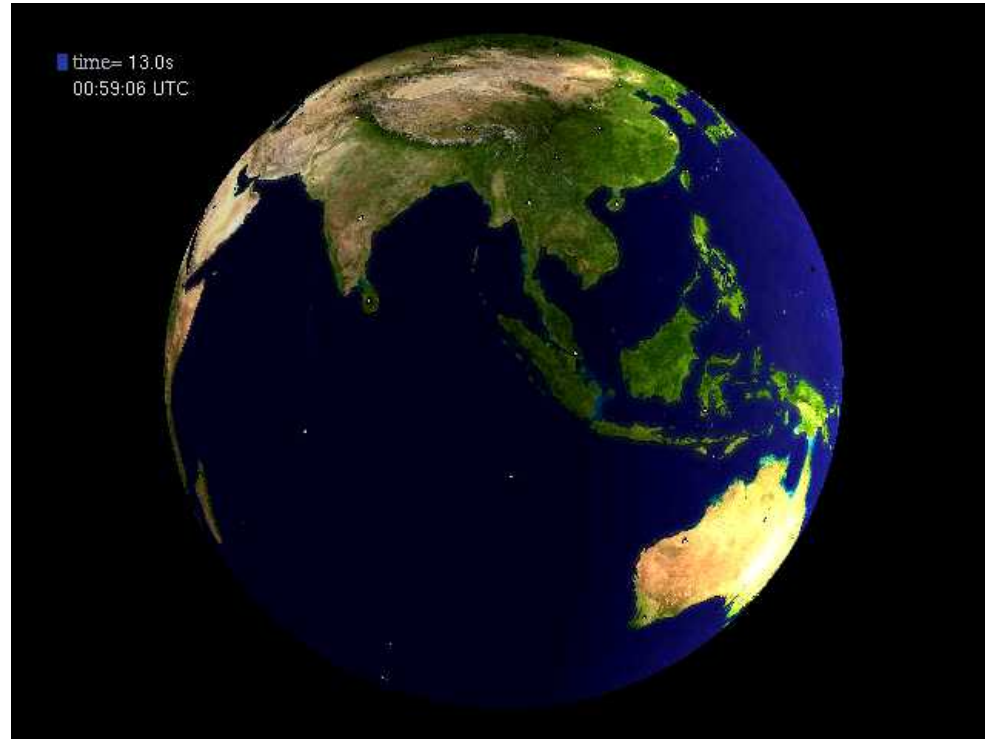
S -Wellen



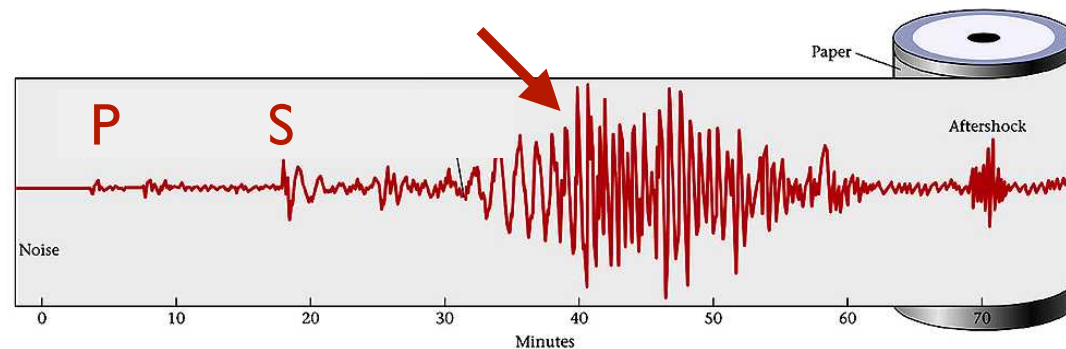
Q-Wellen



R -Wellen



Geschwindigkeit der Oberflächenwellen:  
3-4 km/s (12'000 km/h)

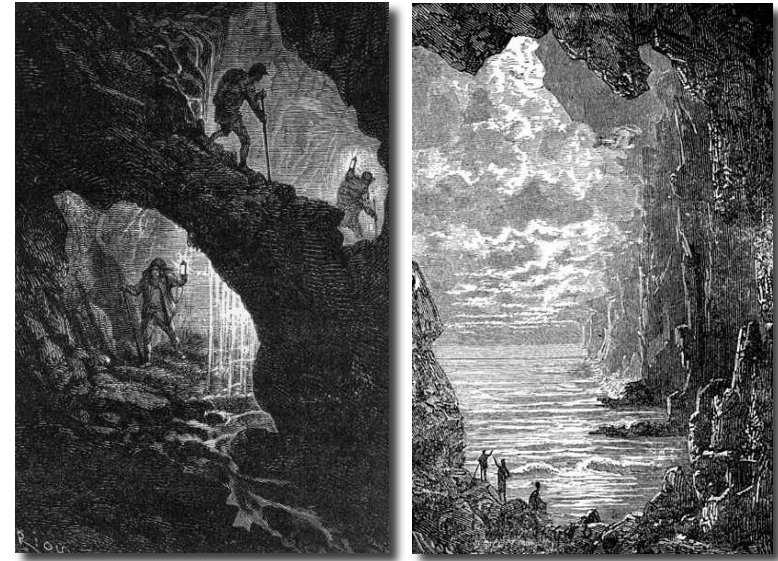


# Erklärungsversuche - im alten Griechenland



*Poseidon benützt seinen Dreizack  
... aus Zorn oder ...  
...um Verbündeten zu helfen...*

der mythologische Ansatz



*Idee von Aristoteles:*

*Die Erde ist trocken, Regen versickert,  
im Erdinnern ist es warm, Wasser verdunstet  
- Höhlenstürme bewirken Erdbeben*

der naturwissenschaftliche Ansatz



# was meint die Bibel ?

Erdbeben bedeutet

Macht

Gegenwart Gottes

wichtige Ereignisse

Zorn Gottes

Matthäus 28

Und siehe, da geschah ein großes Erdbeben; denn ein Engel des Herrn kam aus dem Himmel hernieder, trat hinzu, wälzte den Stein weg ...



(Apokalypse)

Offenbarung 6

Und es geschah ein großes Erdbeben; und die Sonne wurde schwarz wie ein härener Sack, und der ganze Mond wurde wie Blut, und die Sterne des Himmels fielen auf die Erde, ...



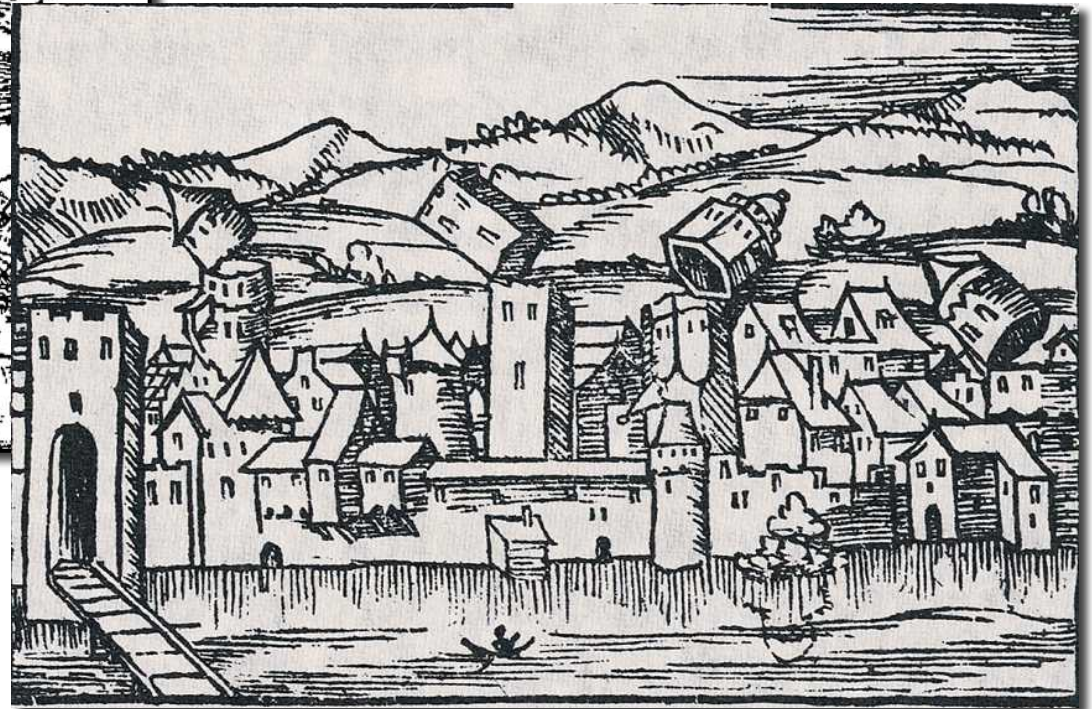
(Auferstehung)

# im Falle Basel 1356 - göttliche Strafe ...?

Erdbeben

Strafe Gottes

Strafe für das Pogrom an der jüdischen  
Gemeinde am 16. Januar 1349



# Erdbeben sind Ungeheuer



Haida Indianer (BC, Kanada)  
Donnervogel und Wal

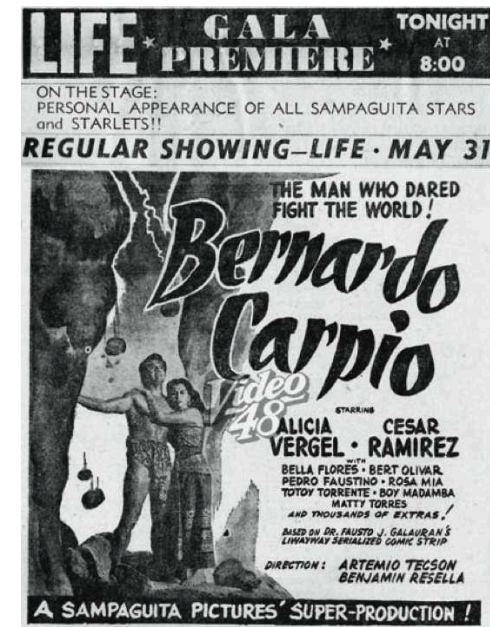
- Der Donnervogel lässt den Wal ins Meer fallen
- Tepeyollotl, ein Berggott, springt als Jaguar der Sonne entgegen
- Panlingun hält Bernardo Carpio gefangen, der sich zu befreien versucht



Azteken (Mexiko)  
Tepeyollotl (Leopard)



Philippinen  
Bernardo Carpio (Riese)



# der Namazu Wels



Edo Erdbeben 1855  
Magnitude ~ 7



Opfer versuchen Namazu zu bestrafen



# Lissabon 1755

## Geburt der modernen Seismologie



Marquês de Pombal ordnet Umfrage an:

- die Dauer des Erdbebens
- die Anzahl der Nachbeben
- die durch das Beben verursachten Schäden
- besondere Verhaltensweisen von Tieren vor dem Erdbeben
- Besonderheiten in Brunnen und Wasserlöchern

Vorstellung und Beschreibung des ganz erschütterlichen Erdbebens, wodurch die Königl. Portugiesisch-Residenz-Stadt Lissabon samt dem größten Theil der Einwohner zu grunde gegangen.

Wischen, die Hauptstadt eines großen Reichthums, aus Stadt, welche mehr als 100000 | 1000 in Folge liegen. Es war die letzte so richtig erlöset, sieben mit Schiffe ganz  
Gleise, die erlöseten Städte, mit selbstständigen Kirchen in 10 1000. || mit demselben, aus diesem Erdbeben hervorgegangen, den Tag in dem Namen. Viel

Hypozentrum ? Azoren-Gibraltar-Bruchzone → Vertikalbewegung → Tsunami

# noch ein Beginn - San Francisco 1906

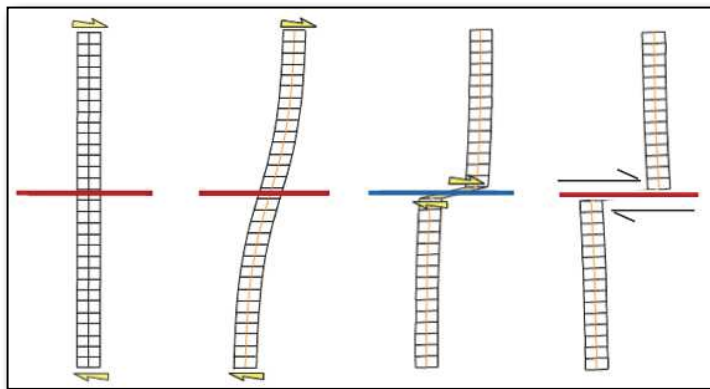


Magnitude:  $M_L = 8.3$  (Richter),  $M_W = 7.9$  (Momenten),  $M_S = 7.7$  (Oberflächenwellen)  
Intensität: MMI VII - IX (Mercalli) in ca. 80 km breitem Streifen landeinwärts  
Dauer: Hauptbeben 45-60 s, ca. 20 s nach Vorbeben um 5.12 Uhr  
Tote: offiziell 700 (wahrscheinlich 2500-3000)  
Schaden: ca. 9.5 Mrd. US\$ (umgerechnet auf Stand ~2006)

# Lawson Report

## Erkenntnis

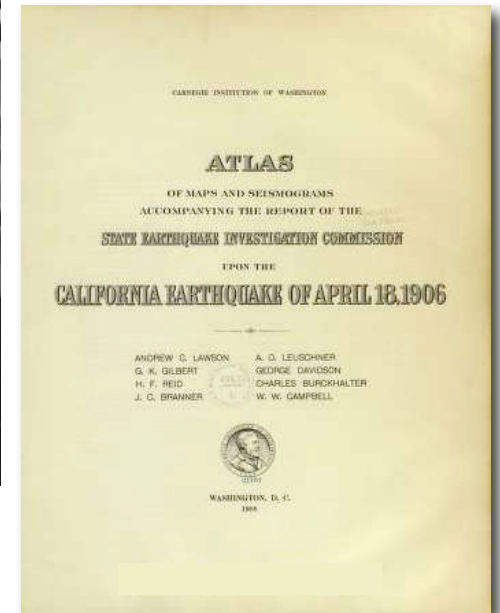
- San Andreas Fault
- Strike slip Bewegung
- Wiederholte Beben
- "Elastic rebound"
- Beziehung Geologie - Intensität
- Einfluss der Bauweise



elastic rebound



Andrew Cowper Lawson  
1861-1952



# Hitliste der Erdbeben nach Magnitude

	Erdbeben weltweit	Datum	Magn.
1	Valdivia, Chile	22. 05. 1960	9.5
2	Prince William Sound, Alaska	28. 03. 1964	9.2
3	Off the West Coast of Northern Sumatra	26. 12. 2004	9.1
4	Near the East Coast of Honshu, Japan	11. 03. 2011	9.0
5	Kamchatka	04. 11. 1952	9.0
6	Offshore Maule, Chile	27. 02. 2010	8.8

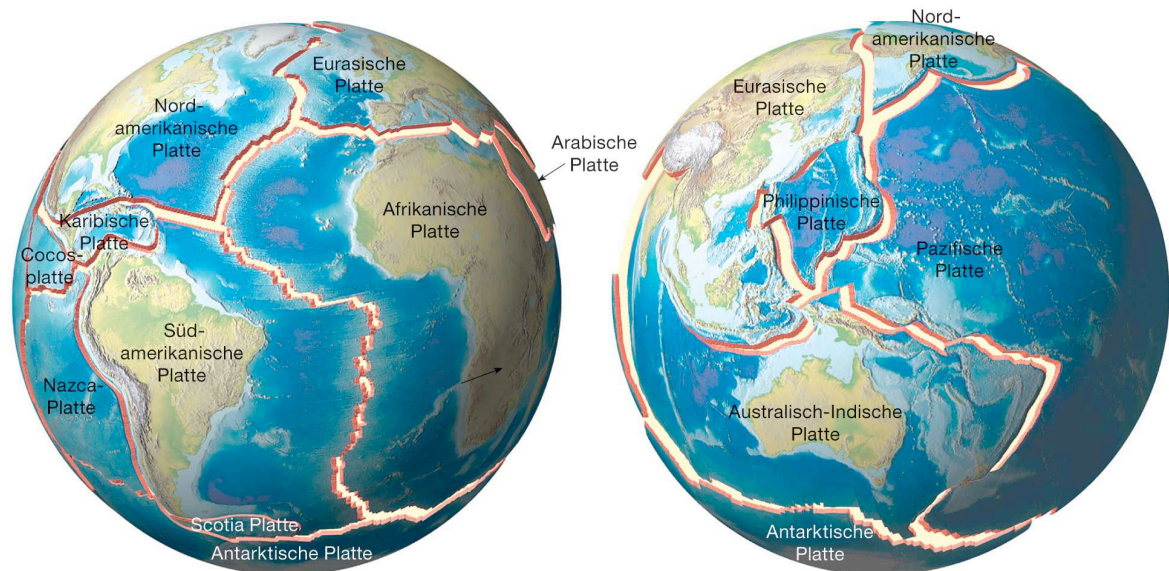
	Erdbeben in der Schweiz	Datum	Magn.
1	Basel	18. Okt. 1356	6.2 - 6.9
2	Augusta Raurica (Kaiseraugst)	250 n. Chr.	6.9
3	Churwalden	April 1295	6.5
4	Ardon VS	April 1524	6.4
5	Brig/Naters	9. Dez. 1755	6.1
6	Aigle VD	11. März 1584	6.4



# die grosse wissenschaftliche Umwälzung

Plattentektonik:

Erdoberfläche besteht aus Platten

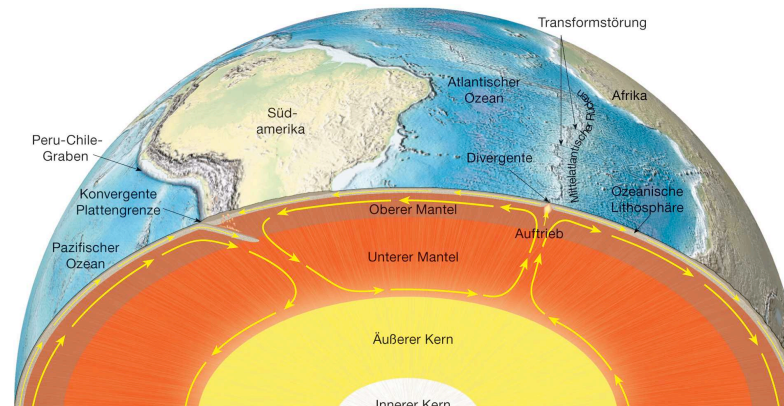


Mantelkonvektion:

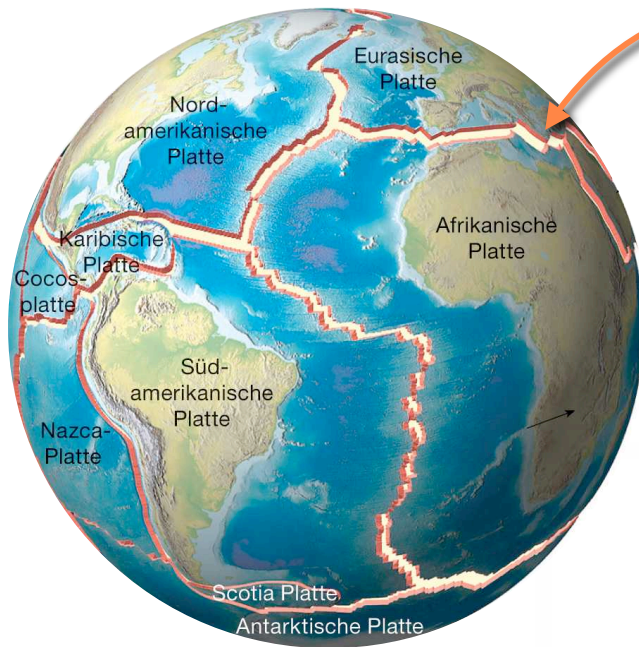
"Förderbänder" Spreading Ridge → Subduktion

Bewegung der Platten...

