

Erdbebengefährdungskarte für Österreich

Stefan Weginger

Maria del Puy Papi-Isaba, Helmut Hausmann, Wolfgang Lenhardt





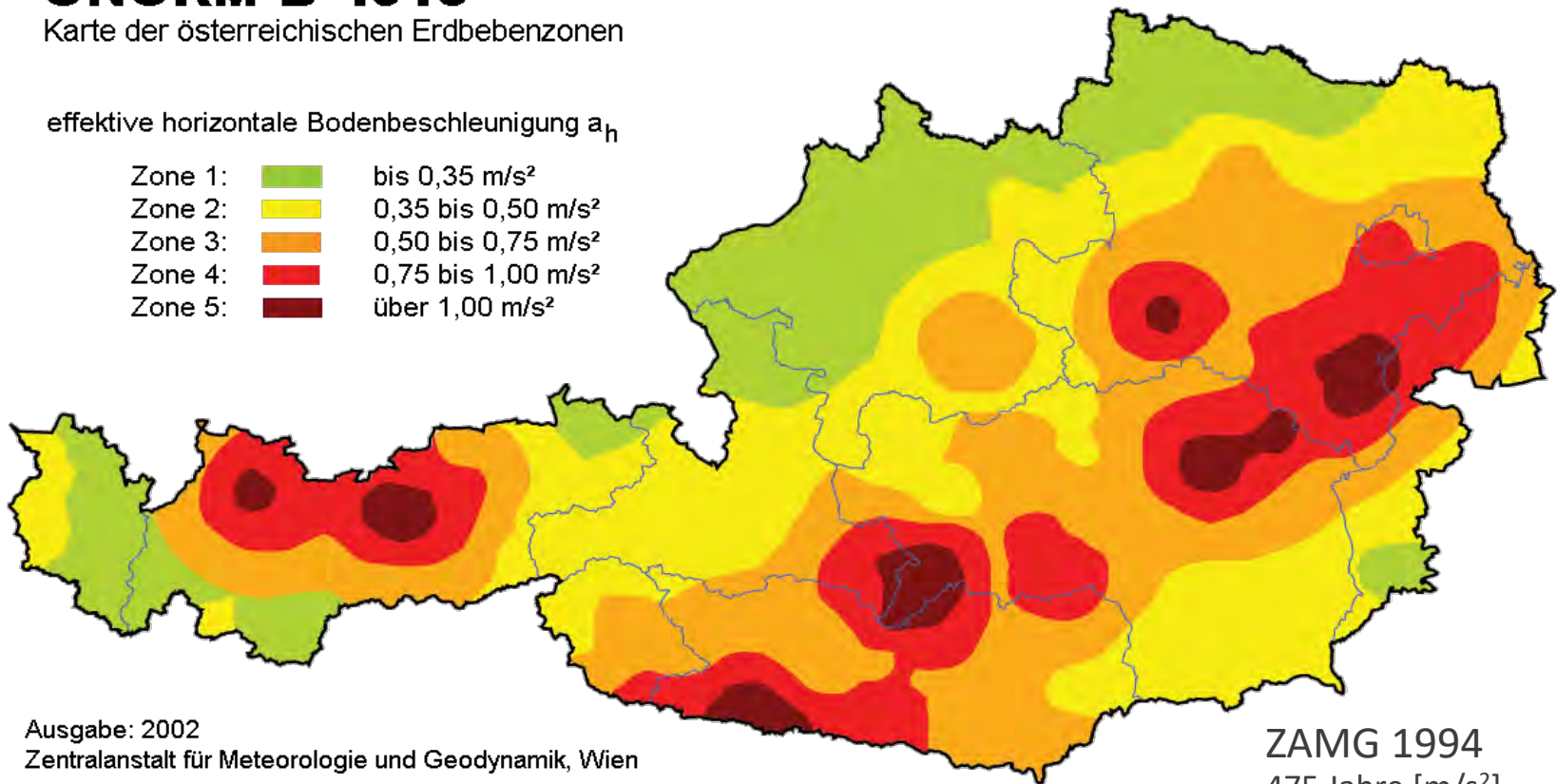
ZAMG
Zentralanstalt für
Meteorologie und
Geodynamik

ÖNORM B 4015

Karte der österreichischen Erdbebenzonen

effektive horizontale Bodenbeschleunigung a_h

- | | | |
|---------|---|---------------------------------|
| Zone 1: |  | bis $0,35 \text{ m/s}^2$ |
| Zone 2: |  | $0,35$ bis $0,50 \text{ m/s}^2$ |
| Zone 3: |  | $0,50$ bis $0,75 \text{ m/s}^2$ |
| Zone 4: |  | $0,75$ bis $1,00 \text{ m/s}^2$ |
| Zone 5: |  | über $1,00 \text{ m/s}^2$ |



