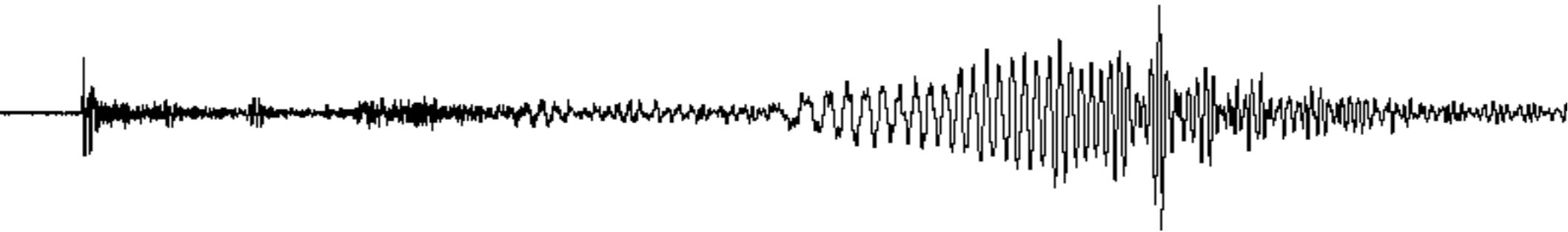


# WP 33 - Geophysikalische Datenanalyse

## 06 - Magnituden & Instaseis



28.05.2015

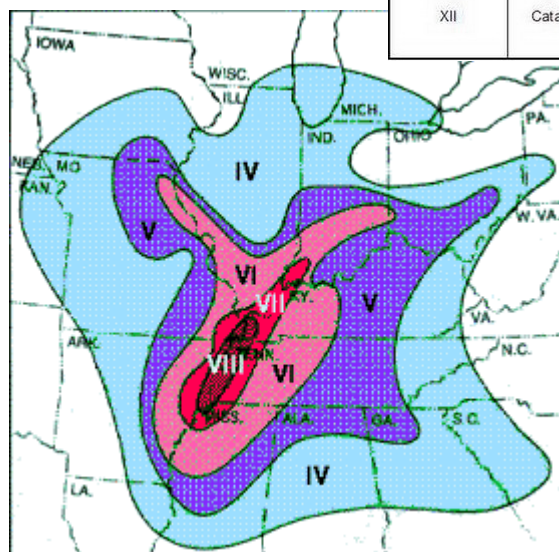
# Magnitude vs. Intensität

## Intensität

... basiert auf der Klassifizierung von Schäden an Strukturen und menschlichen Wahrnehmungen ...

Level of Earthquake	Instrumental	Detected only by seismographs
I	Instrumental	Detected only by seismographs
II	Feeble	Noticed only by sensitive people.
III	Slight	Resembling vibrations caused by heavy traffic
IV	Moderate	Felt by people walking; rocking of free standing objects
V	Rather strong	Sleepers awakened and bells ring
VI	Strong	Trees sway, some damage from overturning and falling objects.
VII	Very strong	General alarm, cracking of walls
VIII	Destructive	Chimneys fall and there is some damage to buildings
IX	Ruinous	Ground begins to crack, houses begin to collapse and pipes leak.
X	Disastrous	Ground badly cracked and many buildings are destroyed. There are some landslides
XI	Very Disastrous	Few buildings remain standing; bridges and railways destroyed. water, gas, electricity and telephones out of action
XII	Catastrophic	Total destruction; objects are thrown into the air, much heaving, shaking and distortion of the ground.

Mercalli Scale



## Magnitude

... objektives, instrumentelle Maß der Stärke eines Erdbebens (physikalisches Maß auf Grundlage der Bodenbewegung) ...