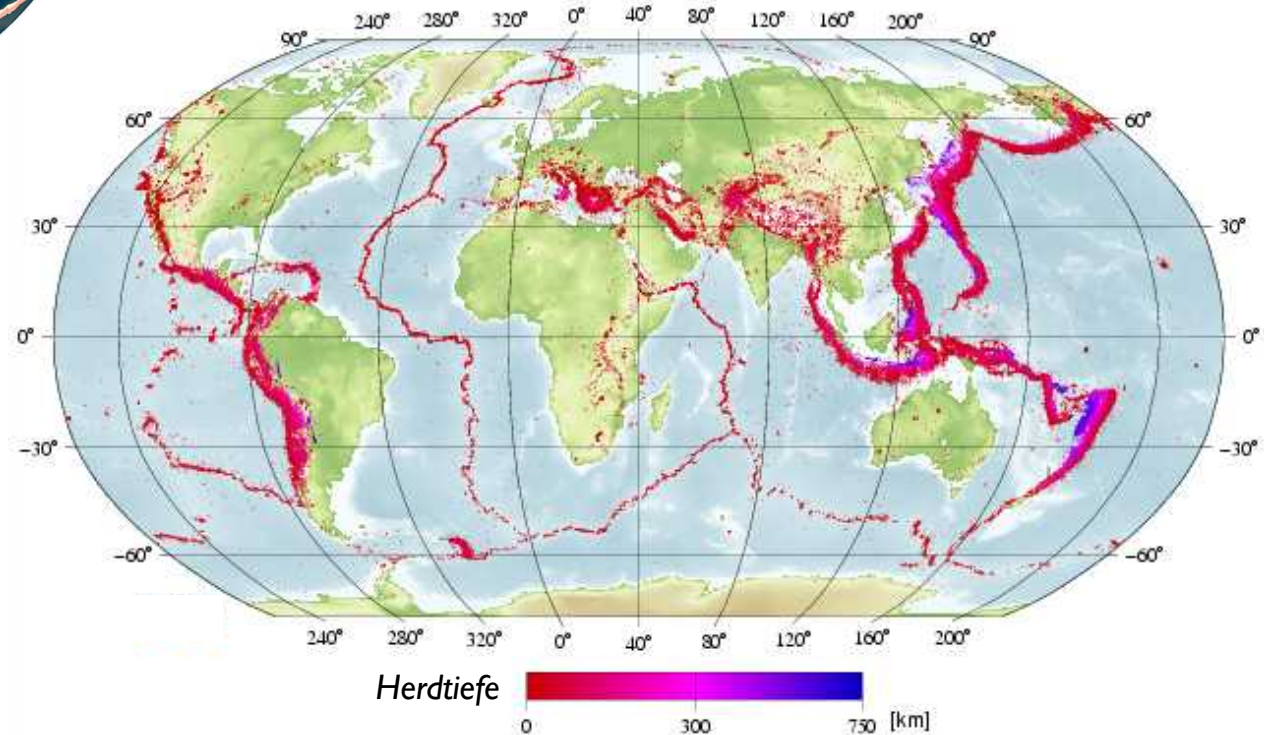
- aufeinander zu
  - aneinander vorbei
- ... ist Ursache für Erdbeben



# wo also entstehen Erdbeben ?

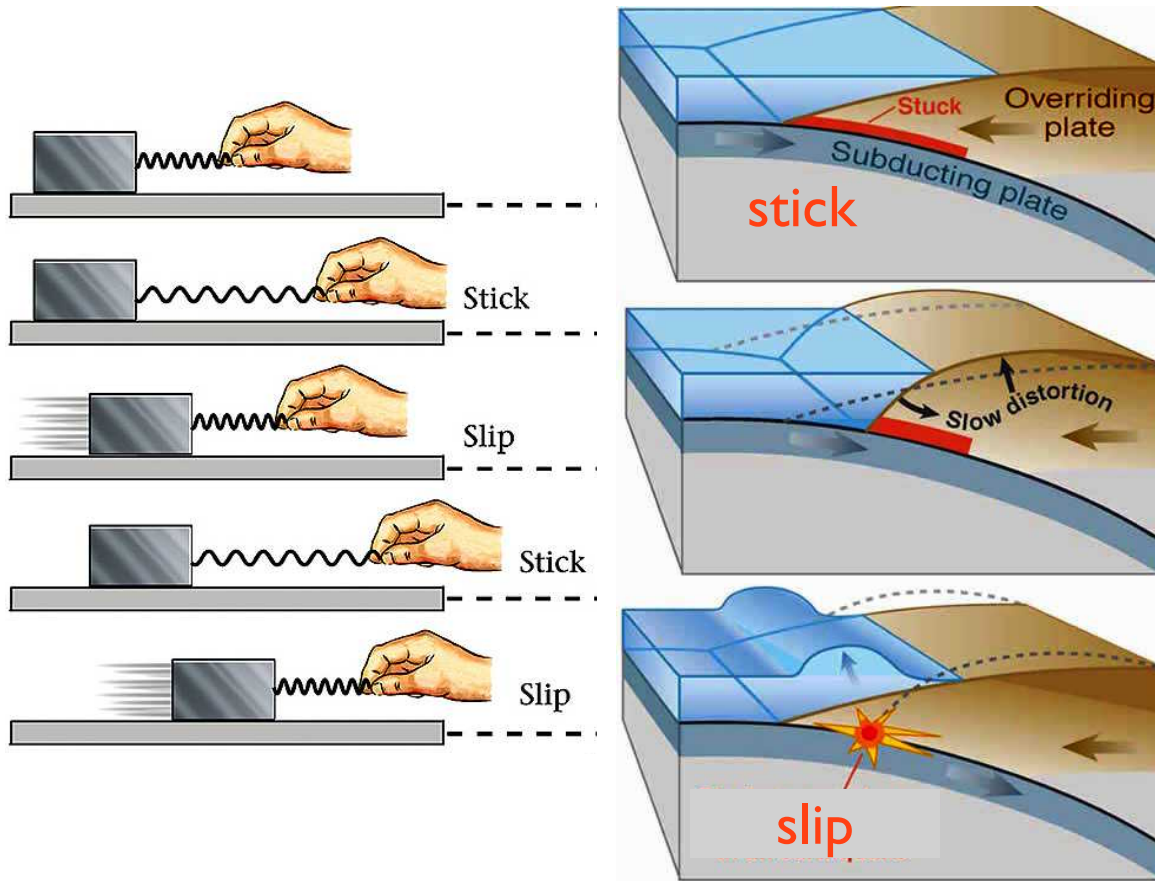


- fast immer an Plattengrenzen (Anden, Japan, ...)  
oder -zonen (Alpen, Himalaya, ...)
- immer an Verwerfungen
  - Transform (aneinander vorbei)
  - Subduktion (aufeinander bzw. untereinander)



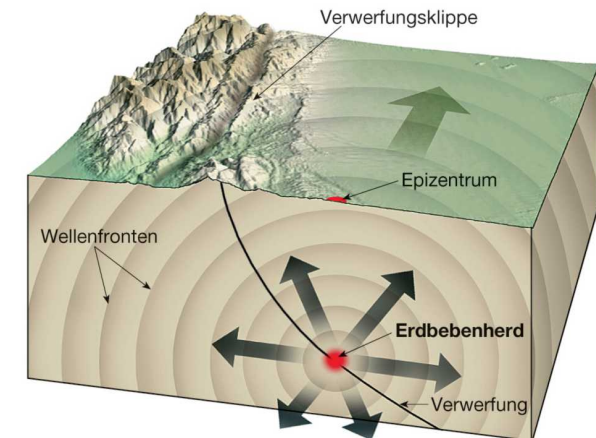
# und wie wird nun ein Erdbeben ausgelöst ?

## Stick-slip Modell für Verwerfungen



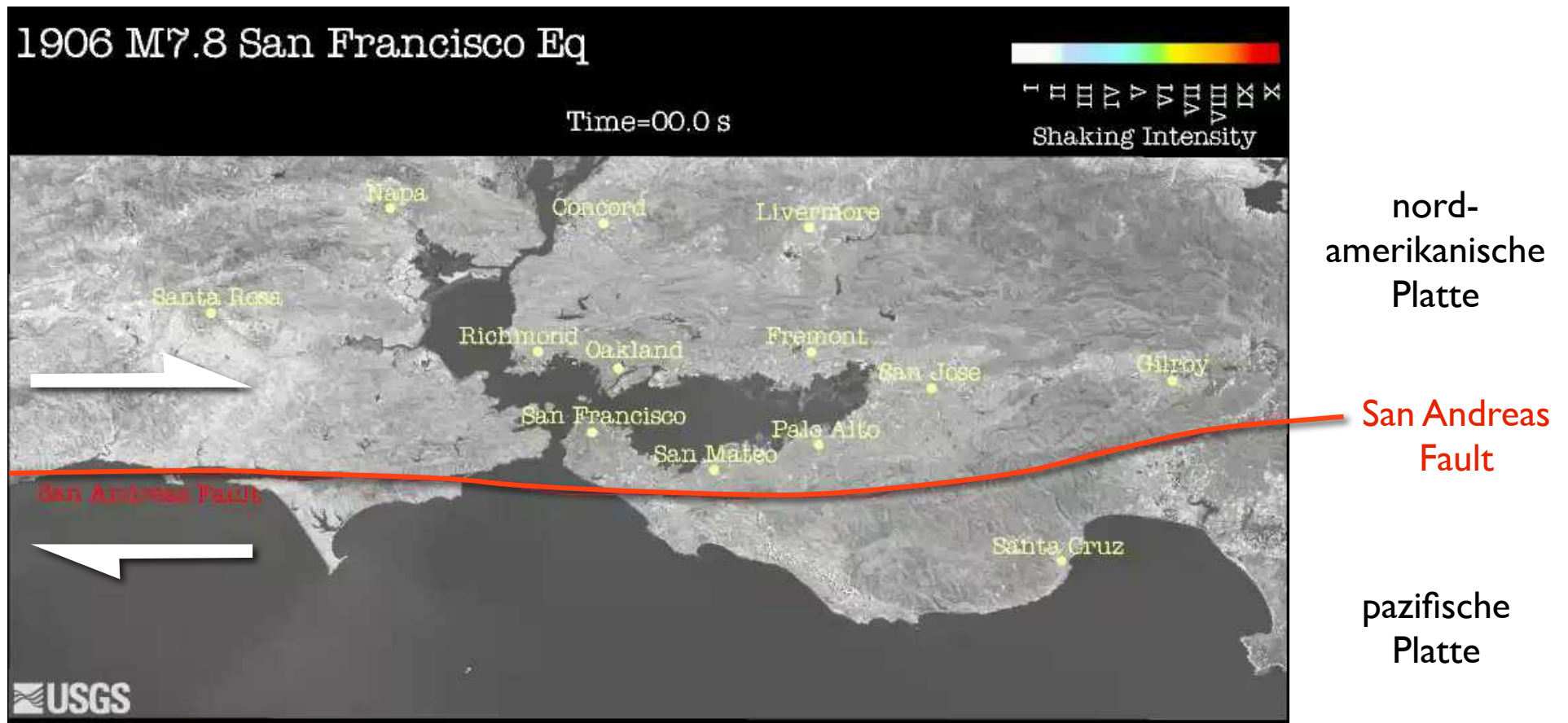
Jahre - Jahrhunderte

## Ausbreitung der Erdbebenwelle



Sekunden

# im Licht der Plattentektonik: San Francisco (1906)

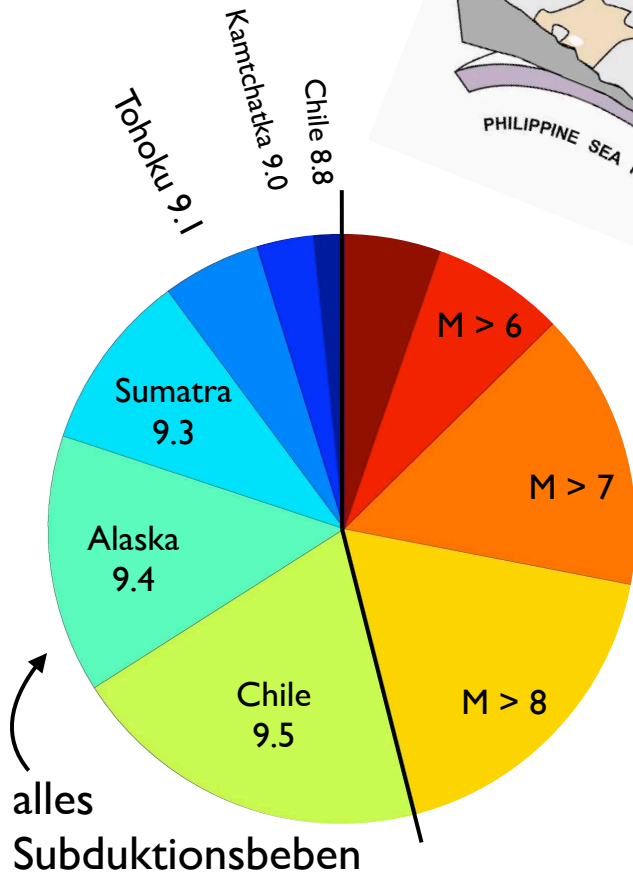
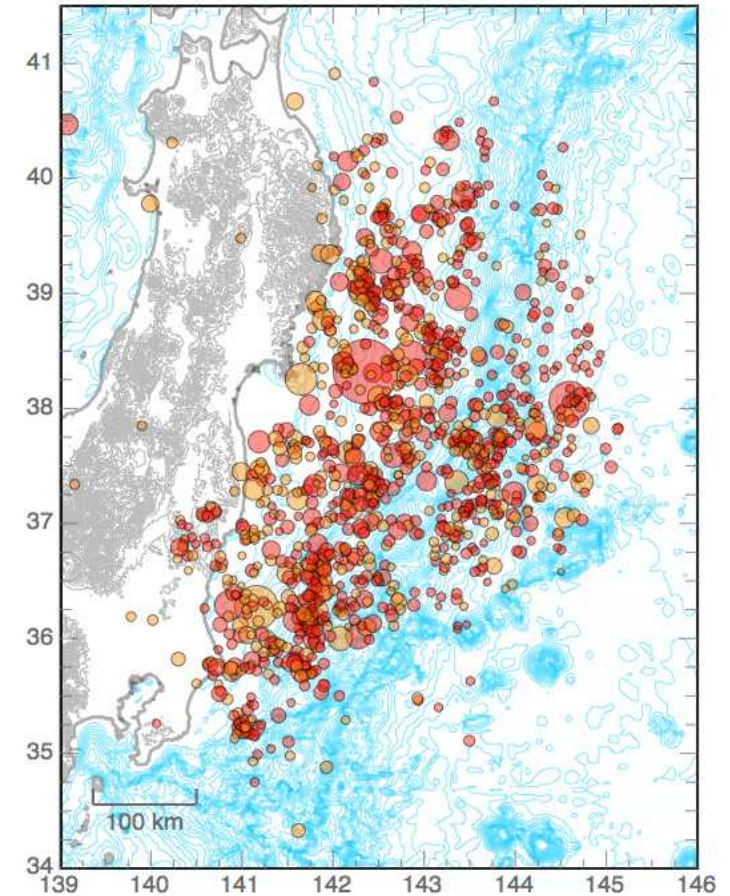
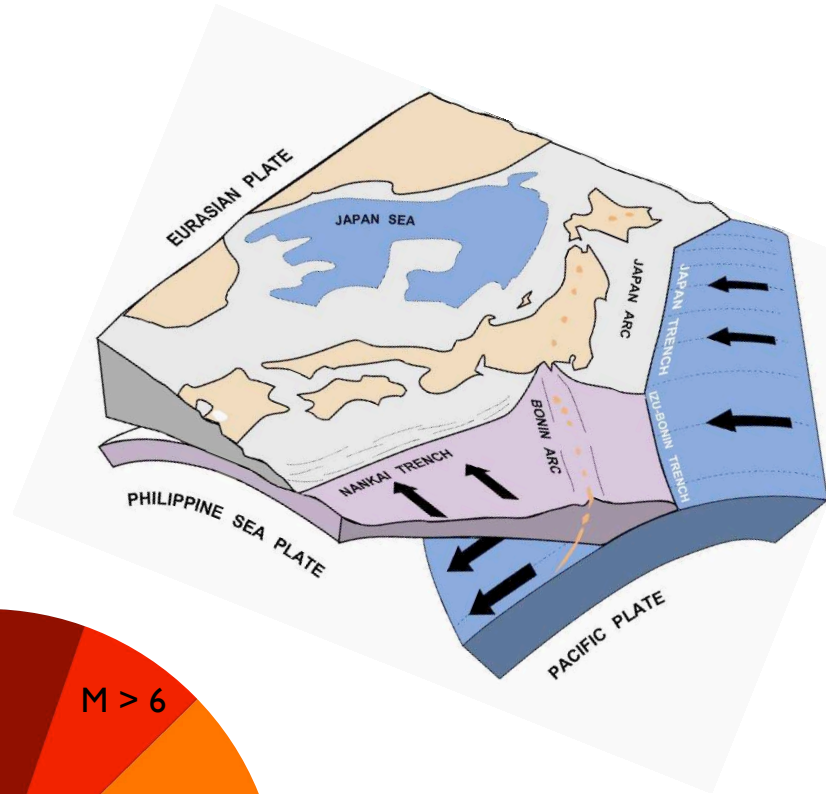


## Transformbeben

Ausbreitungsgeschwindigkeit des Bruches (rupture speed)	2.7 km/s
Geschwindigkeit der Gesteinskörper (slip velocity)	5 km/h
maximaler Versatz	8.4 m
Dauer des Hauptbebens	45 - 60 s
Länge der Bruchfläche	477 km

# im Licht der Plattentektonik: Tohoku (2011)

Subduktionsbeben



# was kann man gegen Erdbeben machen ?

es gibt (bis heute) keine zuverlässige Vorhersage  
aber man kann sich vorbereiten ([www.seismo.ethz.ch](http://www.seismo.ethz.ch) "Erdbeben - was tun?")...