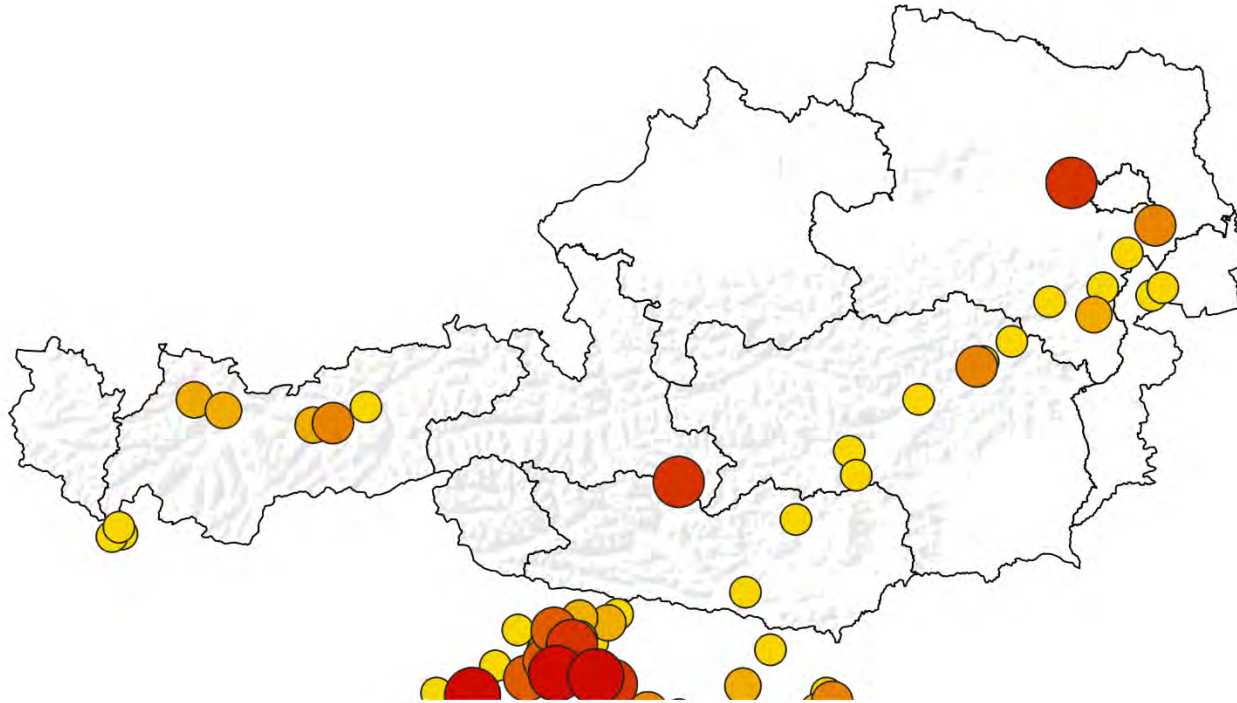
Ausgabe: 2002
Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien

ZAMG 1994
475 Jahre $[\text{m/s}^2]$



- Historische Erdbebenforschung
1000 - 1900
- Makroseismische Daten
Seit ~1900 Bebenformulare
- Seismische Stationen
Seit 2004 digitales Netzwerk

Schadensbeben in Österreich und Umgebung



I₀ = VII - VIII
1689 Innsbruck
1886 Nassreith
1930 Namlos
1972 Seebenstein

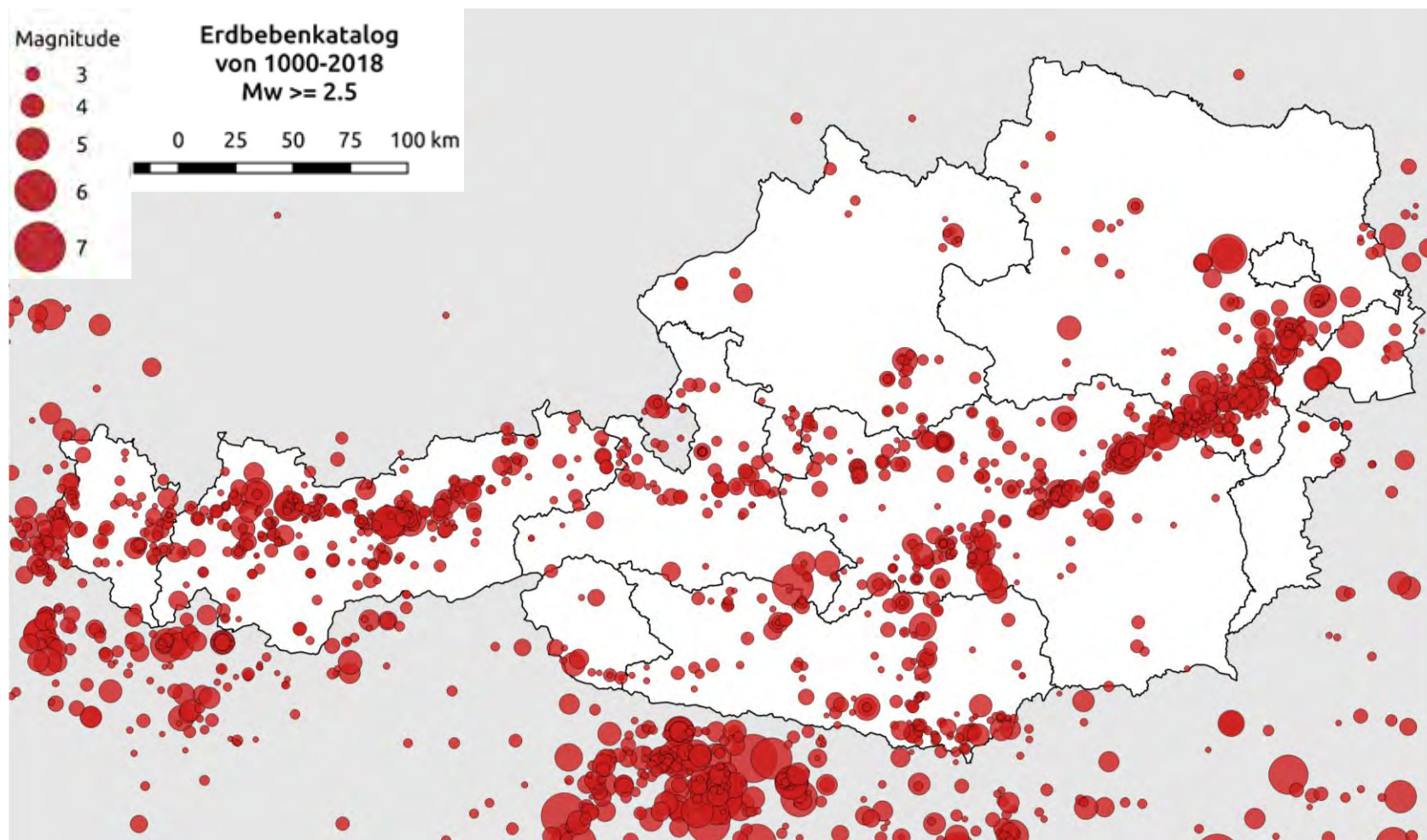
I₀ = VIII
1267 Kindberg
1590 Riederberg
1670 Hall in Tirol
1927 Schwadorf