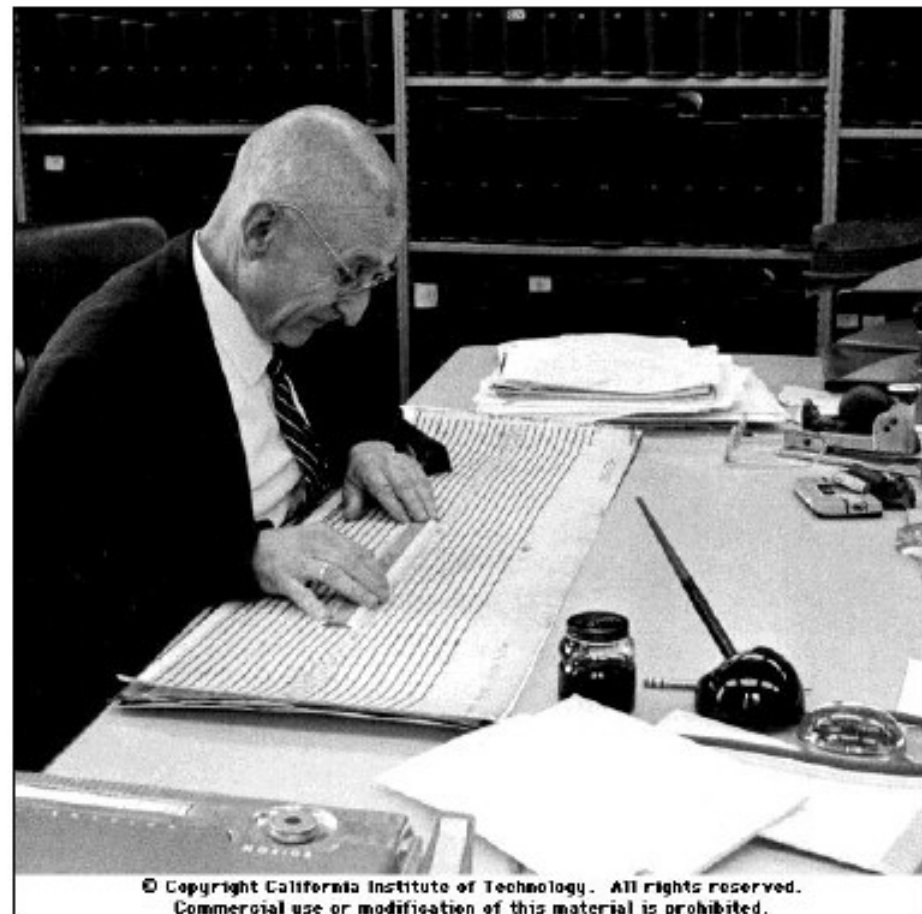
$$M_{WA} = \log(A(\Delta)) - \log(A_0(\Delta))$$

Mw 6.8

# Die Wood-Anderson Magnitude

= Richter-Magnitude = Lokalmagnitude

Das Konzept wurde 1935 von Richter & Gutenberg eingeführt.



# Die Wood-Anderson Magnitude

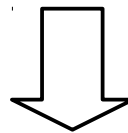
Beobachtung: Amplitudenverhältnisse zwischen zwei Stationen sind weitestgehend unabhängig vom Ort der Beobachtung.

$$M_{WA} = \log(A(\Delta)) - \log(A_0(\Delta))$$

$\Delta$  = Epizentralentfernung

Definiert auf Wood-Anderson-Seismometer (T0=0.8s; h =0.8, Verstärkung V=2800 )