...denn wirklich vor Erdbeben schützen kann nur einer ... und nur im Film ...



Folien auf [www.earth.unibas.ch/micro/](http://www.earth.unibas.ch/micro/)

# Einführung: unser tägliches Erdbeben

Schweizerischer Erdbebendienst  
Service Sismologique Suisse  
Servizio Sismico Svizzero  
Swiss Seismological Service

Der SED | Aktuelle Erdbeben | Erdbeben Schweiz | Überwachung | Forschung und Lehre | Produkte | Bildung

### Schweizerischer Erdbebendienst (SED)

Der Schweizerische Erdbebendienst (SED) an der ETH Zürich ist die Fachstelle des Bundes für Erdbeben. In dessen Auftrag überwacht er die Erdbebenaktivität in der Schweiz sowie im grenznahen Ausland und beurteilt die Erdbebengefährdung in der Schweiz. Im Falle eines Erdbebens informiert der SED Öffentlichkeit, Behörden und Medien über den Ort, die Stärke und mögliche Auswirkungen. Die Aktivitäten des SED sind im [Massnahmenprogramm des Bundes](#) zur Reduktion des Erdbebenrisikos eingebunden.

#### Aktuelle Erdbeben: Schweiz / Welt

Date/Time(CH)	Date/Time(UTC)	Mag	Region
2015/11/03 08:37	2015/11/03 07:37	1.8	<a href="#">Lago d'Iseo I</a>
2015/11/02 14:57	2015/11/02 13:57	0.2	<a href="#">Bourg-Saint-Pierre VS</a>
2015/11/02 03:48	2015/11/02 02:48	0.5	<a href="#">Gelterkinden BL</a>
2015/11/02 01:25	2015/11/02 00:25	0.7	<a href="#">Sierra VS</a>
2015/11/01 21:20	2015/11/01 20:20	3.0	<a href="#">Lago di Garda I</a>
2015/11/01 19:06	2015/11/01 18:06	1.0	<a href="#">Fiesch VS</a>
2015/11/01 04:34	2015/11/01 03:34	0.6	<a href="#">Sanetschpass VS</a>
2015/10/31 10:26	2015/10/31 09:26	0.8	<a href="#">Sierra VS</a>
2015/10/30 17:47	2015/10/30 16:47	0.6	<a href="#">Sion VS</a>

[gesamte Liste](#) [gesamte Liste UTC](#)

#### In der Schweiz verspürte Erdbeben der letzten 72 Stunden:

**Manuell überprüfte Lokalisierung**  
**Region:** [Lago di Garda I](#), **Datum/Zeit:** 2015/11/01 21:20 (CH) 2015/11/01 20:20 (UTC),  
**Magnitude:** 3.0 (Aktualisiert: 01.11.2015 20:34:47 UTC)  
[Erdbeben gespürt?](#)

#### Aktuelles

##### Starkes Erdbeben im Hindu Kush (Grenzregion Afghanistan – Pakistan)

Am Montag, 26. Oktober 2015 hat um 09:09 Uhr (UTC) ein Erdbeben der Stärke 7.5 Afghanistan und Pakistan erschüttert. Der Ausgangspunkt des Bebens lag in den Hindu Kush Bergen in einer Tiefe von etwa 200 km.

Kabul und Islamabad wurden stark erschüttert, das Beben war zudem in bis zu 1000 km entfernten Städten deutlich spürbar. Dazu gehören Dehli in Indien, Lahore in Pakistan, Taschkent in Usbekistan oder Dushanbe in Tadschikistan. Schäden werden vor allem in den Berggebieten bei verletzlichen Gebäude erwartet zudem ist mit zahlreichen Erdrutschungen zu rechnen.

Ähnliche Ereignisse (Lage, Tiefe und Magnitude) ereigneten sich schon 1921, 1949, 1965, 1983, 1985 und 2002, das heisst, alle 20 Jahren im Durchschnitt.

Das genaue Schadensausmass ist noch nicht bekannt, es sind aber bereits über hundert Todesopfer alleine in Pakistan zu beklagen. Im Jahr 2002 haben beim letzten grösseren Beben 150 Leute ihr Leben verloren. Für das Beben vom 26. Oktober ist von schwerwiegenden Konsequenzen auszugehen. Unter anderem, weil die betroffenen Gebiete politisch instabil und für die Rettungskräfte schwierig zu erreichen sind.

26.10.2015

#### Wenn die Erde bebt

[Erdbeben - was tun](#)  
**Erdbeben gespürt?**  
[Melden Sie ein Erdbeben](#)  
**@seismoCH\_D**  
[Folgen Sie uns auf Twitter](#)  
**SED informiert:**  
[Erdbebenmeldungen](#)  
**Erdbebeninfo weltweit:**  
[U.S. Geological Survey](#)  
[NINTRAS: Media Reports](#)  
[EU-Med. Seismological Centre](#)

#### Weitere Informationen

[Massnahmen zur Erdbebenvorsorge \(BAFU\)](#)  
[Seismische Gefährdung](#)  
[Offene Stellen](#)  
[Kontakt](#)

kleine Erdbeben



Erdbebenliste in Lokalzeit / Erdbebenliste in UTC

Date/Time CH	Lat	Lon	Depth	MagT	Mag	Agency	LocT	Region
2015/11/03 08:37:09	45.84	10.04	2.0	MLh	1.8	SED	automatic	Lago d'Iseo I
2015/11/02 14:57:29	45.90	7.04	5.9	MLh	0.2	SED	manual	Bourq-Saint-Pierre VS
2015/11/02 03:48:08	47.48	7.92	21.3	MLh	0.5	SED	manual	Gelterkinden BL

Detailinformationen

Region: Gelterkinden BL - Magnitude 0.5

Haben Sie das Erdbeben verspürt? Melden Sie das Erdbeben »

Details	Maps	Scientific & Technical
---------	------	------------------------

Date & Time: 2015/11/02 03:48:08 (CH)  
2015/11/02 02:48:08 (UTC)

Latitude: 47.48 N Longitude: 7.92 E

Magnitude: 0.5 Magnitude Type: MLh

CH-coordinates X: 635954 Y: 258547

Depth (Km): 21.3

Location

Agency

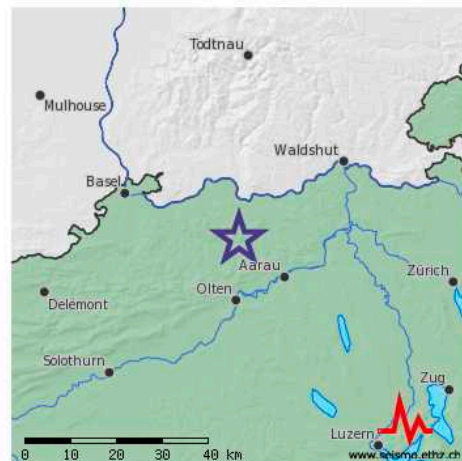
Updated:  
OriginID:

Detailinformationen

Region: Gelterkinden BL - Magnitude 0.5

Details	Maps	Scientific & Technical
---------	------	------------------------

Erdbebenkarte



- Historische Seismizität
- Instrumentelle Seismizität
- Abgeschätztes Schüttergebiet
- 

Der Stern auf der Karte kennzeichnet das Epizentrum des Erdbebens.

2015-11-03 15:52:52 UTC

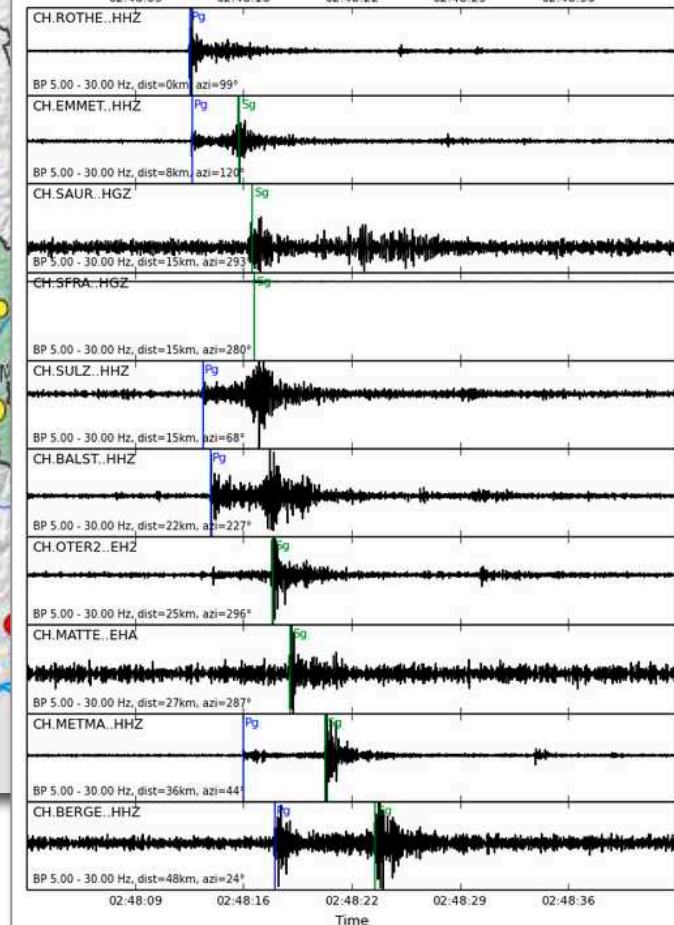
Detailinformationen

Region: Gelterkinden BL - Magnitude 0.5

Details	Maps	Scientific & Technical
---------	------	------------------------

Seismogramm

smi:ch.ethz.sed/sc3a/origin/NLL\_20151102134238.275764.52236\_2015-11-02\_02:48:08.8 UTC  
Gelterkinden BL, manual, MLh = 0.5, Lat: 47.477, Lon: 7.916, Dep: 21.3 km, earthquake



Alle Seismogramme »

# http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/

The screenshot shows the USGS Earthquake Hazards Program website. The header includes the USGS logo and navigation links. The main content area is titled "Earthquakes" and features several sections:

- Significant Earthquakes (Past 30 Days):** A list of earthquakes with magnitude, location, and depth. The most recent is a 6.3 magnitude earthquake 77km WNW of Dili, East Timor, on 2015-11-04 at 03:44:15 UTC, 14.3 km deep.
- Today's Earthquake Fact:** A text-based fact about human hearing range and earthquake frequencies.
- Magnitude 2.5+ Earthquakes (Past Day):** A list of earthquakes with magnitude, location, and depth. The most recent is a 2.5 magnitude earthquake 69km NNW of Talkeetna, Alaska, on 2015-11-04 at 13:57:50 UTC, 81.4 km deep.
- Today in Earthquake History:** A section highlighting a major earthquake on November 4, 1952, with a magnitude of 9.0 in Kamchatka.
- Real-time & Historical Earthquake Information:** A grid of links to various tools and resources, including "Latest Earthquakes", "Info by Region", "Did You Feel It?", "Real-time Feeds & Notifications", "World Seismicity Maps", "ShakeMap", "Search Earthquake Archives", "Earthquake 'Top 10' Lists & Maps", and "PAGER".

At the bottom, there are links for "Significant Earthquake Archive" and "Errata for Latest Earthquakes", along with social media sharing options for Facebook, Twitter, Google, and Email.

aktuelles  
Erdbeben  
(4. Nov. 2015)

# M6.3 - 77km WNW of Dili, East Timor

USGS science for a changing world

Earthquake Hazards Program

General

**Summary**

Interactive Map

Google Earth KML

Impact

Summary

Did You Feel It?

Tell Us!

Shakemap

PAGER

Scientific

Summary

Origin

Moment Tensor

Waveforms

Latest Earthquakes

Earthquakes

Hazards

Data & Products

Learn

Monitoring

## M6.3 - 77km WNW of Dili, East

**V** DYFI?

**VI** ShakeMap

**GREEN** PAGER

### Location

Data Source US<sup>2</sup>



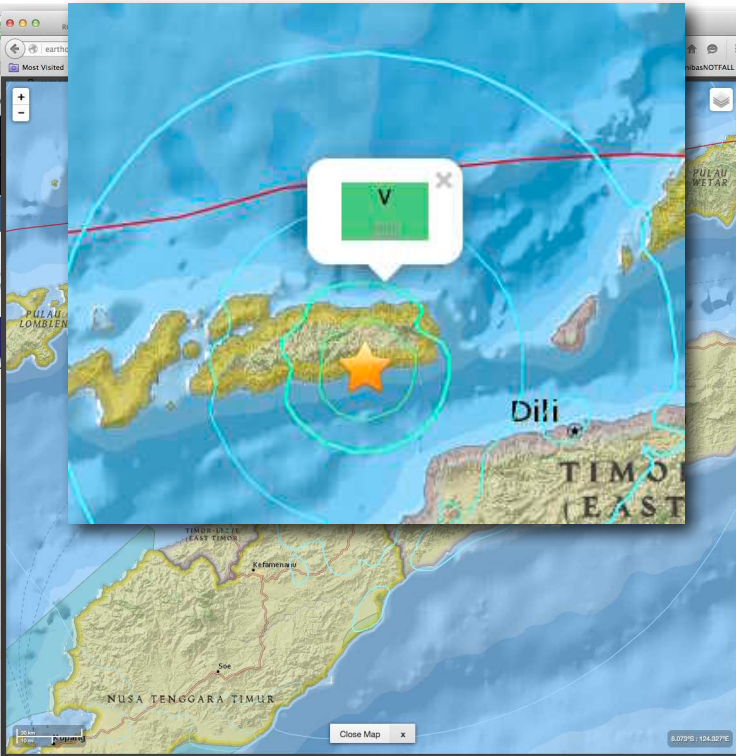
8.353°S 124.899°E depth=14.3 km (8.9 mi)

[View interactive map](#)

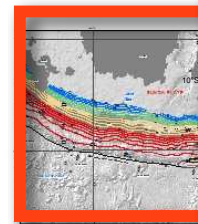
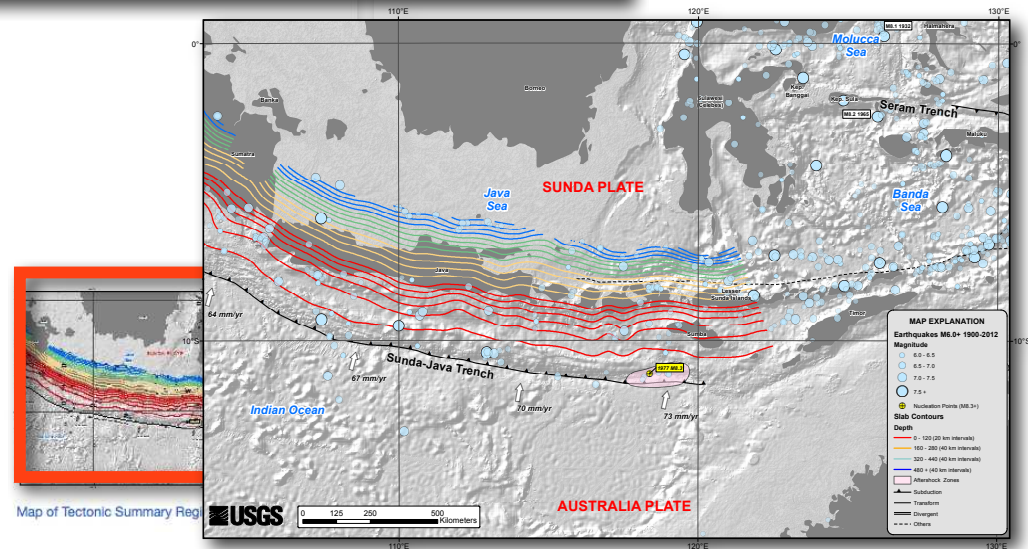
### Seismotectonics of the Java Region

The Sunda convergent margin extends for 5,600 km from the Bay of Bengal and the Andaman Sea, both located northwest of the map area, towards Sumba Island in the southeast, and then continues eastward as the Banda arc system. This tectonically active margin is a result of the India and Australia plates converging with and subducting beneath the Sunda plate at a rate of approximately 50 to 70 mm/yr. The main physiographic feature associated with this convergent margin is the Sunda-Java Trench, which stretches for 3,000 km parallel to the Java and Sumatra land masses and terminates at 120° E. The convergence of the India, Australia and Sunda plates produces two active subduction zones:

link



us200041ty



Map of Tectonic Summary Region

# DYFI? - ShakeMap - PAGER - Tsunami NOAA

The image displays four overlapping browser windows showing USGS and NOAA web pages for an earthquake event (M6.3 - 77km WNW of Dili, East Timor). A red arrow points from the word "links" to the navigation buttons in the top screenshot.