I₀ = IX
1201 Katschberg
1590 Riederberg

Bebenhäufigkeit in Österreich

Intensität	Zeitspanne	Auswirkung
IV	1 Monat	Deutlich verspürt
V	6 Monate	Stark verspürt
VI	2-3 Jahre	Leichte Gebäudeschäden
VII	~30 Jahre	Gebäudeschäden - 1972 Seebenstein
VIII	>100 Jahre	Starke Gebäudeschäden - 1927 Schwadorf

Erdbebenkatalog



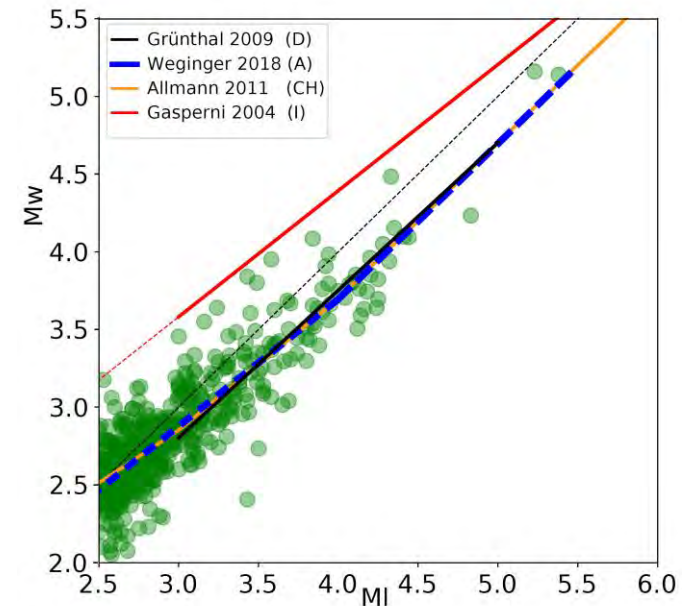
- Österreichische Erdbebenkatalog
- Ergänzt durch ISC Katalog
- Relokalisierung der Herdtiefe
- Neuer Datensatz der Bebenmechanismen
- Erweitert mit Momenten-Magnituden (MW)