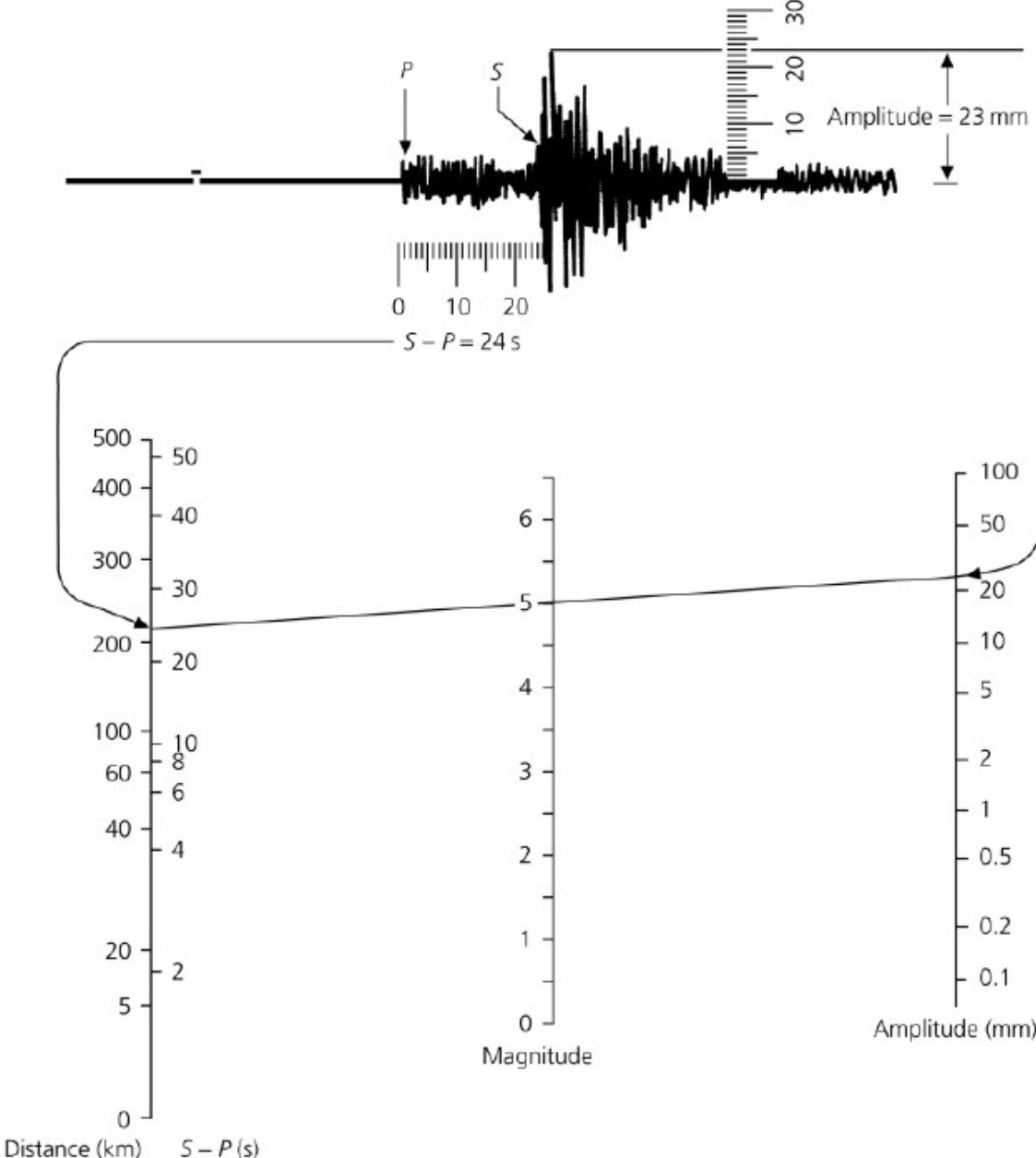
$\log(A_0(\Delta))$  Amplitude eines Referenzbebens in Entfernung  $\Delta$  (in mm!)



Nullpunkt: In 100 km Entfernung entspricht eine Halb-Amplitude von 1  $\mu\text{m}$  einer  $M_{WA}$  von 0

$$(\log(A_0(100\text{km})) = -3)$$

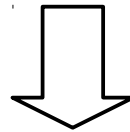
# Die Wood-Anderson Magnitude



# Die Wood-Anderson Magnitude

Vorsicht!!! Keine allgemeine Gültigkeit, da der Referenzwert empirisch für Südkalifornien bestimmt wurde:

1. Nicht für Tiefe Erdbeben & Entfernungen über 600km geeignet
2. Simulation des Wood-Anderson-Seismometers nötig



Allgemeine Magnitudenformel:

$$M = \log(A_d/T)_{max} + \sigma(\Delta, h) + C_r + C_s$$

$A_d$  – Bodenamplitude

$T$  – Periode der Bodenamplitude

$\sigma(\Delta, h)$  – Kalibrationsfunktion

$C_r$  – Korrekturterm für Quelledirektivität

$C_s$  – Korrekturterm für Standorteffekte

# Diverse Magnituden-Skalierungen

$m_b$  Raumwellenmagnitude (Amplitude innerhalb der ersten 20s der P-Welle;  $\Delta > 5^\circ$ )

$M_S$  Oberflächenwellenmagnitude (Amplitude bei  $T=20\pm 2s$ ;  $2^\circ < \Delta < 160^\circ$ ;  $h < 50km$ )