**Top Screenshot (USGS Earthquake Hazards Program):**

- URL: earthquake.usgs.gov/earthquakes/eventpage/us200041ty#impact\_dyfi
- Event: M6.3 - 77km WNW of Dili, East Timor
- Navigation buttons: **V DYFI?**, **VI ShakeMap**, **GREEN PAGER**, and a tsunami icon.

**Middle-Left Screenshot (USGS Earthquake Hazards Program):**

- URL: earthquake.usgs.gov/earthquakes/eventpage/us200041ty#impact\_shakemap
- Event: M6.3 - 77km WNW of Dili, East Timor
- Section: Impact - Shakemap
- Map: USGS ShakeMap - KEPULAUAN A, Nov 4, 2015 03:44:15 UTC, M 6.3, S 8.35 E 124.90

**Middle-Right Screenshot (USGS Earthquake Hazards Program):**

- URL: earthquake.usgs.gov/earthquakes/eventpage/us200041ty#impact\_pager
- Event: M6.3 - 77km WNW of Dili, East Timor
- Section: Impact - PAGER
- Estimated Fatalities: 65% (Green), 30% (Yellow), 4% (Red)
- Estimated Population Exposure to Earthquake Shaking: Map showing population per 1 sq. km.

**Bottom-Right Screenshot (NOAA Tsunami.gov):**

- URL: www.tsunami.gov
- Section: NOAA's National Weather Service Tsunami.gov
- Status: No Tsunami Warnings, Advisories or Watches are in effect.
- Table: Tsunami Alerts Issued by NWS in the past 7 days

**Intensity and Damage Legend (Bottom Left):**

INTENSITY	I	II-III	IV	V	VI	VI
SHAKING	Not felt	Weak	Light	Moderate	Strong	Very strong
DAMAGE	none	none	none	Very light	Light	Mode

Processed: Wed Nov 4 17:09:29 2015

# earthquake.usgs.gov/earthquakes/

USGS Home  
Contact USGS  
Search USGS

Earthquake Hazards Program

Home About Us Contact Us

EARTHQUAKES HAZARDS DATA & PRODUCTS LEARN MONITORING RESEARCH

## Earthquakes

**Significant Earthquakes** Past 30 Days

- 6.3 [77km WNW of Dili, East Timor](#)  
2015-11-04 03:44:15 UTC 14.3 km deep
- 4.1 [11km NNE of Black Canyon City, Arizona](#)  
2015-11-02 06:29:06 UTC 6.5 km deep
- 7.5 [45km N of 'Alaqahdari-ye Kiran wa Munja...](#)  
2015-10-26 09:09:32 UTC 212.5 km deep
- 7.1 [35km NE of Port-Olry, Vanuatu](#)  
2015-10-20 21:52:02 UTC 127.0 km deep
- 5.8 [2km WSW of Balitoc, Philippines](#)  
2015-10-19 13:50:41 UTC 106.0 km deep
- 4.4 [20km WSW of Medford, Oklahoma](#)  
2015-10-10 09:20:43 UTC 5.6 km deep

**Today's Earthquake Fact**

Human beings can detect sounds in the frequency range 20-20,000 Hertz. If a P-wave refracts out of the rock surface into the air, and has a frequency in the audible range, it will be heard as a rumble. Most earthquake waves have a frequency of less than 20 Hz, so the waves themselves are usually not heard. Most of the rumbling noise heard during an earthquake are from buildings (and their contents) moving.

**Magnitude 2.5+ Earthquakes** Past Day

- 2.5 [69km NNW of Talkeetna, Alaska](#)  
2015-11-04 13:57:50 UTC 81.4 km deep
- 5.0 [44km E of Nemuro, Japan](#)  
2015-11-04 13:47:49 UTC 37.8 km deep
- 4.8 [72km WNW of Dili, East Timor](#)  
2015-11-04 13:24:02 UTC 30.4 km deep
- 4.7 [42km N of Brenas, Puerto Rico](#)  
2015-11-04 12:43:59 UTC 118.0 km deep
- 4.4 [61km NW of Buldir Island, Alaska](#)  
2015-11-04 12:36:16 UTC 112.0 km deep
- 2.9 [88km N of Charlotte Amalie, U.S. Virgin...](#)  
2015-11-04 11:58:35 UTC 33.0 km deep

**Today in Earthquake History**

November 4, 1952  
M 9.0, Kamchatka  
Largest Earthquake

[Read More](#)

link

historische  
Erdbeben

## Today in Earthquake History

### Earthquake History for November 4th

M9.0 - Kamchatka, 1952  
One of the [Largest Earthquakes](#) in the World.

#### Real-time & Historical Earthquake Information



##### [Latest Earthquakes](#)

View recent events or search for past earthquakes.  
Optimized for mobile and desktop.



##### [Real-time Feeds & Notifications](#)

Get real-time earthquake notifications sent to you using a number of popular mediums: Feeds, Email, Twitter etc....



##### [Search Earthquake Archives](#)

Online catalog search.



##### [Info by Region](#)

By state or region



##### [World Seismicity](#)

Entire world



##### [Top 10 Earthquakes](#)

Earthquake

[Significant Earthquake Archive](#)

[Errata for Latest Earthquakes](#)

Share this page: [Facebook](#) [Twitter](#) [Google](#) [Email](#)

# earthquake.usgs.gov/earthquakes/world/10\_largest\_world.php

ROCK DEFORMATION AND MI... SED - Starkbebenetzwerk Largest Earthquakes in th... M6.3 - 77km WNW of Dill...

earthquake.usgs.gov/earthquakes/world/10\_largest\_world.php

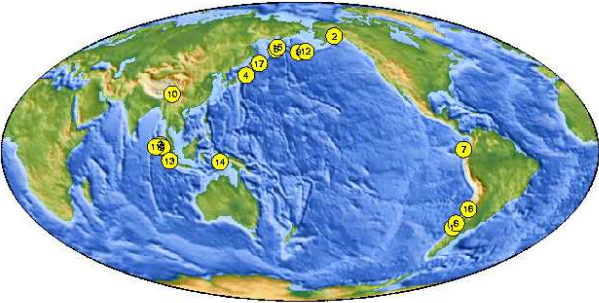
Most Visited mailTOS meteoCAN meteoBSL EGUlogin reducePDF JGR Wiley login aurora Gelb bewegt. - Di... SWITCHfilesender ITunibasNOTFALL

**EARTHQUAKES HAZARDS DATA & PRODUCTS LEARN MONITORING RESEARCH**

Latest Earthquakes  
Real-time Feeds & Notifications  
Significant EQ Archive  
Search EQ Archives  
"Top 10" Lists & Map  
Info by Region

## Largest Earthquakes in the World Since 1900

The lists and statistics on this webpage have not been updated since December 2012. Many of these will be updated and available when we have completed the transition into the new earthquake database. We hope to provide this sometime in 2015.



USGS National Earthquake Information Center

[Google Earth KML](#)

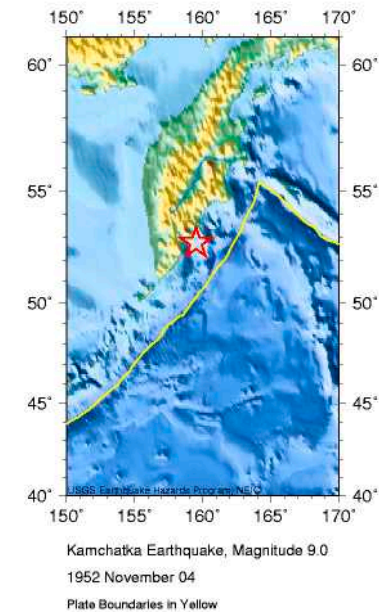
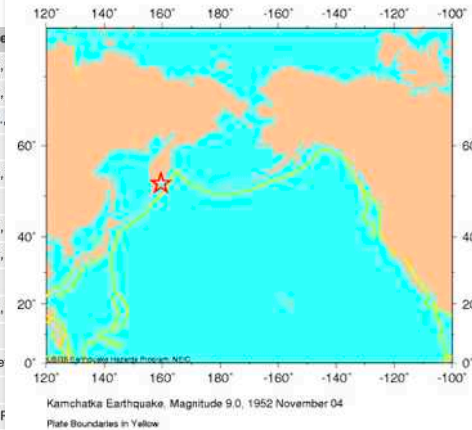
	Location	Date UTC	Magnitude	Lat.	Long.	Reference
1.	Chile	1960 05 22	9.5	-38.29	-73.05	Kanamori,
2.	<a href="#">1964 Great Alaska Earthquake</a>	1964 03 28	9.2	61.02	-147.65	Kanamori,
3.	<a href="#">Off the West Coast of Northern Sumatra</a>	2004 12 26	9.1	3.30	95.78	Park et al.,
4.	<a href="#">Near the East Coast of Honshu, Japan</a>	2011 03 11	9.0	38.322	142.369	PDE
5.	Kamchatka	1952 11 04	9.0	52.76	160.06	Kanamori,
6.	<a href="#">Offshore Maule, Chile</a>	2010 02 27	8.8	-35.846	-72.719	PDE
7.	<a href="#">Off the Coast of Ecuador</a>	1906 01 31	8.8	1.0	-81.5	Kanamori,
8.	<a href="#">Flat Islands, Alaska</a>	1955 02 04	8.7	51.21	178.50	Kanamori,
9.	<a href="#">Northern Sumatra, Indonesia</a>	2005 03 28	8.6	2.08	97.01	PDE
10.	<a href="#">Assam - Tibet</a>	1950 08 15	8.6	28.5	96.5	Kanamori,
11.	<a href="#">Off the west coast of northern Sumatra</a>	2012 04 11	8.6	2.311	93.063	PDE
12.	<a href="#">Andreanof Islands, Alaska</a>	1957 03 09	8.6	51.56	-175.39	Johnson e
13.	<a href="#">Southern Sumatra, Indonesia</a>	2007 09 12	8.5	-4.438	101.367	PDE
14.	<a href="#">Banda Sea, Indonesia</a>	1938 02 01	8.5	-5.05	131.62	Okal and F
15.	Kamchatka	1923 02 03	8.5	54.0	161.0	Kanamori,

## Historic Earthquakes

### Kamchatka

1952 November 04 16:58:26.0 UTC

Magnitude 9.0



N.B: The magnitude for this earthquake has been recalculated since the following articles were written. Magnitude 9.0 is a better determination of the size of this earthquake.

# www.iris.edu/hq/retm

Incorporated  
Research  
Institutions for  
Seismology

www.iris.edu/hq/retm

INCORPORATED RESEARCH INSTITUTIONS FOR SEISMOLOGY

RESEARCH  
Data, derived products, software, web services

EDUCATION  
Lessons, lectures, videos, public displays

FACILITIES  
Directorates, programs, networks, centers

EARTHQUAKES  
Recent earthquakes, teachable moments

ABOUT IRIS  
Organization, governance, news, jobs, annual reports

RESOURCES  
Publications, webinars, posters, newsletters, proposals

Home / Retm

About EPO

Explore Earthquake Data

- Recent Earthquakes
- Earthquake Browser
- Seismograms
- Wave Visualizations

Learning/Teaching Resources

- Teachable Moments
- Animations
- Lessons/Demonstrations
- Posters
- Educational Software/Webtools
- Videos
- Fact Sheets
- Classroom Seismographs
- Image Gallery

Learning Opportunities

- Internships
- Teacher Professional Development
- Webinars

Public Outreach

- Public Displays
- IRIS News
- Distinguished Lectures

Recent Earthquake

May 12, 2015 (07:05:19 UTC)

Like 3.6k

Google

Magnitude 7.3 Nepal

A magnitude 7.3 earthquake has occurred near Mount Everest. Early reports suggest 32 people have been killed and at least 1,000 were injured in the earthquake. The region is still in recovery from a 7.8 magnitude earthquake that occurred on April 25, killing more than 8,000 people.

Teachable Moment Presentation

11 slide Powerpoint presentation ([zipped ppt/animation 3.29 MB](#) / [pdf 1.35 MB](#))

En Español

Presentación en Español ([zipped ppt 3.29 MB](#) / [pdf 1.28 MB](#))

IRIS Data Management Center (DMC) Pages

For Research Scientists >

For General Public >

October 20, 2015

A major earthquake struck near Vanuatu in the southwest Pacific Ocean early Friday morning (8:52 AM) local time 337 km (209 miles) west of Port-Vila, Efate, Vanuatu.

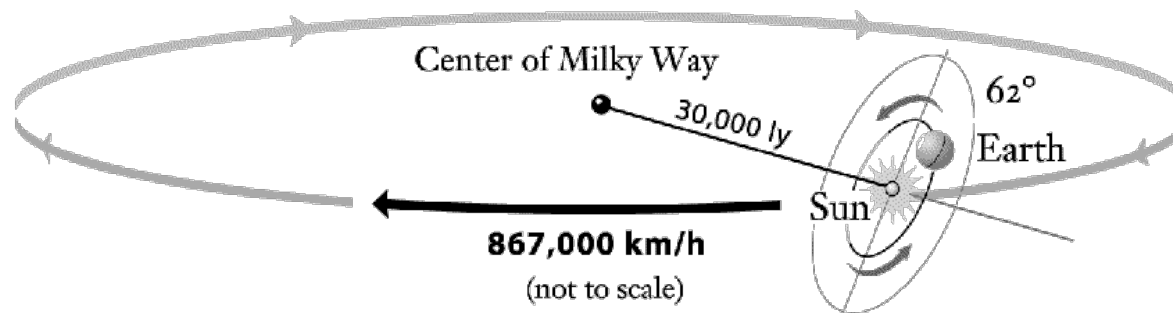
**unser Platz im All**



# unsere Galaxis - die Milchstrasse

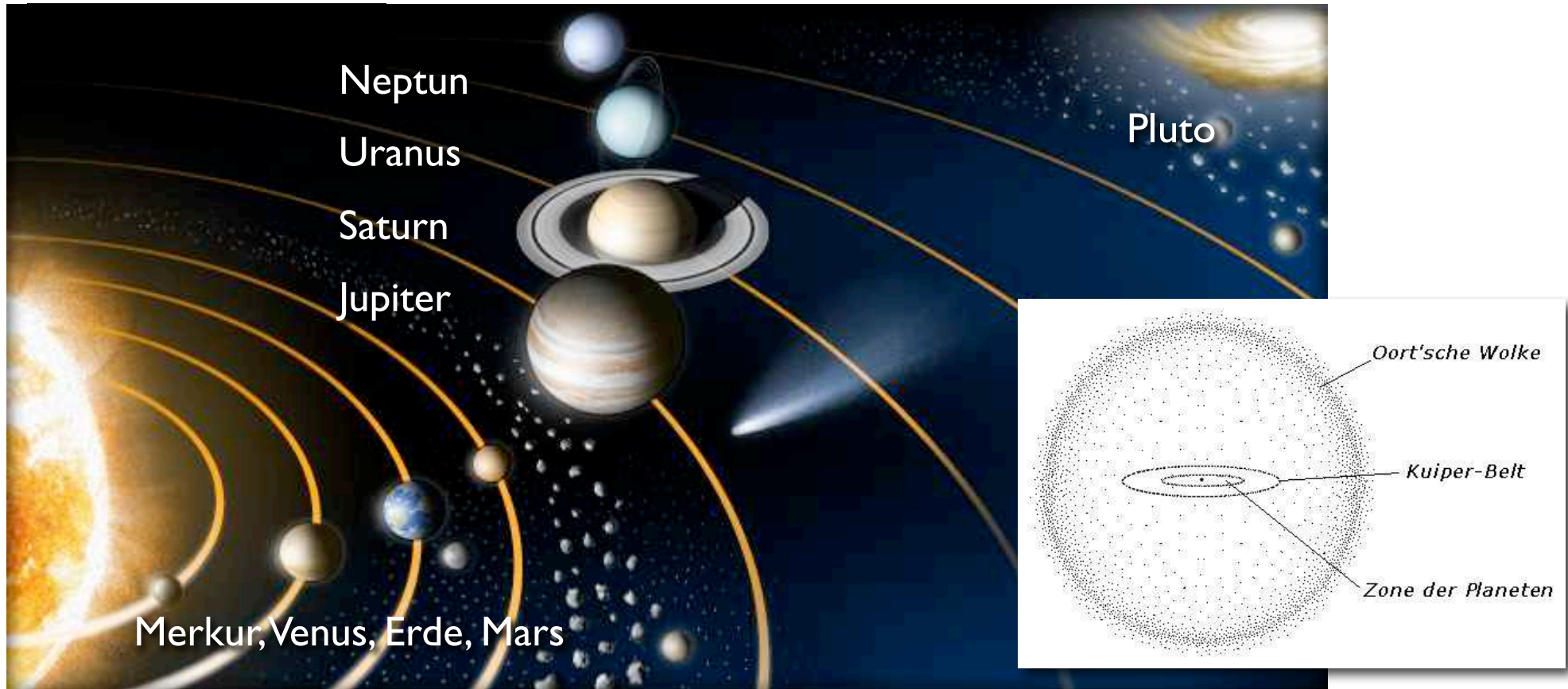


Durchmesser  $\sim 100'000$  Lichtjahre  $\approx 10^{21}$  m  
Höhe  $\sim 1000$  Lichtjahre  $\approx 10^{19}$  m  
100 - 300 Milliarden Sterne:  $\sim 100 \cdot 10^9 \approx 10^{11}$