$$M_W = 0.42 + 0.82 M_L \quad |M_L < 4$$

$$M_W = M_L - 0.3 \quad |M_L \geq 4$$

- Momenten Magnitude – Intensität

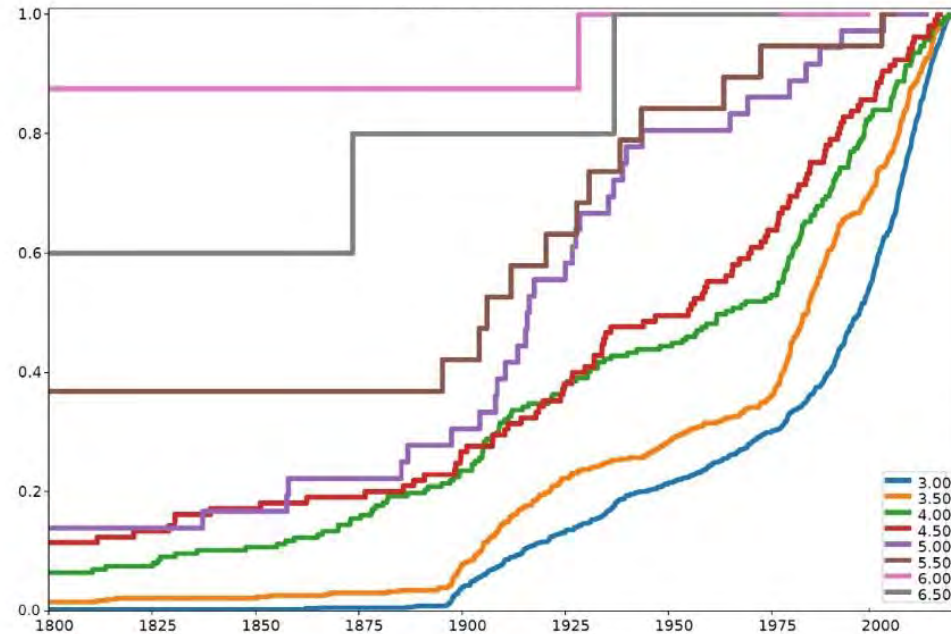
$$I_0 = k_0 + k_1 M_w + k_2 \ln(h) \quad \left\{ \begin{array}{l} k_0 = 2,56 \\ k_1 = 1,32 \\ k_2 = -0,94 \end{array} \right.$$



Vollständigkeit des Erdbebenkatalogs



„Slope - Methode“



$\geq M_w$	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0
Aktuelle Studie „Slope“	1975	1895	1860	1800	1760	1500	1150
Österreich [1]		1895	1825	1800	1800	1550	1200
Deutschland [2]	1973	1869	1869	1869	1802	1650	1450
Schweiz [3]	1977		1880	1750	1680	1600	1200

- [1] Grünthal et al 2009
- [2] Grünthal et al 2017
- [3] Wiemer et al 2015



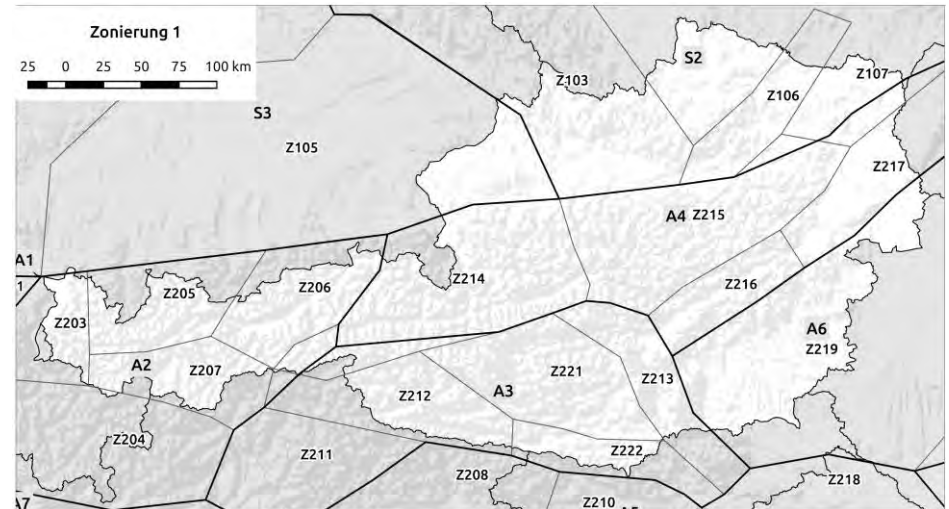
- Erstellung einer Ground-Motion Datenbank
- Entwicklung lokaler Ground Motion Prediction Equation (GMPE)
PGA, PGV, PSA, Intensität

Beste Anpassung an lokalen Datensatz!
Zu wenige Daten im Nahbereich
Keine Extrapolation zu größeren Magnituden

- Auswahl von regionalen und globalen GMPE
Statistische Parameter

GMPE	Datensatz	Bereich von M_w	Distanz [km]	Periode (s)
Weginger, 2018	Österreich	2.5 - 5.0	≤ 250	0.30 – 3.0
Bindi et al, 2014	Europa	4.0 - 7.0	≤ 300	0.02 – 3.0
Akkar et al, 2014	Europa	4.0 – 7.6	≤ 200	0.01 – 4.0
Boore & Atkinson, 2011	„Active Crustal Regions“	3.0 – 6.5	≤ 300	0.02 – 10
Bindi et al, 2017	Global	3.0 – 7.9	≤ 300	0.01 – 4.0

- Seismische Flächenquellen
Zonen - Seismizität, Tiefe, Störungszonen
Blöcke – tektonischer Strukturaufbau
- Zonenfreies Modell
Isotropic-Gaussian Kernel (10 und 15 km)
b-Wert von Österreich + Umgebung
- Störungszonen-Model
Geometrie aus dem Projekt SHARE
Verwendet als Flächen-Zonen mit Buffer