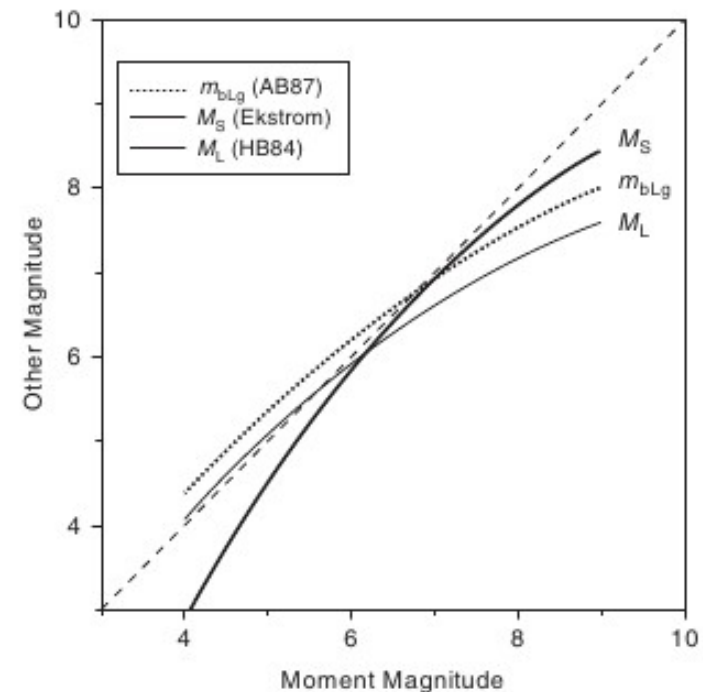
$M_W$  Momentenmagnitude (definiert über das seismische Moment)

$$M_W = \frac{2}{3} \log_{10}(M_0) - 10.73 \quad M_0 [Nm]$$

Duation Magnitude  $M_d$

Energie Magnitude  $M_E$

Mantel Magnitude  $M_m$



# Sättigungseffekte von Magnituden

Table 4.6-1 Source parameters for selected earthquakes.

Earthquake	Body wave magnitude, $m_b$	Surface wave magnitude, $M_s$	Fault area (km <sup>2</sup> ) (length × width)	Average dislocation (m)	Moment (dyn-cm), $M_0$	Moment magnitude, $M_w$
Truckee, 1966	5.4	5.9	10 × 10	0.3	$8.3 \times 10^{24}$	5.9
San Fernando, 1971	6.2	6.6	20 × 14	1.4	$1.2 \times 10^{26}$	6.7
Loma Prieta, 1989	6.2	7.1	40 × 15	1.7	$3.0 \times 10^{26}$	6.9
San Francisco, 1906		7.8	450 × 10	4	$5.4 \times 10^{27}$	7.8
Alaska, 1964	6.2	8.4	500 × 300	7	$5.2 \times 10^{29}$	9.1
Chile, 1960		8.3	800 × 200	21	$2.4 \times 10^{30}$	9.5

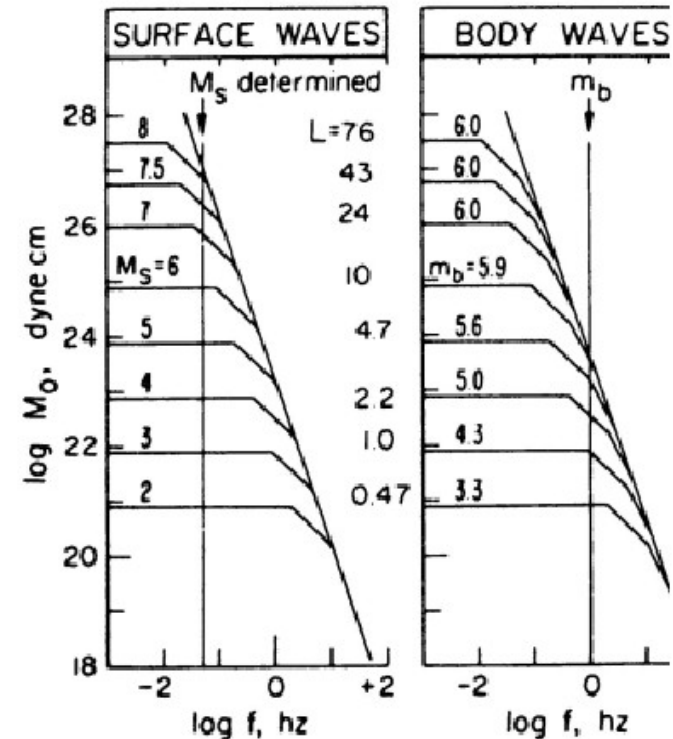
Sources: Values from Geller (1976), Wallace *et al.* (1991), and Wald *et al.* (1993).