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

# unser Sonnensystem



Sonne - Gesteinsplaneten - Asteroiden - Gasplaneten - Kuiper-Gürtel - Oort'sche Wolke

Merkur Venus Erde Mars - Jupiter Saturn Uranus Neptun - -  
Man verachte einen Menschen in seinem Unglück nie

Merkur Venus Erde Mars Aster. Jupiter Saturn Uranus Neptun KuiperG. O.Wolke  
Mein Vater erklärt mir an jedem Sonntag unsere natürliche kosmische Ordnung

im Masstab 1:  $10^{17}$  (= 1: 100 000 000 000 000 000)



**Galaxis**

$d = 10^{21}$  m

$h = 10^{19}$  m

$10^{11}$  Sterne

(incl. Pluto bzw.  
Kuiper-Gürtel)

**Sonnensystem**

$d = 10^{13}$  m

**Sonne**

$d = 10^9$  m

**Erde**

$d = 10^7$  m

**Schneegestöber**

$10^4$  m = 10 km

100 m ( $V = 10$  km<sup>3</sup>)

$10^{11}$  Flocken ( $\sim 10 / \text{m}^3$ )

**Schneeflocke**

$d = 10^{-4}$  m = 0.1 mm

**winziger Eiskristall**

$10^{-8}$  m = 10 nm

**ein Wassermolekül**

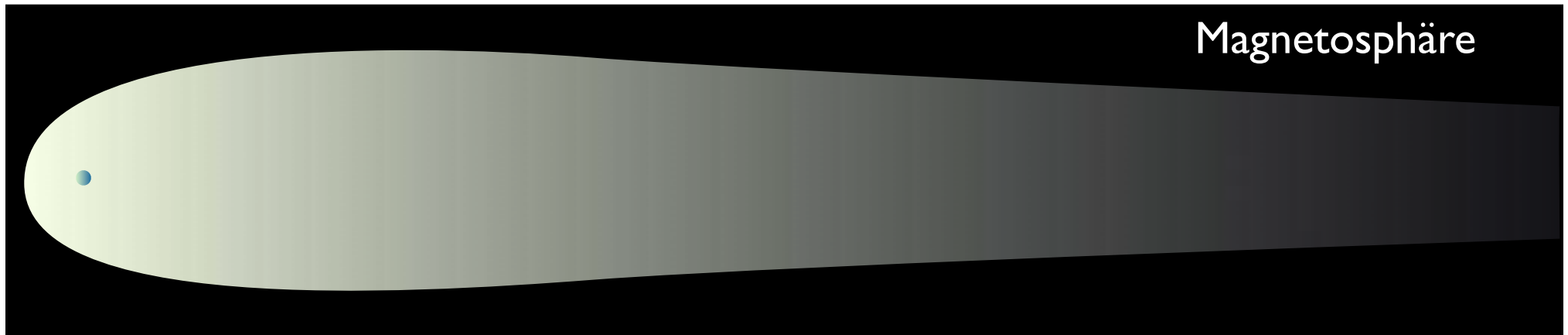
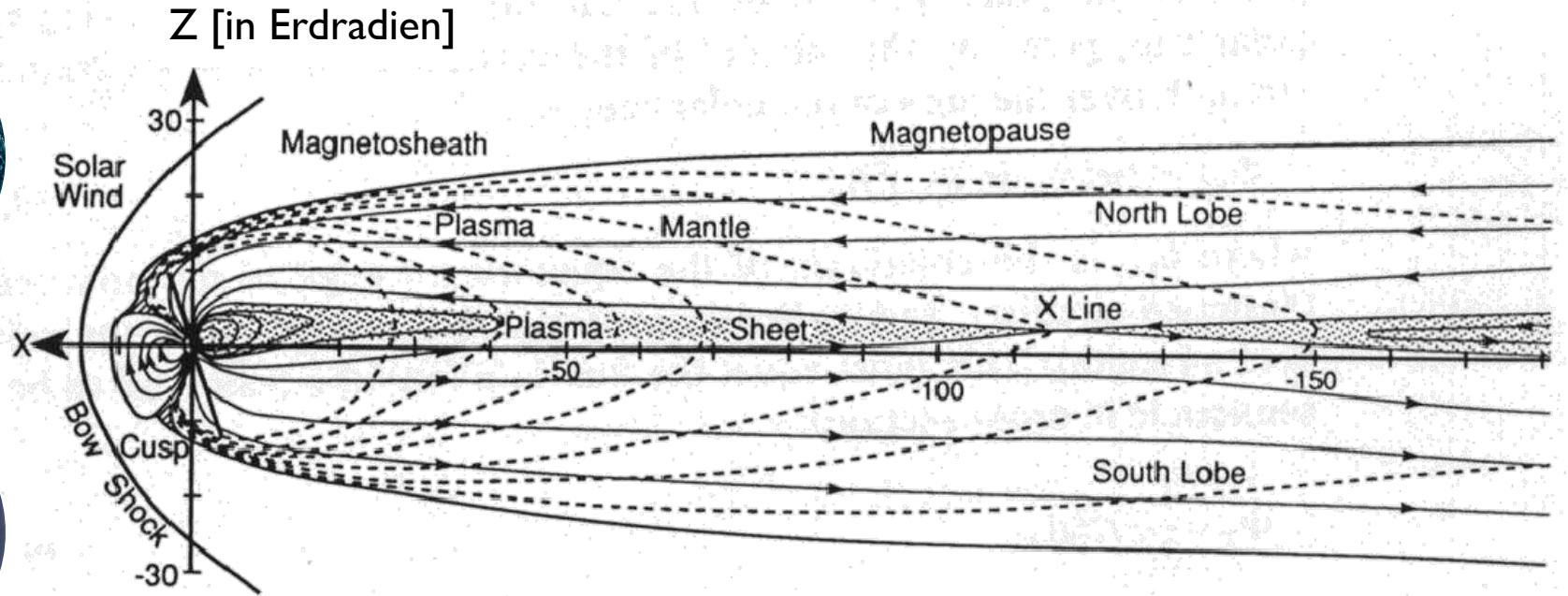
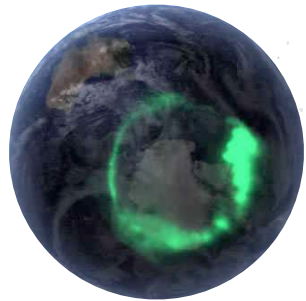
$10^{-10}$  m = 0.1 nm (= 1 Å)

# Dimensionen

	Parsec (pc)	Lichtjahre (ly)	astron. Einh. (AU)	Meter (m)
Galaxis Durchmesser	33'000	~110'000	$6.8 \cdot 10^9$	$10^{21}$
Galaxis Dicke	310	~1'000	$6.3 \cdot 10^7$	$10^{19}$
Sonnensystem inkl. Oort-Wolke	1	3.2	~200'000	$3 \cdot 10^{16}$
Sonnensystem inkl. Kuiper-Gürtel	$0.4 \cdot 10^{-3}$	$1.3 \cdot 10^{-3}$	~80	$1.2 \cdot 10^{13}$
Sonnensystem bis Neptun	$0.3 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-3}$	~60	$1 \cdot 10^{13}$
Sonne Durchmesser	$0.4 \cdot 10^{-7}$	$1.4 \cdot 10^{-7}$	0.01	$\sim 1.4 \cdot 10^9$
Erde Durchmesser	$0.4 \cdot 10^{-0}$	$1.4 \cdot 10^{-10}$	0.00001	$\sim 12.7 \cdot 10^6$

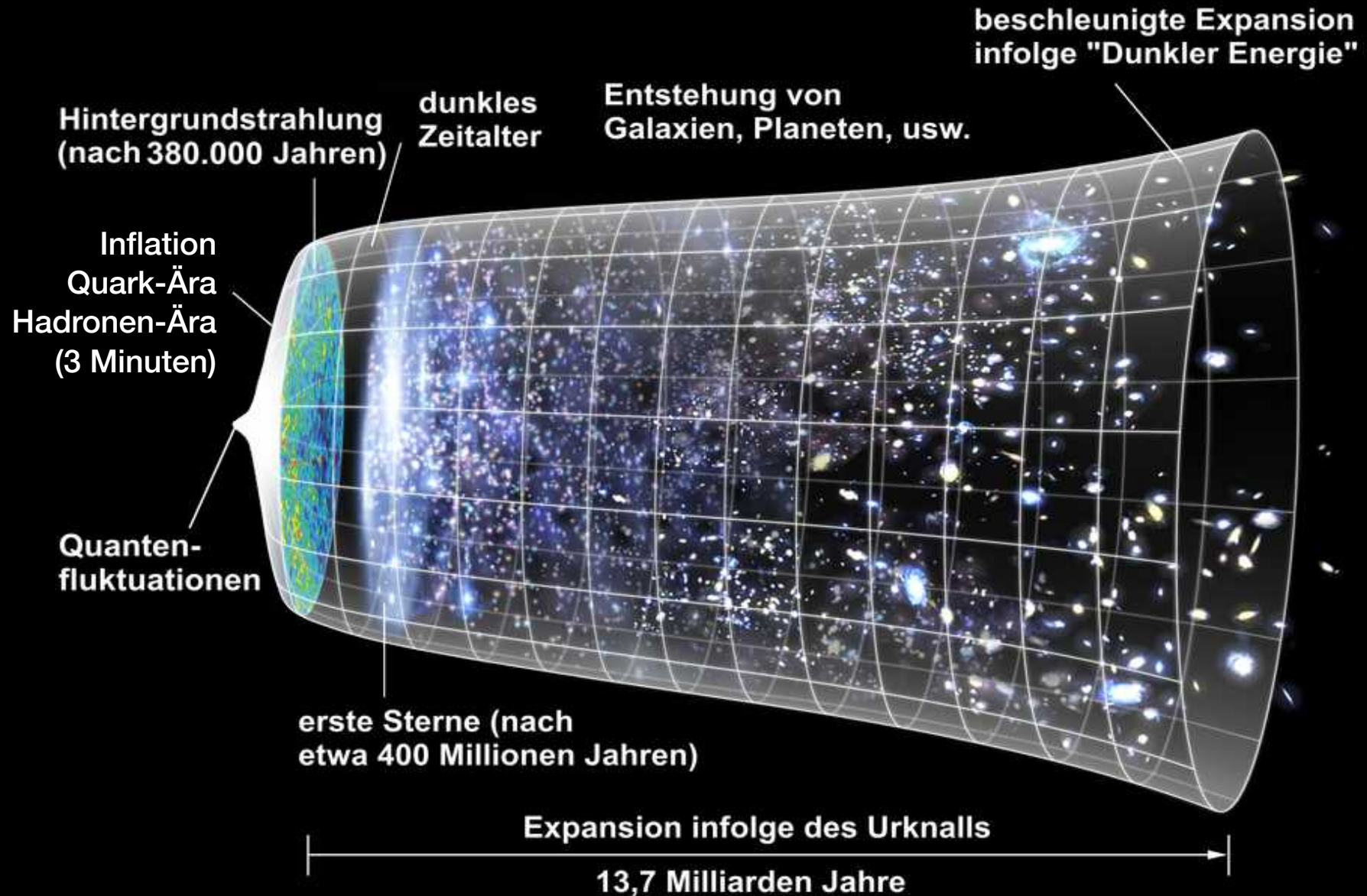
Verhältnis der Logarithmen der Durchmesser (in m):  
Galaxis : Sonnensystem : Sonne : Erde = 21 : 13 : 9 : 7