Magnituden-Häufigkeitsverteilung



Jährliche Magnitudenhäufigkeit innerhalb von Magnitudenklassen

- Methode

Weichert

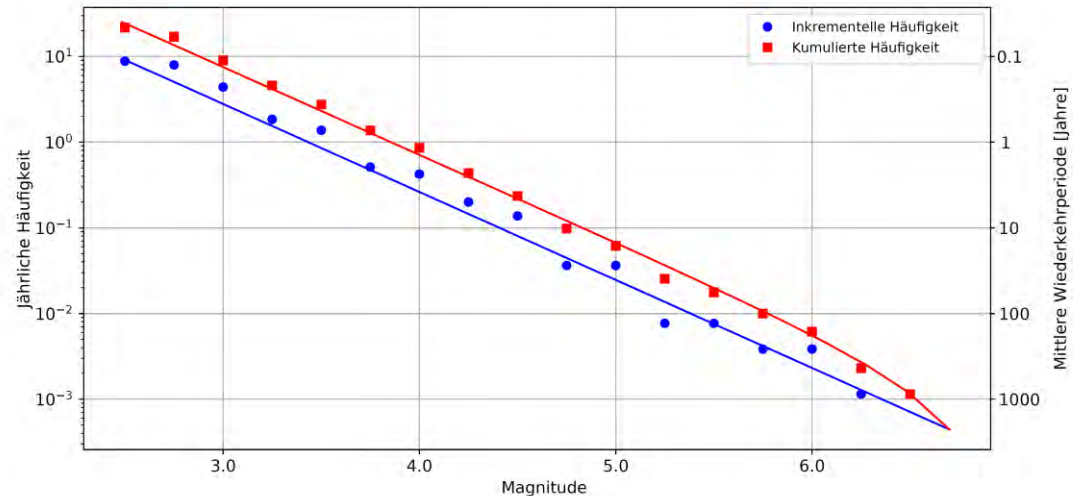
“Bayesian Penalized Max Likelihood”

“Zones and Superzones”

- Darstellung

„double-truncated Gutenberg-Richter”

a , b , M_{\min} , M_{\max} und Erdbebenrate



MFD in Österreich +100km

Maximale Magnitude

Lange Wiederkehrperioden vs. Limitierte Beobachtungszeit

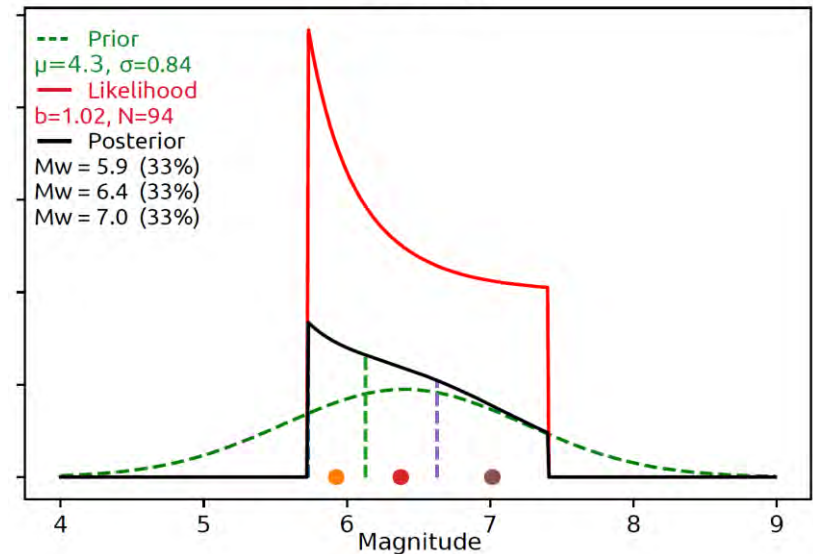
- „EPRI“ – Ansatz

Kombination von globaler Wahrscheinlichkeitsfunktion mit lokalen Messdaten

- Extended continental crust
- Non-extended continental crust

- Ergebnisse:

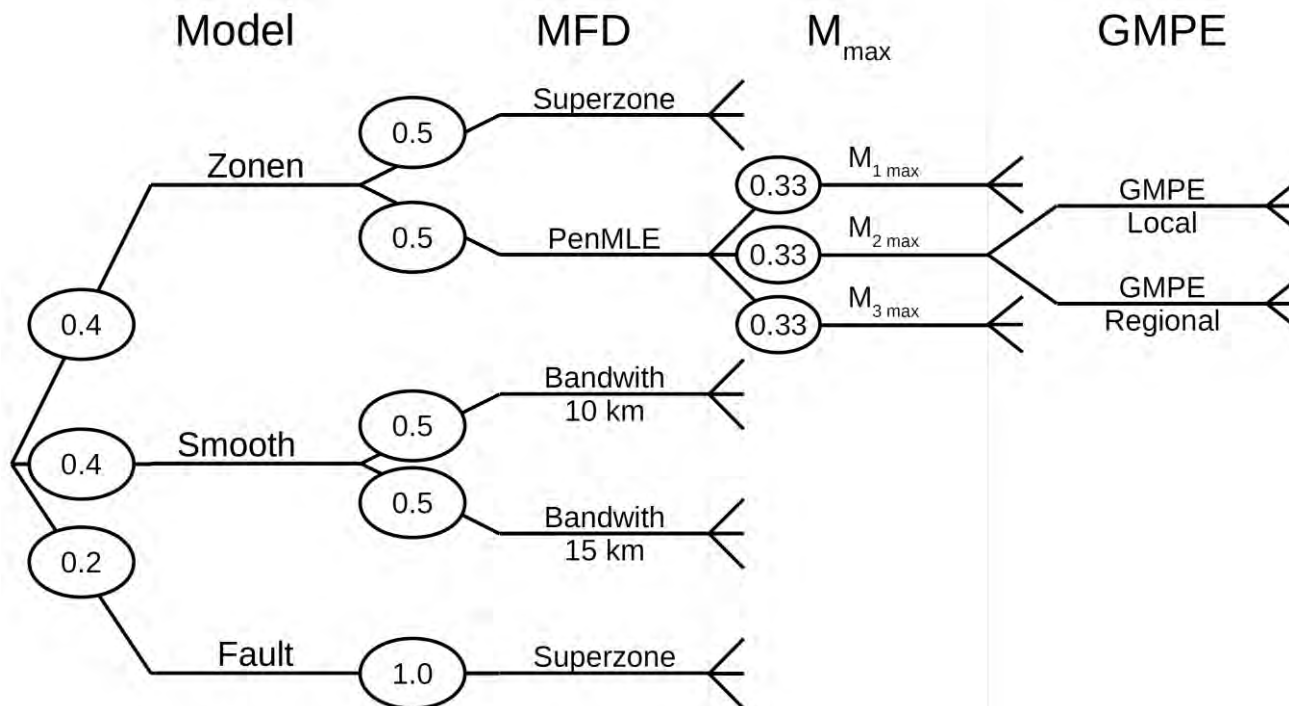
	b	M _{Max}	v(M _{Min}) normiert
S2	1.07	6.0	0.01
S3	0.89	6.1	0.05
A2	1.15	6.1	0.61
A3	1.04	6.5	0.29
A4	1.03	6.4	0.51
A6	0.85	6.3	0.06



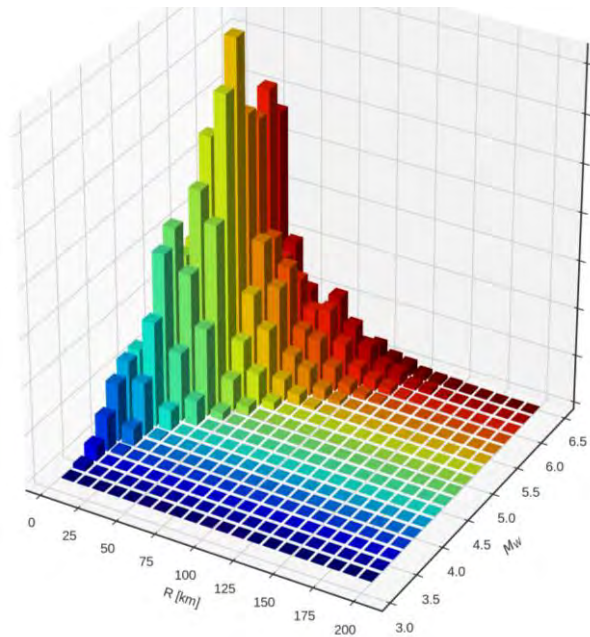
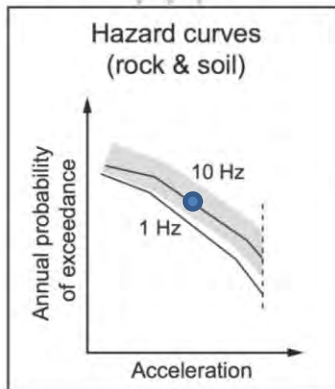
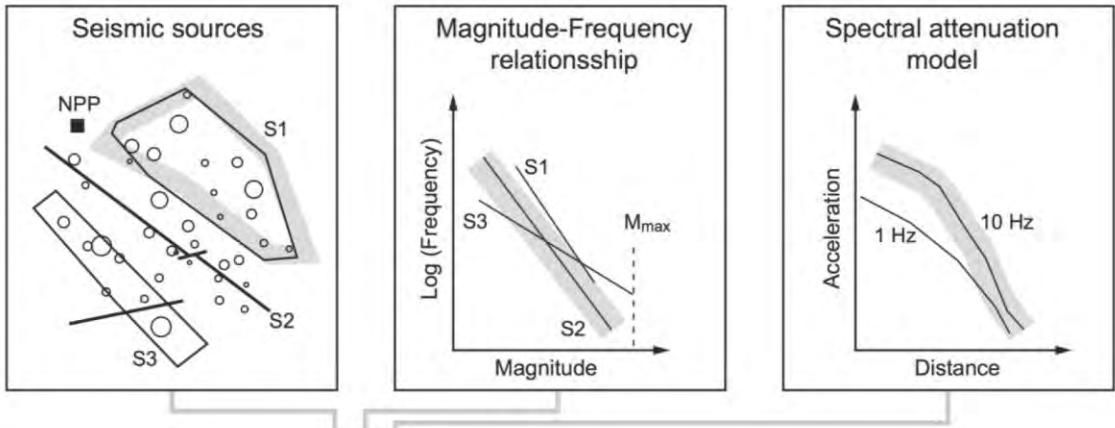
Erdbebenrate