Tritt auf bei  $m_b > 6.2$  und  $M_S > 8.3$

Der Grund liegt im Spektrum:

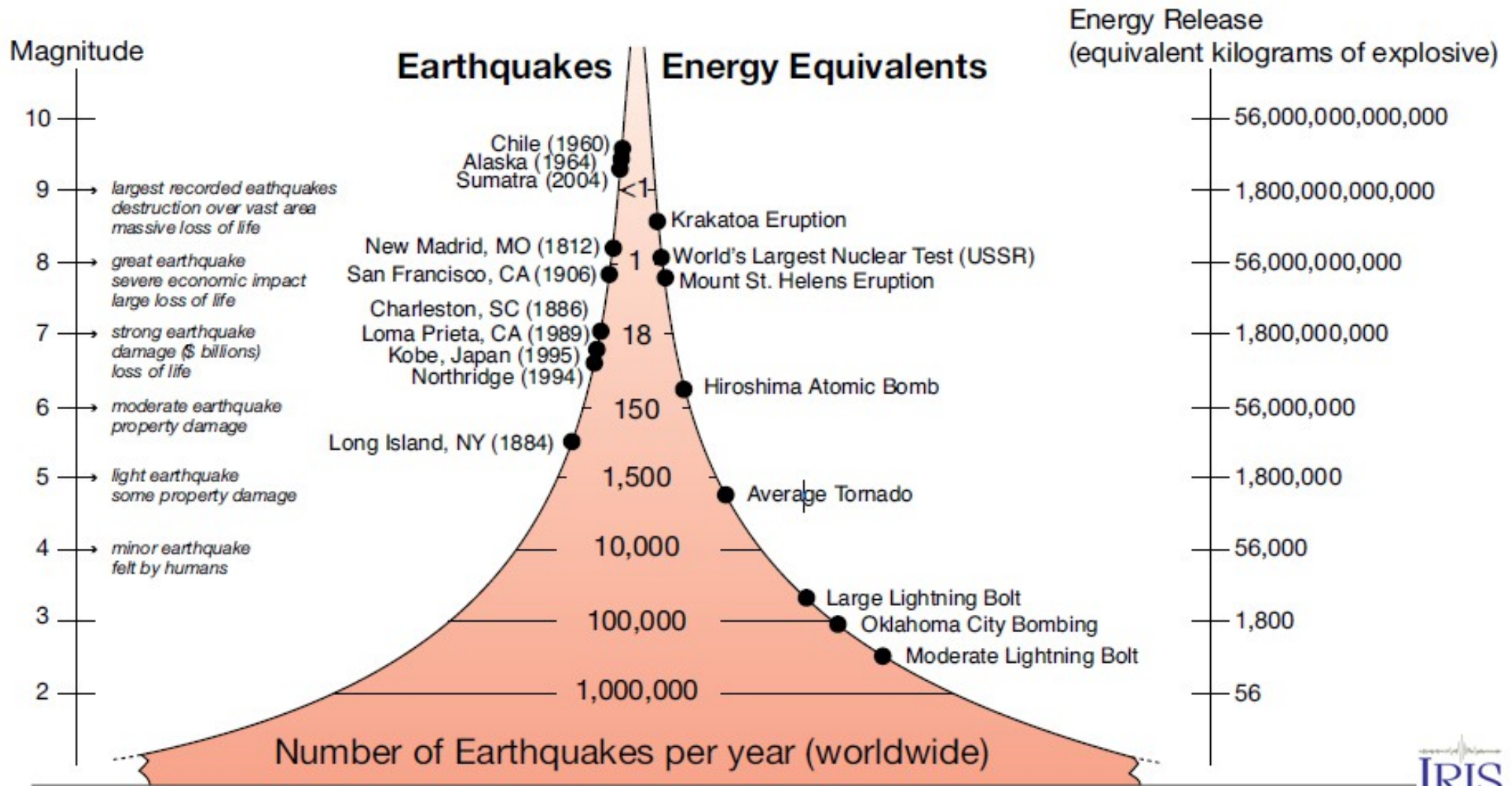
Je größer die Bruchlänge, desto größer das seism. Moment, Bruchzeit und Rise-Zeit

→ Eckfrequenz “wandert nach links”





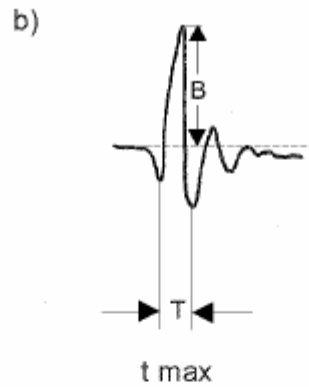
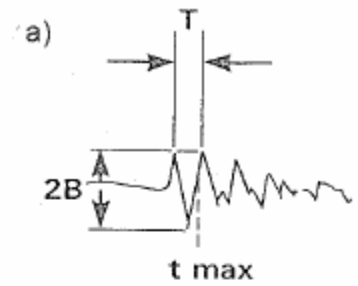
# Energieäquivalenz