# Lost in space - die winzige Erde



# Entstehung der Erde

# Entstehung des Universums

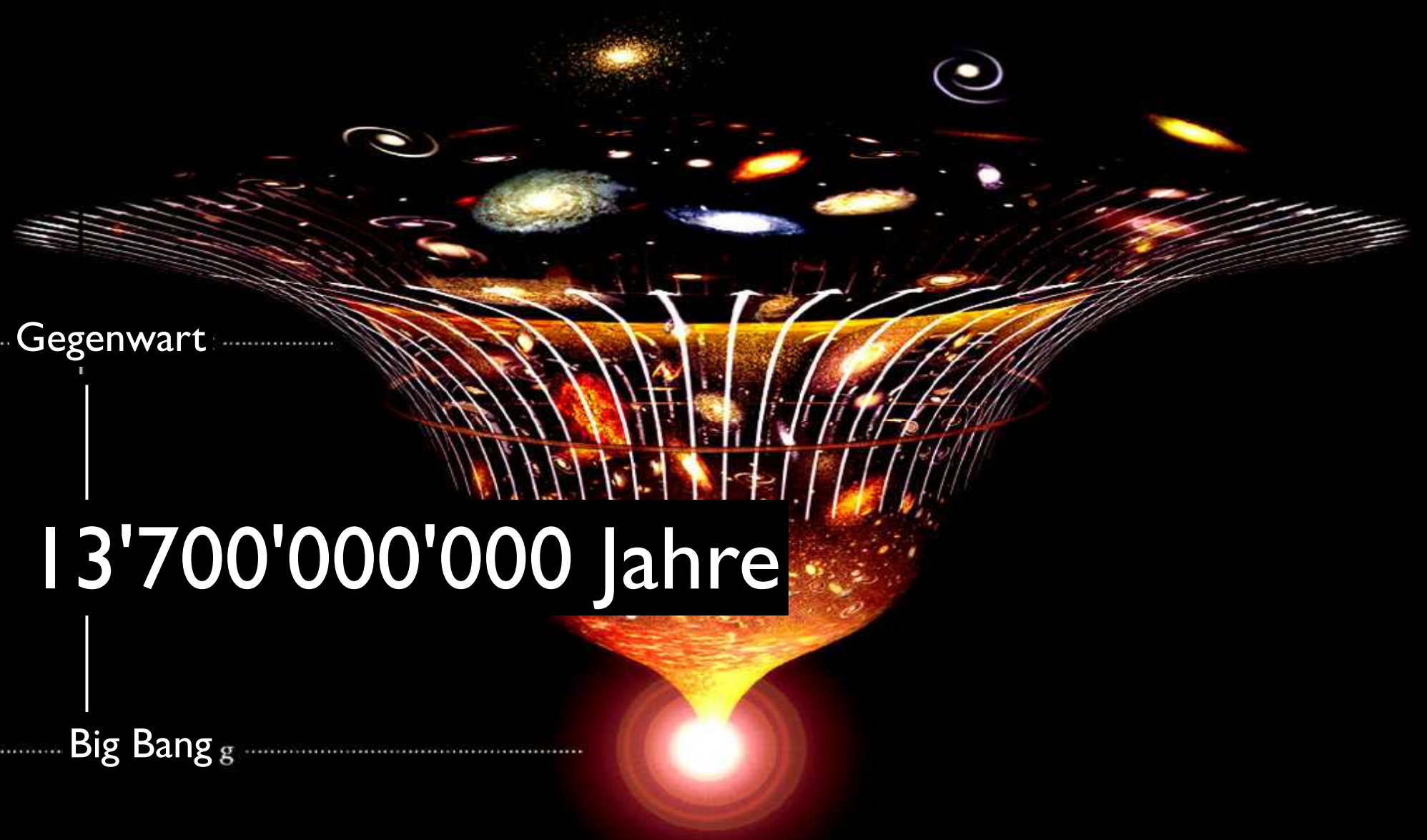


... vom big bang bis heute

Gegenwart

13'700'000'000 Jahre

Big Bang





# Zeitliche Dimensionen

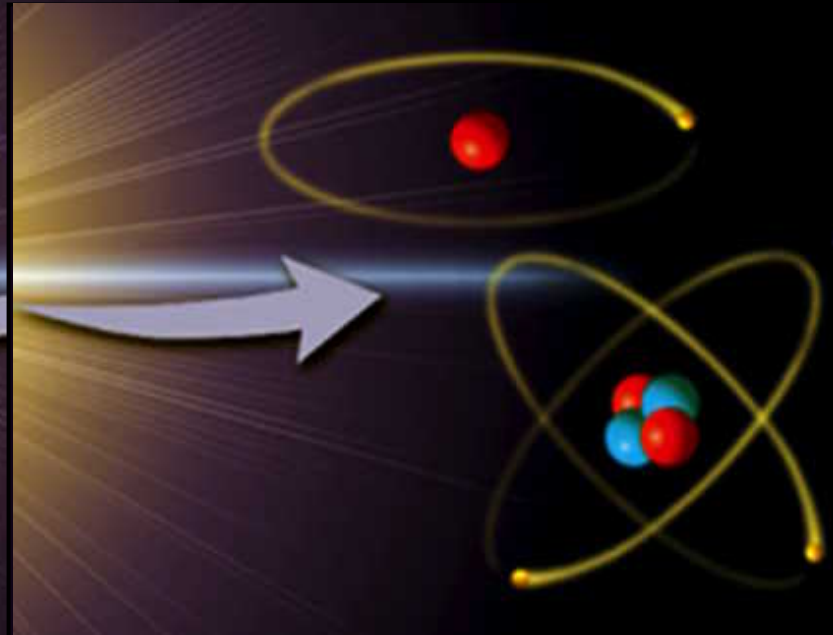
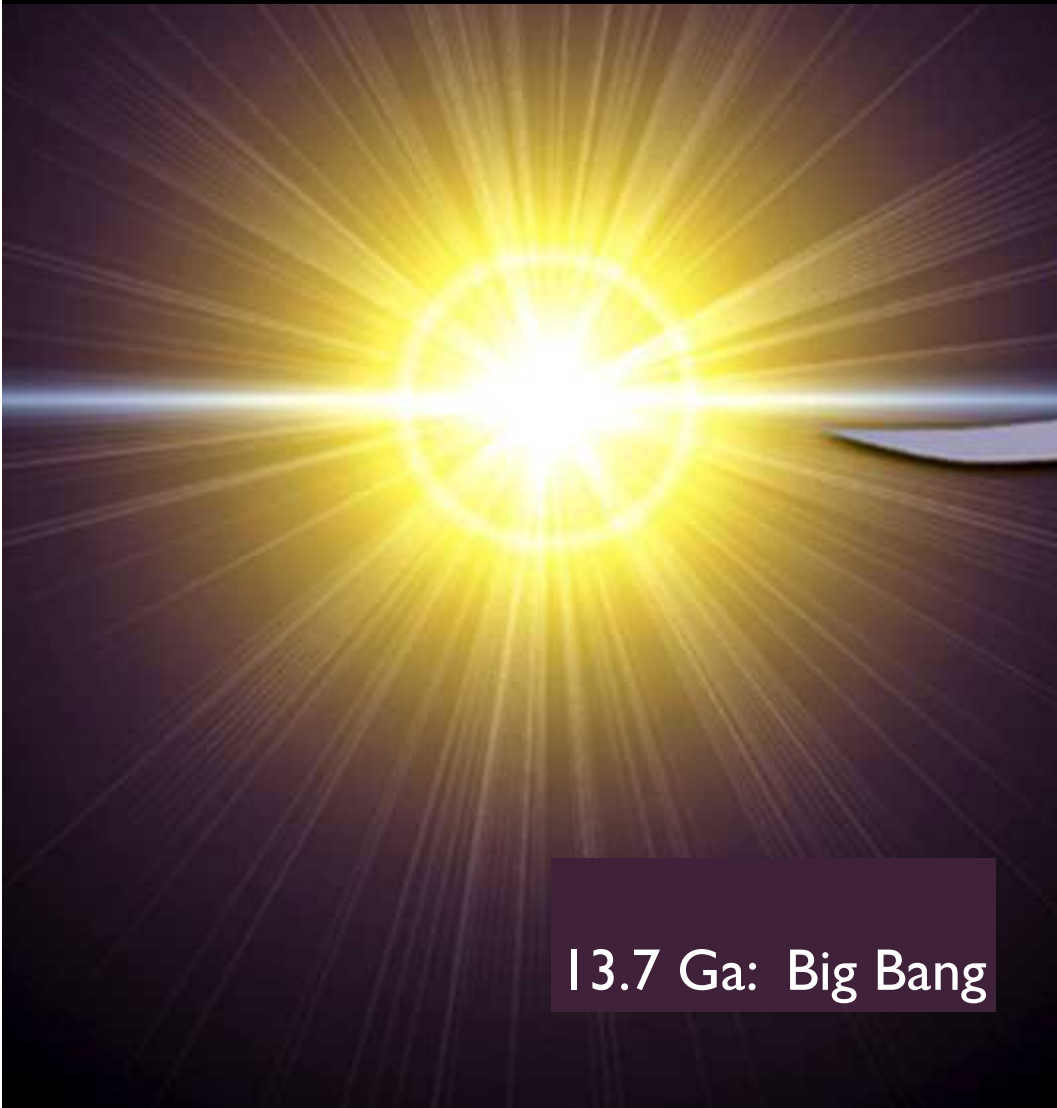
Gegenwart

13.7 Ga

Big Bang

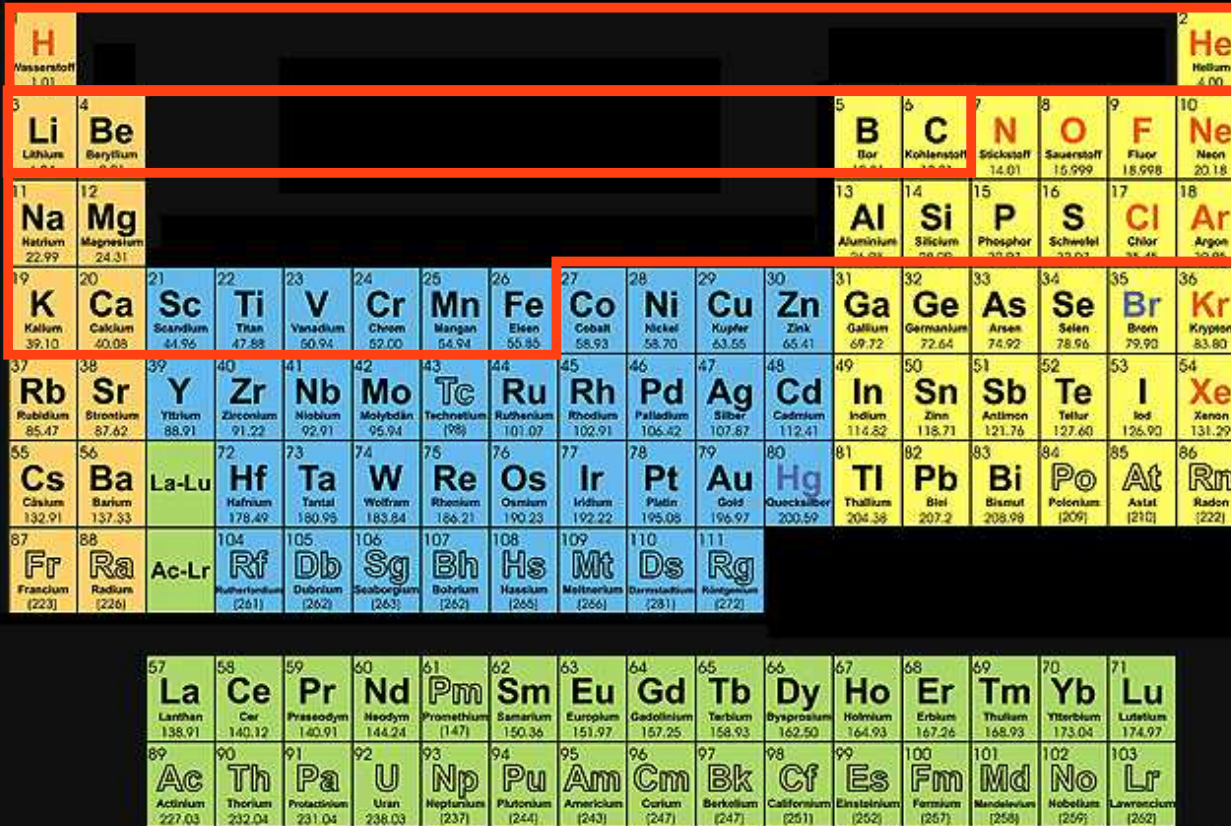
			Jahr
	1	1	a
kilo	1'000	$1 \cdot 10^3$	
mega	1'000'000	$1 \cdot 10^6$	Ma
giga	1'000'000'000	$1 \cdot 10^9$	Ga

# Entstehung des Universums



Wasserstoff- und  
Helium- Atome  
entstehen

# Entwicklung des Universums

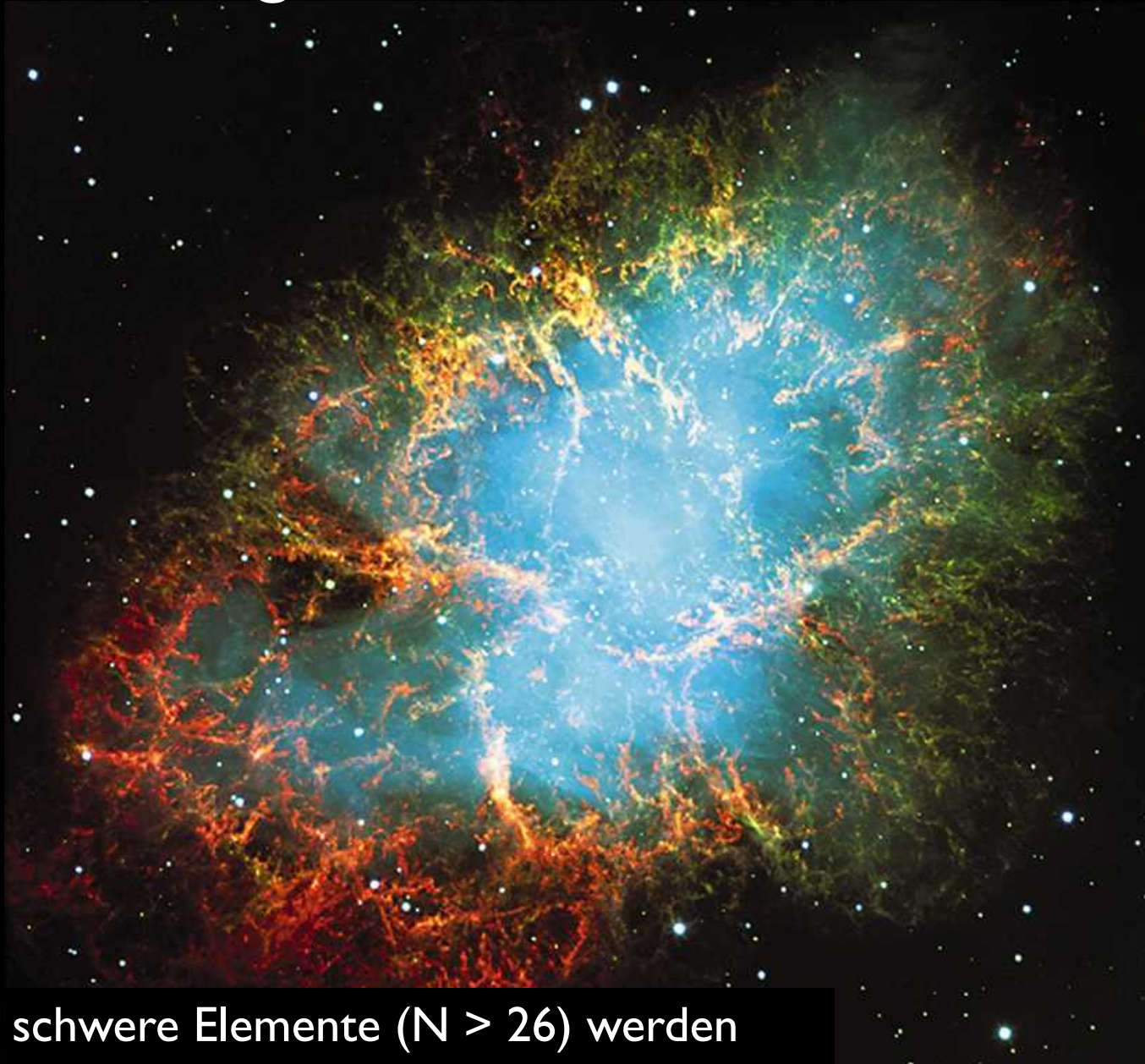


1	2											10																				
H Wasserstoff 1.01	He Helium 4.00											Ne Neon 20.18																				
3	4											18																				
Li Lithium 6.94	Be Beryllium 9.01											Ar Argon 39.95																				
5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18																			
B Bor 10.81	C Kohlenstoff 12.01	N Stickstoff 14.01	O Sauerstoff 15.999	F Fluor 18.998	Ne Neon 20.18	Na Natrium 22.99	Mg Magnesium 24.31	Al Aluminium 26.98	Si Silicium 28.09	P Phosphor 30.97	S Schwefel 32.07	Cl Chlor 35.45	Ar Argon 39.95																			
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36															
K Kalium 39.10	Ca Calcium 40.08	Sc Scandium 44.96	Ti Titan 47.88	V Vanadium 50.94	Cr Chrom 52.00	Mn Mangan 54.94	Fe Eisen 55.85	Co Cobalt 58.93	Ni Nickel 58.70	Cu Kupfer 63.55	Zn Zink 65.41	Ga Gallium 69.72	Ge Germanium 72.64	As Arsen 74.92	Se Selen 78.96	Br Brom 79.90	Kr Krypton 83.80															
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54															
Rb Rubidium 85.47	Sr Strontium 87.62	Y Yttrium 88.91	Zr Zirkon 91.22	Nb Niobium 92.91	Mo Molybdän 95.94	Tc Technetium (98)	Ru Ruthenium 101.07	Rh Rhodium 102.91	Pd Palladium 106.42	Ag Silber 107.87	Cd Cadmium 112.41	In Indium 114.82	Sn Zinn 118.71	Sb Antimon 121.76	Te Tellur 127.60	I Jod 126.90	Xe Xenon 131.29															
55	56	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86															
Cs Cäsium 132.91	Ba Barium 137.33	La-Lu	Hf Hafnium 178.49	Ta Tantal 180.96	W Wolfram 183.84	Re Rhenium 186.21	Os Osmium 190.23	Ir Iridium 192.22	Pt Platin 195.08	Au Gold 196.97	Hg Quecksilber 200.59	Tl Thallium 204.38	Pb Blei 207.2	Bi Bismut 208.98	Po Polonium (209)	At Astat (210)	Rn Radon (222)															
87	88	89	104	105	106	107	108	109	110	111																						
Fr Francium (223)	Ra Radium (226)	Ac-Lr	Rf Rutherfordium (261)	Db Dubnium (262)	Sg Seaborgium (263)	Bh Bohrium (264)	Hs Hassium (265)	Mt Meitnerium (266)	Ds Darmstadtium (281)	Rg Roentgenium (272)																						
																		57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
																		La Lanthan 138.91	Ce Cer 140.12	Pr Praseodym 140.91	Nd Neodym 144.24	Pm Promethium (147)	Sm Samarium 150.36	Eu Europium 151.97	Gd Gadolinium 157.25	Tb Terbium 158.93	Dy Dysprosium 162.50	Ho Holmium 164.93	Er Erbium 167.26	Tm Thulium 168.93	Yb Ytterbium 173.04	Lu Lutetium 174.97
																		89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
																		Ac Actinium 227.03	Th Thorium 232.04	Pa Protactinium 231.04	U Uran 238.03	Np Neptunium (237)	Pu Plutonium (244)	Am Americium (243)	Cm Curium (247)	Bk Berkelium (247)	Cf Californium (251)	Es Einsteinium (252)	Fm Fermium (257)	Md Mendelevium (258)	No Nobelium (259)	Lr Lawrencium (262)

Sonne

Sterne wirken als "Element-Fabriken"  
kleine Sterne (10 Ga): Elemente mit  $N < 6$   
grosse Sterne (20 Ma): Elemente mit  $N < 26$