$$v(M_{min}) = \int_{M_{min}}^{M_{max}} 10^{a-bm} dm$$

Entscheidungsbaum

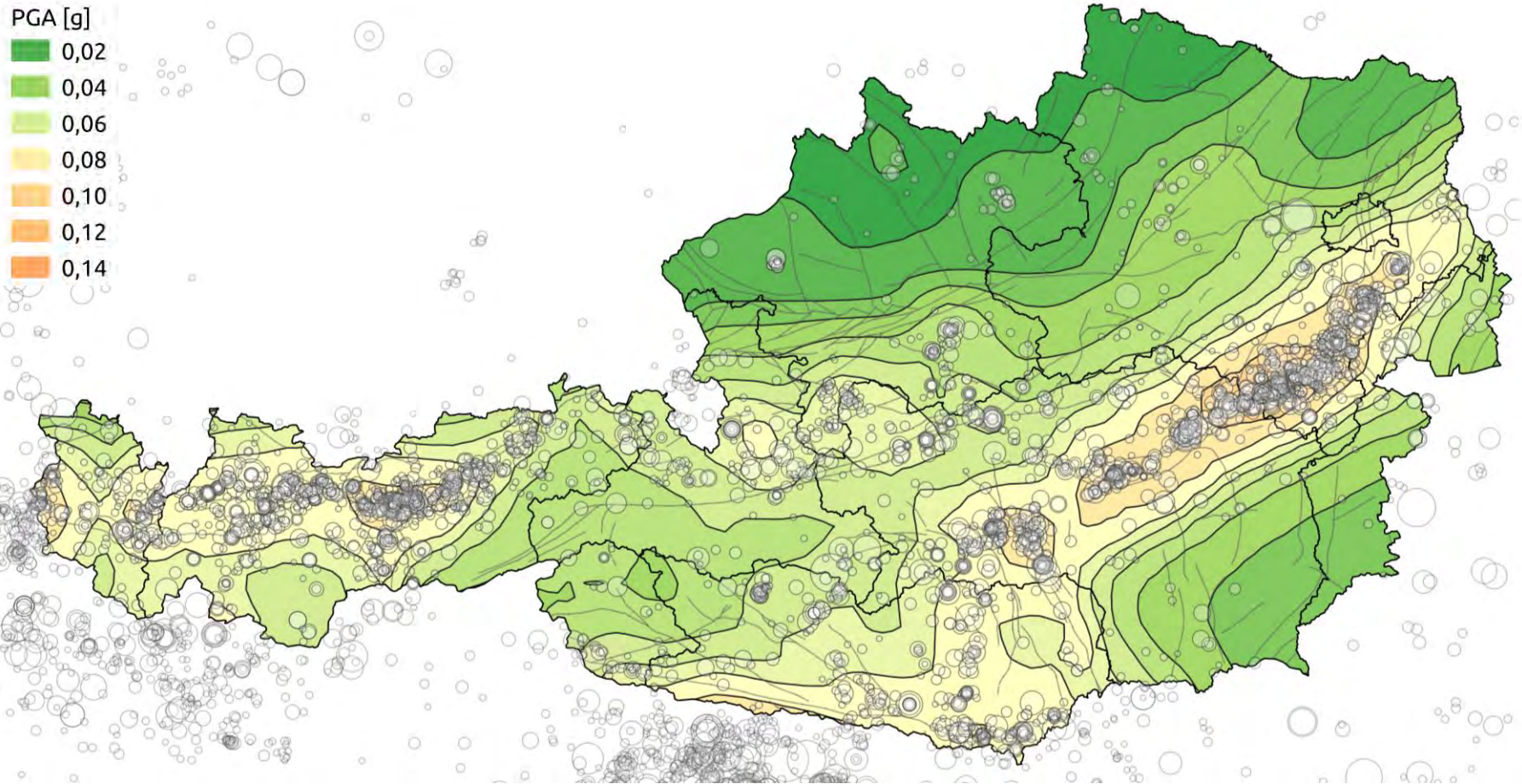


Open-Quake Engine



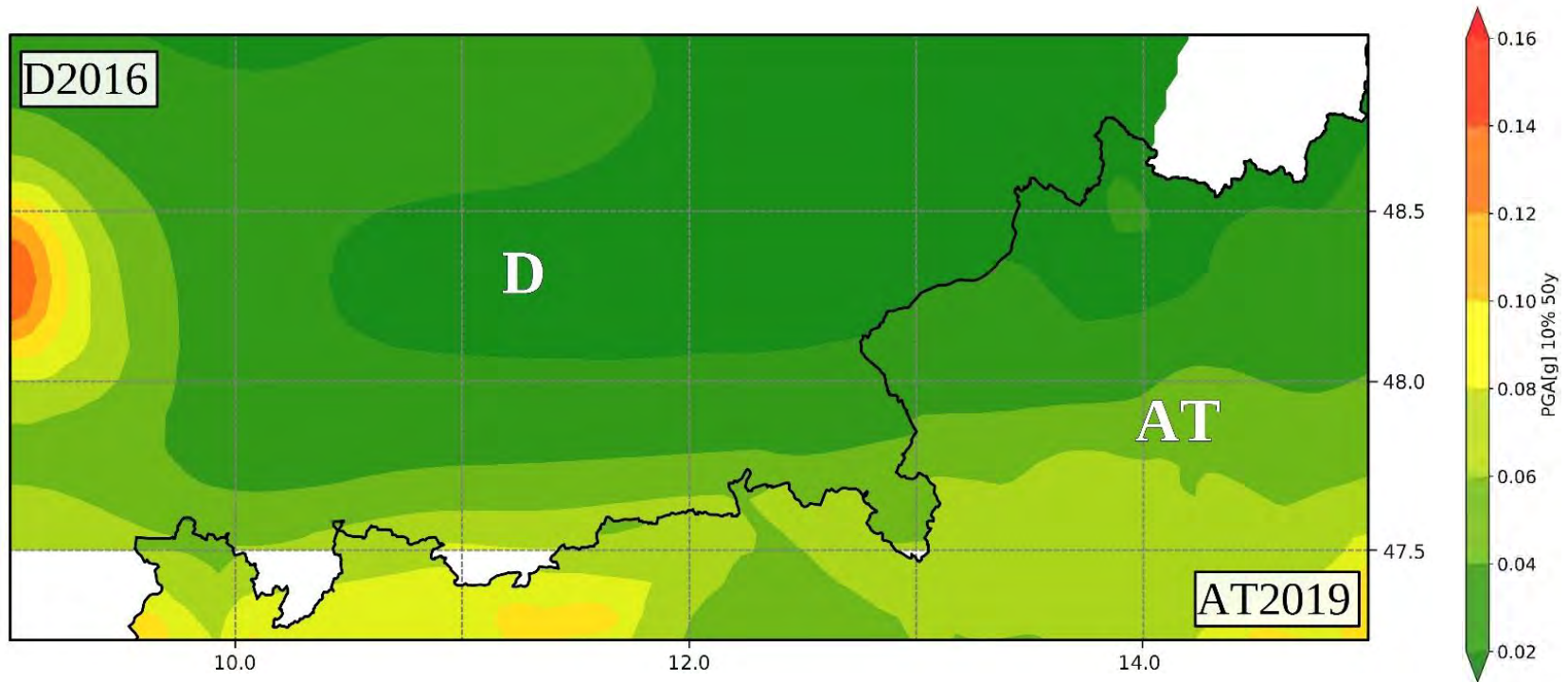
„De-aggregation Plot“ für Wien (16.39 48.26)

Erdbebengefährdungskarte



Maximale horizontale Bodenbeschleunigung (PGA)
10 % in 50 Jahren -> Referenzperiode von 475 Jahren
auf Fels (VS30 = 800m/s)

Vergleich mit Deutschland 2016



Grünthal et al 2017
PGA, 475 Jahre
 $V_{S30} = 800\text{m/s}$

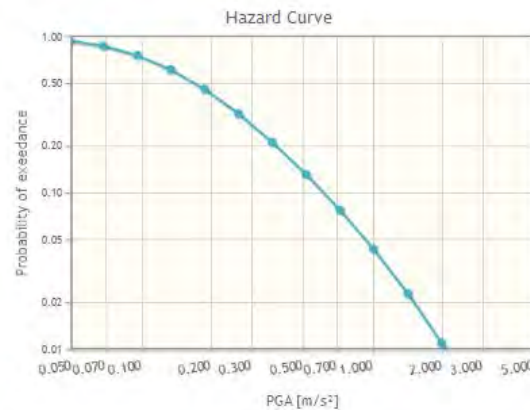
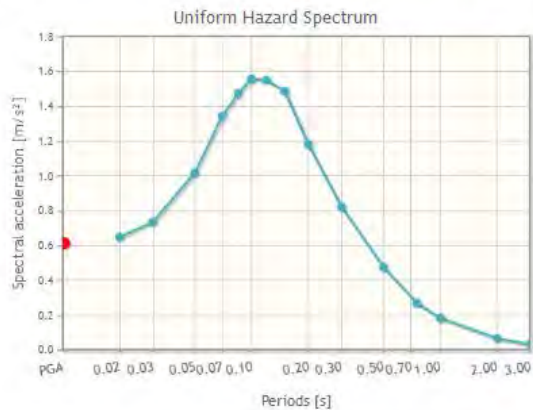
Earthquake Hazard

Weginger, S. et al., 2019. Entwicklung einer regionalen Erdbebengefährdungskarte für Österreich. D-A-C-H Tagungsband, Volume 16. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik



16.187 48.177

10% in 50 years A



Periods [s]	Spectral acceleration [m/s²]
PGA	0.6168
0.02	0.6516
0.03	0.7377
0.05	1.0187
0.10	1.55
0.20	1.55
0.30	1.55
0.50	1.2
0.70	0.8
1.00	0.5
2.00	0.2
3.00	0.1

PGA [m/s²]	Probability of exceedance
0.0088	1.000
0.0098	1.000
0.0196	0.999
0.0294	0.994
0.0588	0.988
0.1176	0.976
0.2352	0.952
0.4704	0.904
0.9408	0.808
1.8816	0.608
3.7632	0.408
7.5264	0.208
15.0528	0.108
30.1056	0.058
60.2112	0.032
120.4224	0.018
240.8448	0.012
481.6896	0.008

Online Datenportal
Ort
Wiederkehrperiode
Bodenklasse