# Magnituden Klassen

Great	Sehr bedeutend	8 oder höher
Major	Bedeutend	7.0 – 7.9
Strong	Stark	6.0 – 6.9
Moderate	Moderat	5.0 – 5.9
Light	Leicht	4.0 – 4.9
Minor	Unbedeutend	3.0 – 3.9

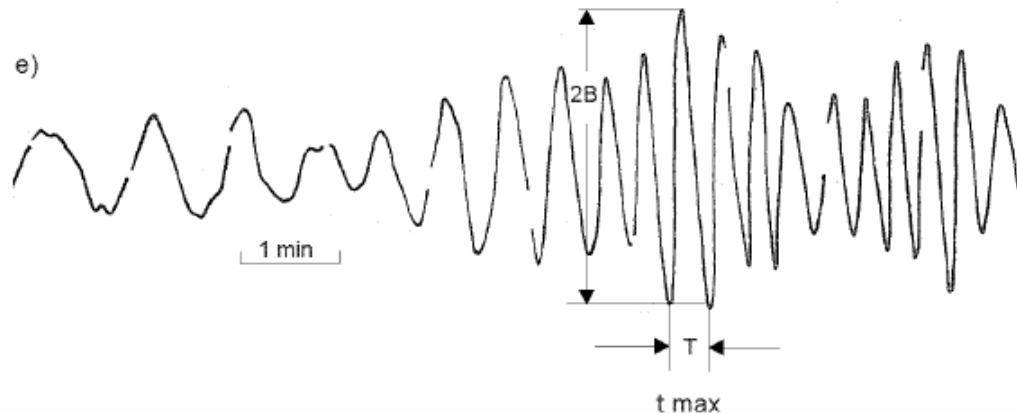
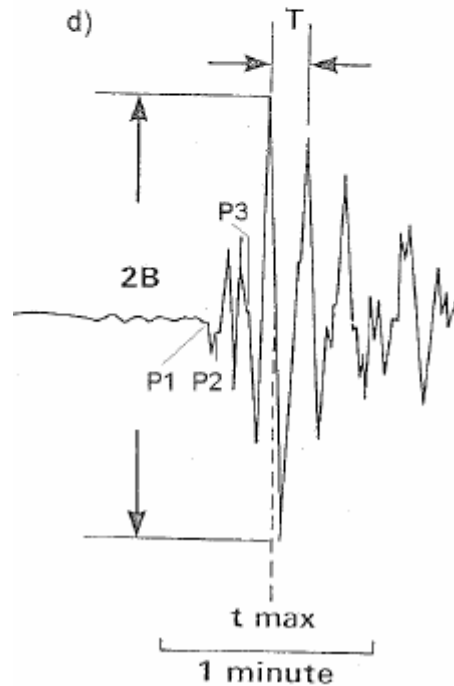
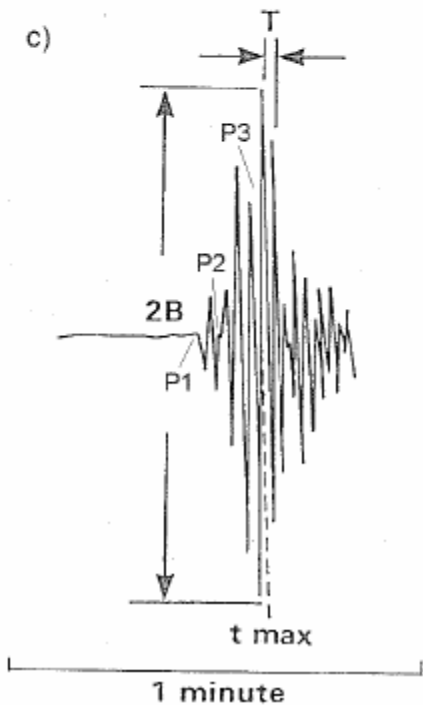
# Picken von Amplituden



$$A = B / \text{Mag}(T)$$

→ “Bodenbewegung” Amplitude  
in  $\mu\text{m}$  oder  $\text{nm}$

$$B_H = \sqrt{(B_N^2 + B_E^2)}$$



# Übung

## Bestimmung der Magnitude eines Erdbebens

1. Per Hand auf Papier

→ Ausdruck

1. Via Notebook

[www.geophysik.de/~hadzii/#teaching](http://www.geophysik.de/~hadzii/#teaching)

# Titel