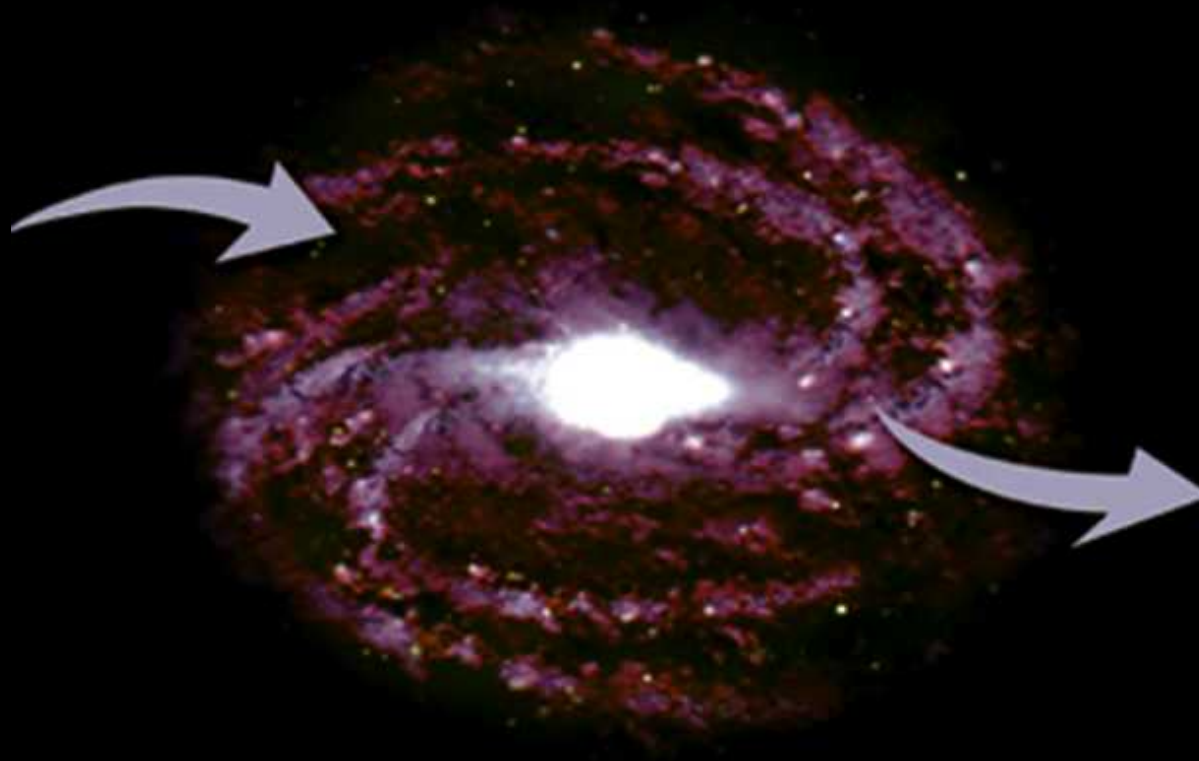
# Entwicklung des Universums



Crab Nebula

schwere Elemente ( $Z > 26$ ) werden  
in Supernova - Explosionen synthetisiert

# Entstehung unserer Galaxis



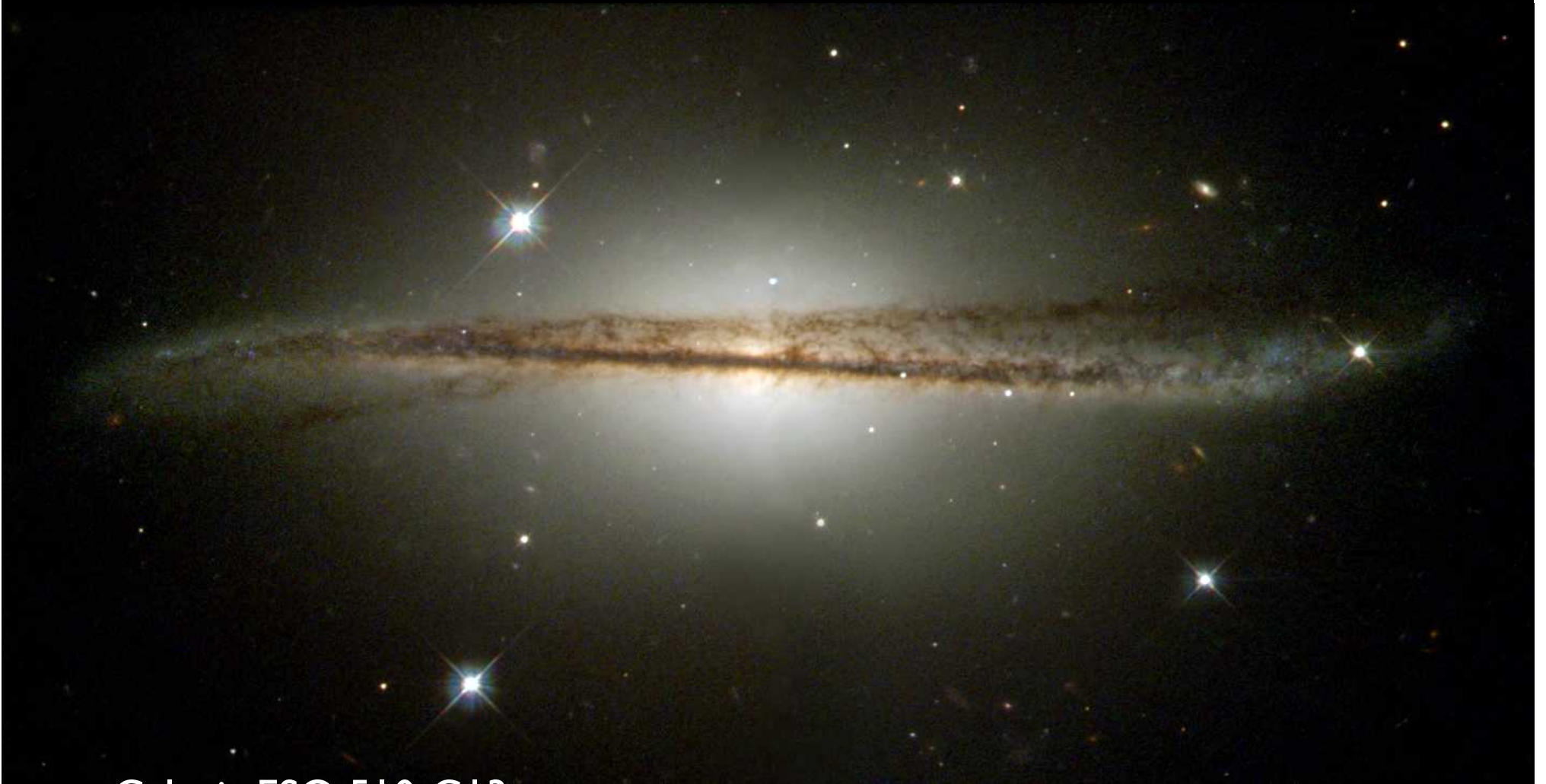
10 Ga: unsere Galaxis entsteht

# Spiralgalaxie



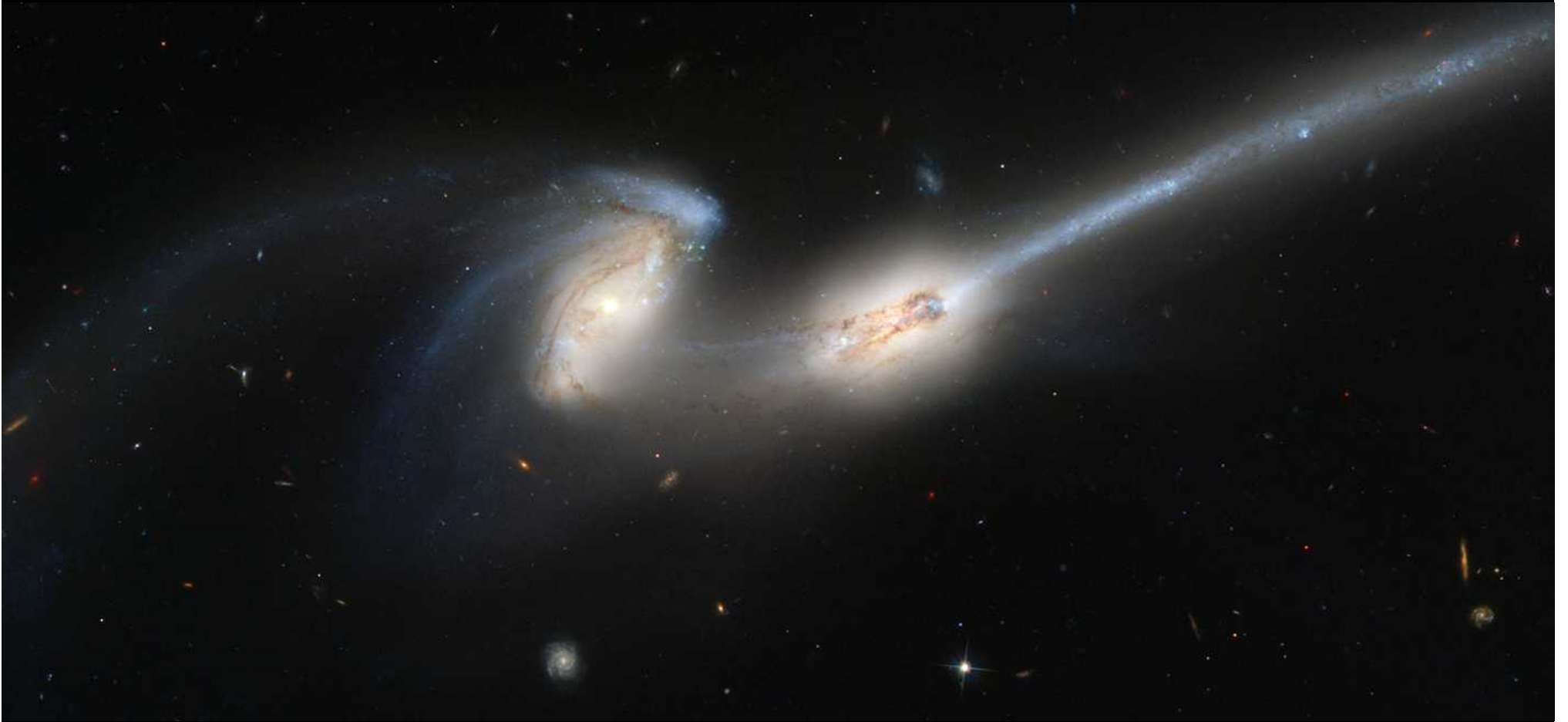
Messier 101 Galaxis ('Windrädchen') im Sternbild Grosser Bär

# Spiralgalaxie



Galaxis ESO 510-G13,  
verbogen nach Zusammenstoss mit anderer Galaxis,  
wird in Millionen von Jahren wieder flach

# Galaxis - Fusion

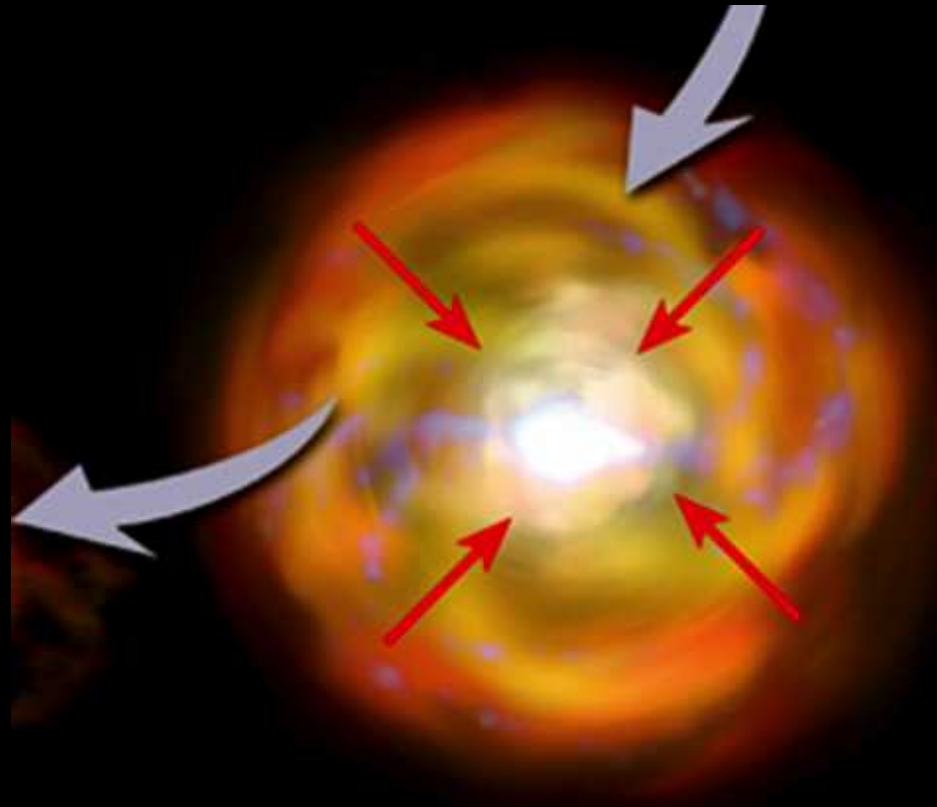


NGC 4676 (Mice Galaxies)

300 Mio Lichtjahre entfernt, im Sternbild Coma Berenices



# Entstehung unseres Sonnensystems



4.7 Ga: Solarnebel beginnt sich zusammenzuziehen  
Warum?

Gravitationszentren entstehen durch Ungleichverteilung  
der Masse im Universum

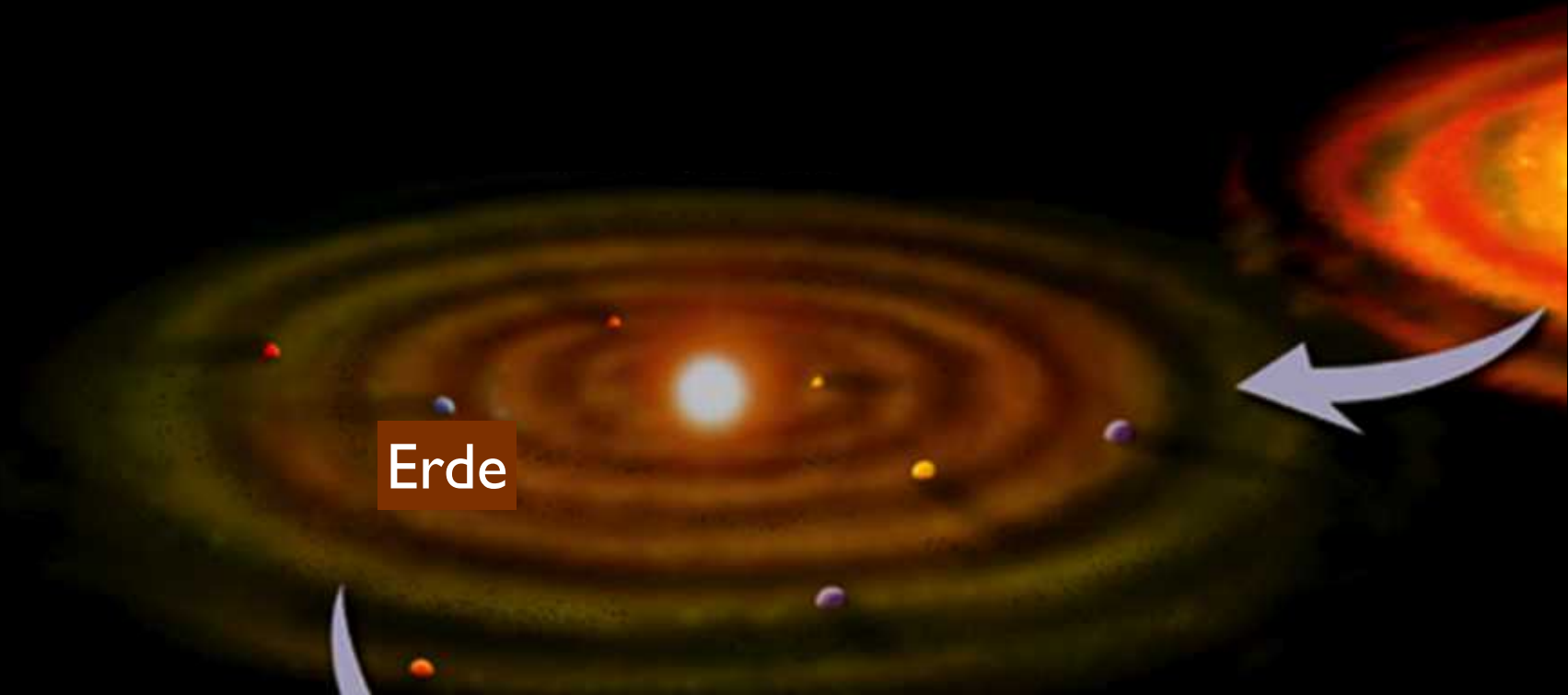
# Entstehung unseres Sonnensystems



Abplattung und Bildung einer Scheibe durch Rotation  
Warum ?

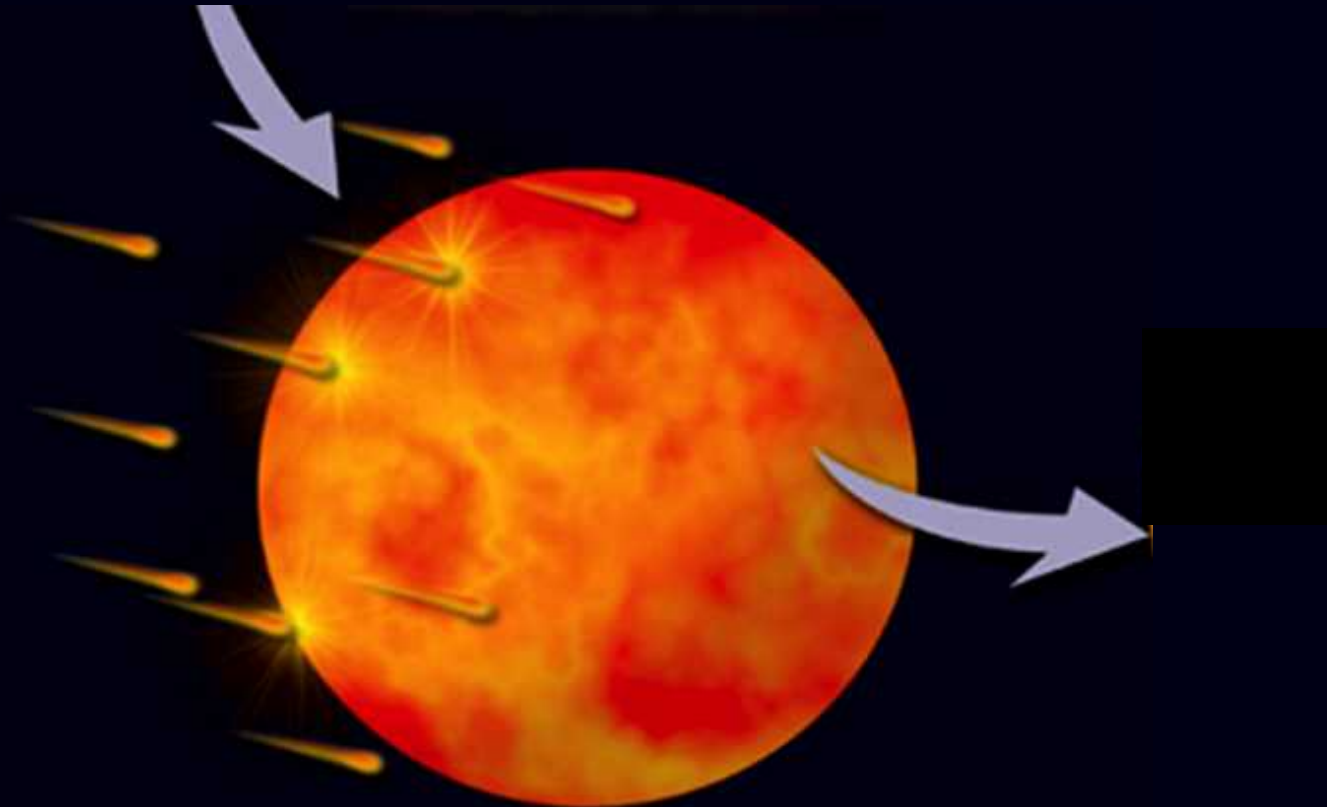
Rotation durch Ungleichgewicht der Drehmomente  
s. auch [en.wikipedia.org/wiki/Galaxy\\_formation\\_and\\_evolution](https://en.wikipedia.org/wiki/Galaxy_formation_and_evolution)

# Entstehung unseres Sonnensystems



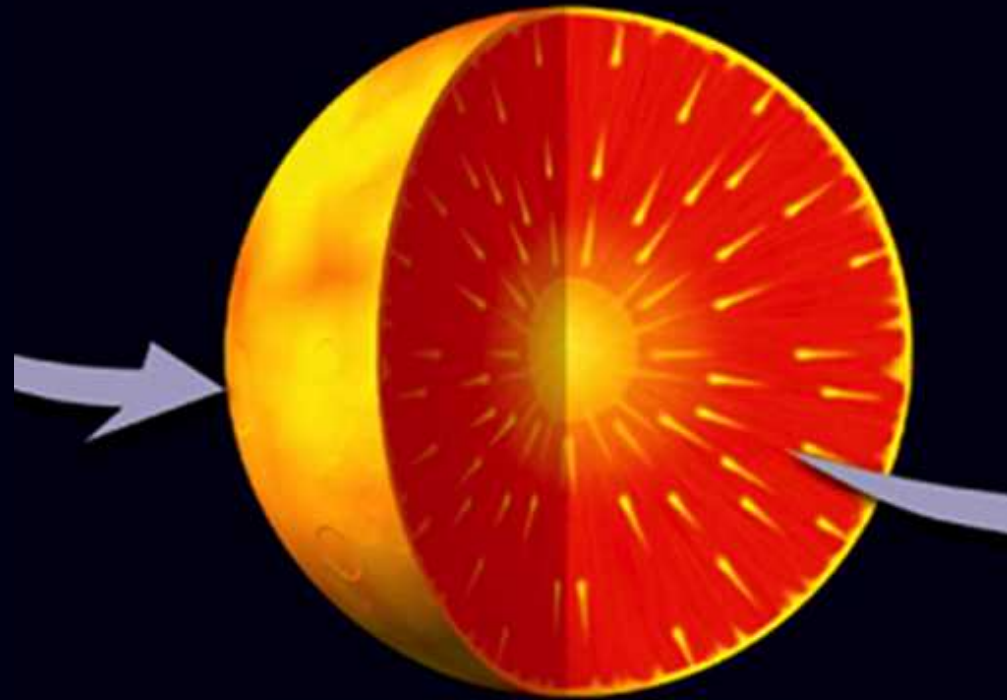
Akkretion von Vorläufern ('Planetesimals')  
führt zur Entstehung von Planeten

# Entstehung der Erde



Fortgesetztes Bombardement und  
Zerfall von radioaktiven Elementen  
führen zur Entstehung eines Magma-Ozeans

# Differenzierung der Erde



Chemische Differenzierung führt  
zum Schalenbau der Erde

# Differenzierung der Erde

nach oben  $\Rightarrow$  Kruste:

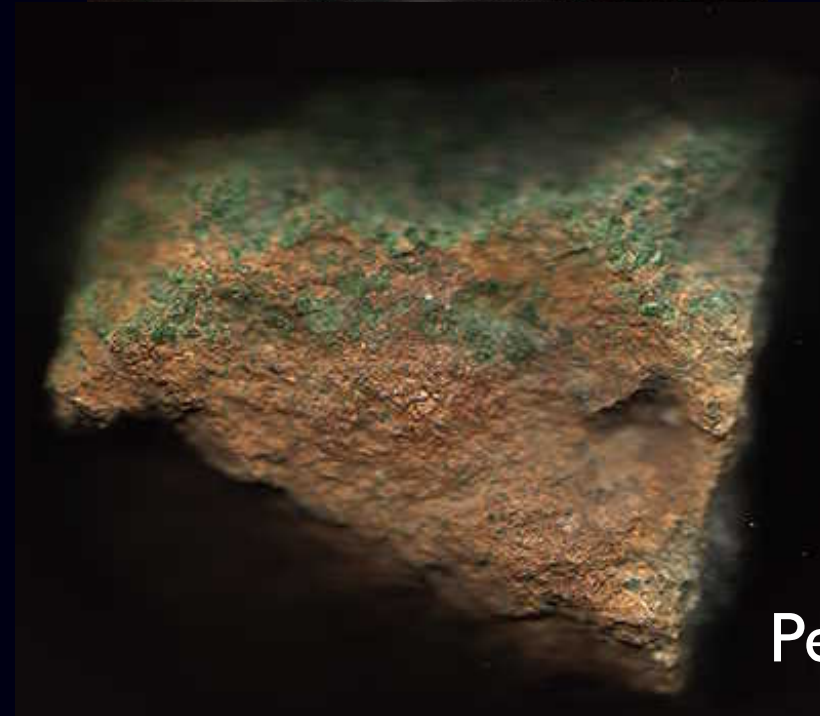
Si Al



Granodiorit

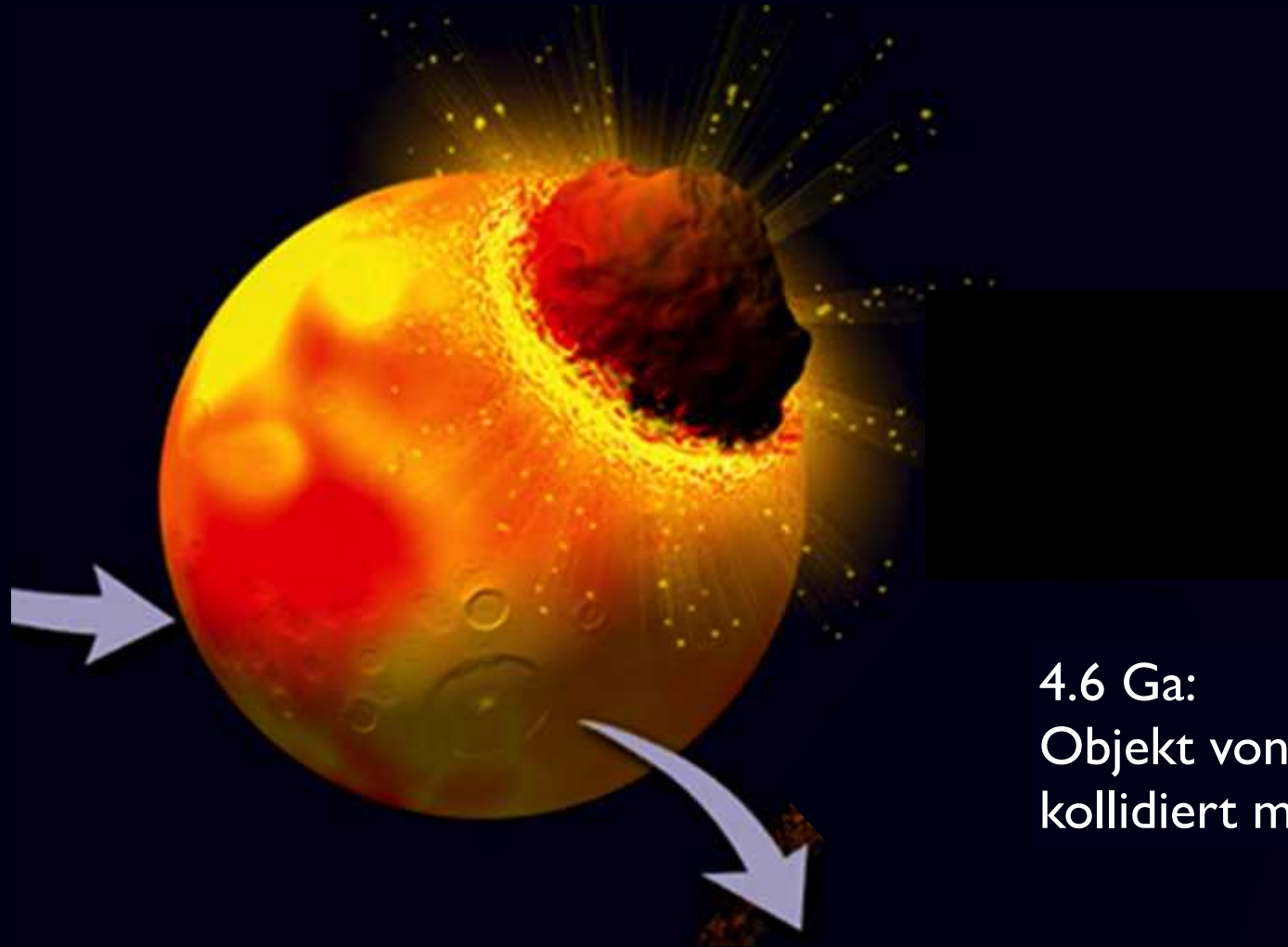
nach unten  $\Rightarrow$  Mantel:

Fe Mg



Peridotit

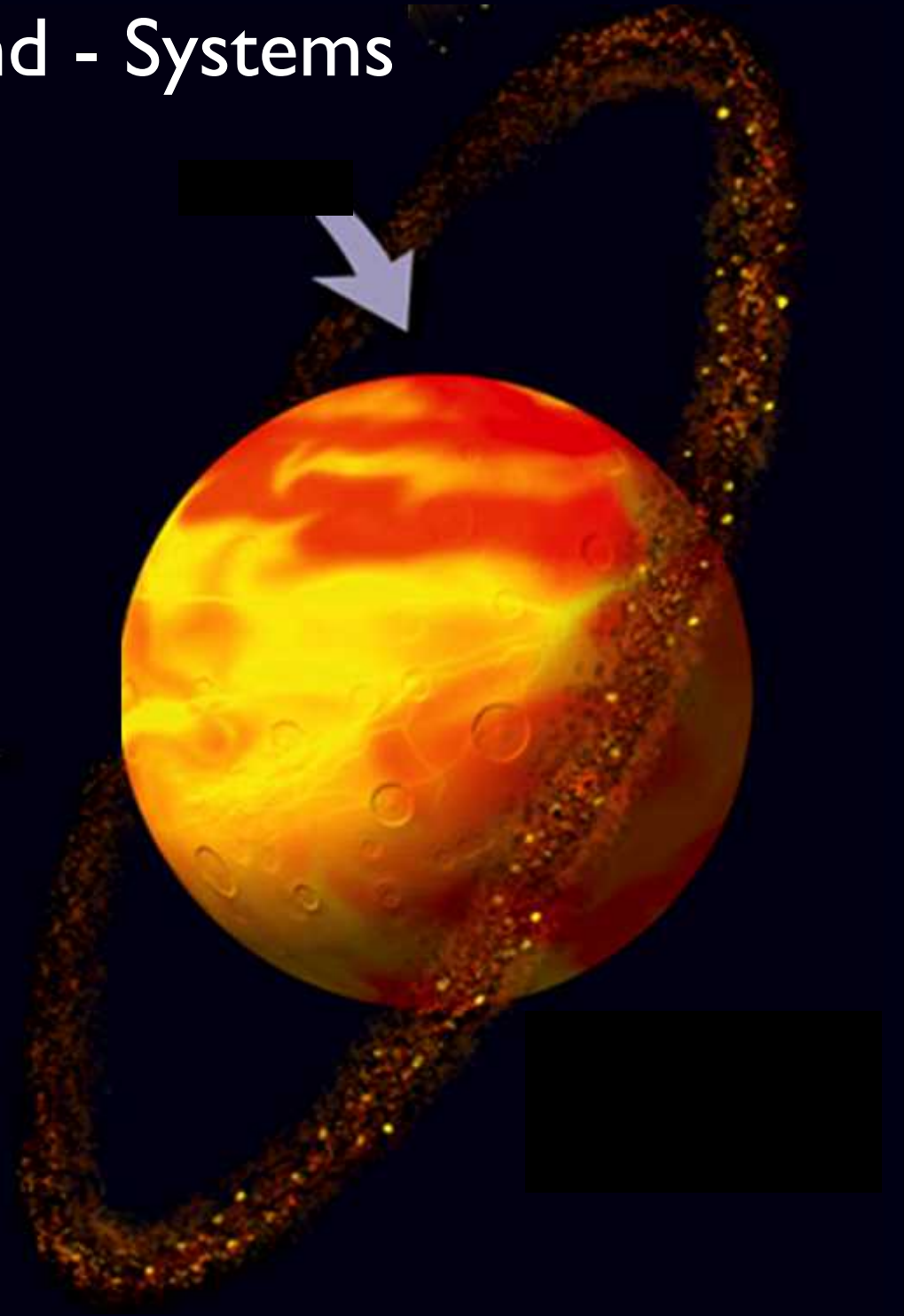
# Entstehung des Erde-Mond - Systems



4.6 Ga:  
Objekt von Marsgrösse  
kollidiert mit Erde

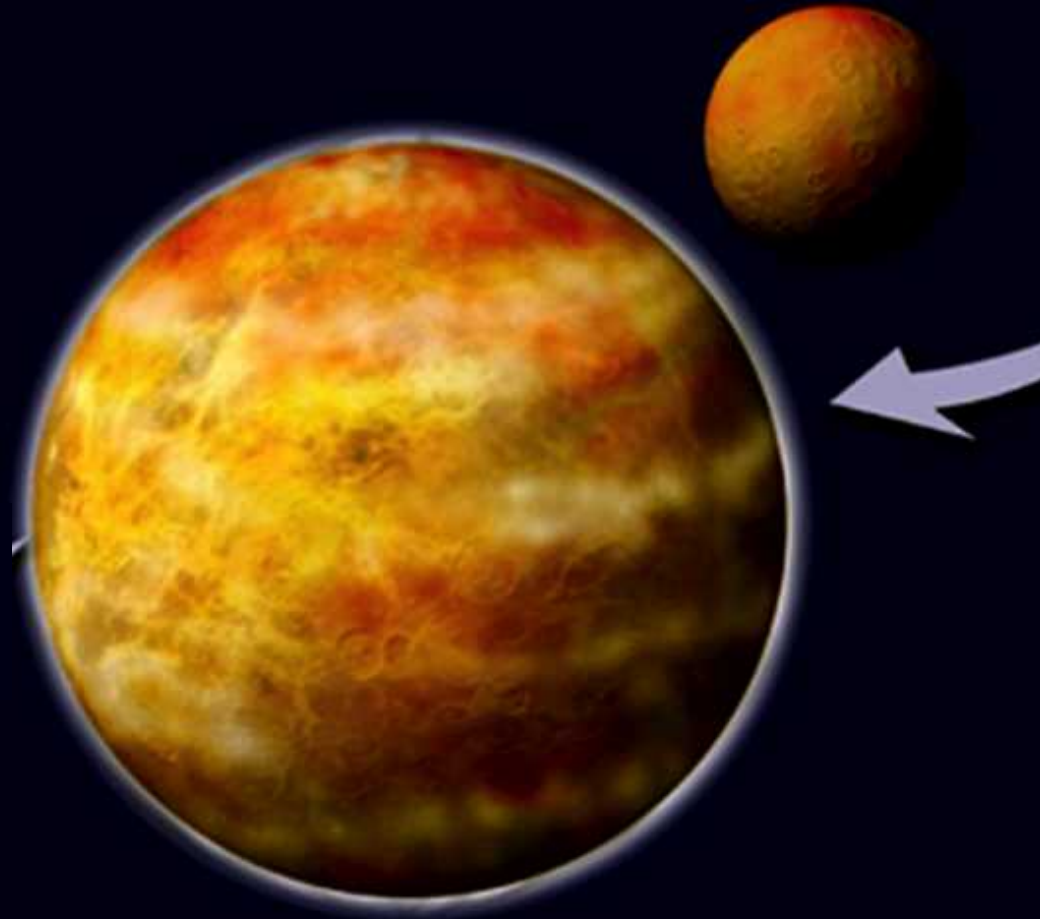
# Entstehung des Erde-Mond - Systems

Trümmer sammeln sich auf  
Umlaufbahn und akkretieren





# Entstehung des Erde-Mond - Systems



4.5 Ga: Mond um kreist Erde als Trabant  
Durch Entgasung entsteht die erste Atmosphäre  
der Erde, welche aber wieder verloren geht

# Entwicklung der Atmosphäre

4.58 Ga - Uratmosphäre  
(Akkretion):

Wasserstoff H<sub>2</sub>  
Helium He  
Methan CH<sub>4</sub>

Ammoniak NH<sub>3</sub>  
Edelgase

Entfernung durch Aufheizung, Sonnenwind, geringe Anziehung

4.5 Ga - 1. Atmosphäre  
(Entgasung Vulkanismus):

Wasserdampf H<sub>2</sub>O (80%)  
Kohlendioxid CO<sub>2</sub> (10%)  
Schwefelwasserstoff H<sub>2</sub>S (5-7%)  
Stickstoff N<sub>2</sub>

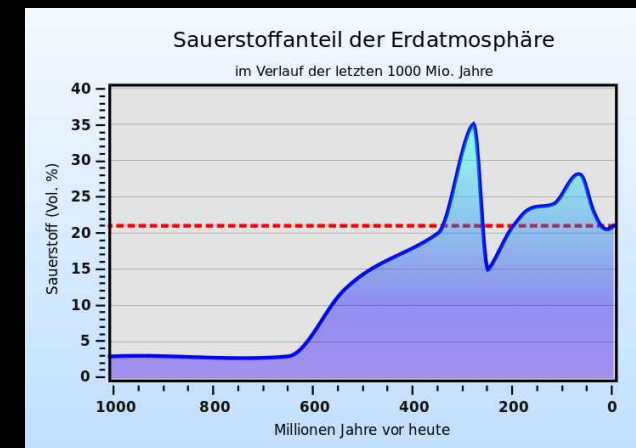
Wasserstoff H<sub>2</sub>  
Kohlenmonoxid CO  
Helium He  
Methan CH<sub>4</sub>  
Ammoniak NH<sub>3</sub>

3.4 Ga - 2. Atmosphäre  
(Lösung von C in Ozeanen):

Stickstoff N<sub>2</sub>  
Kohlendioxid CO<sub>2</sub>  
Wasserdampf

ab 3.5 Ga - 3. Atmosphäre  
(Photosynthese):

Stickstoff N<sub>2</sub>  
Sauerstoffstoff O<sub>2</sub> (80%)  
Ozon O<sub>3</sub>



die Erde heute

