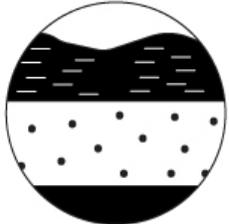




Schweizerischer Erdbebendienst
Service Sismologique Suisse
Servizio Sismico Svizzero
Swiss Seismological Service

ETH zürich



Verstärkungseffekte

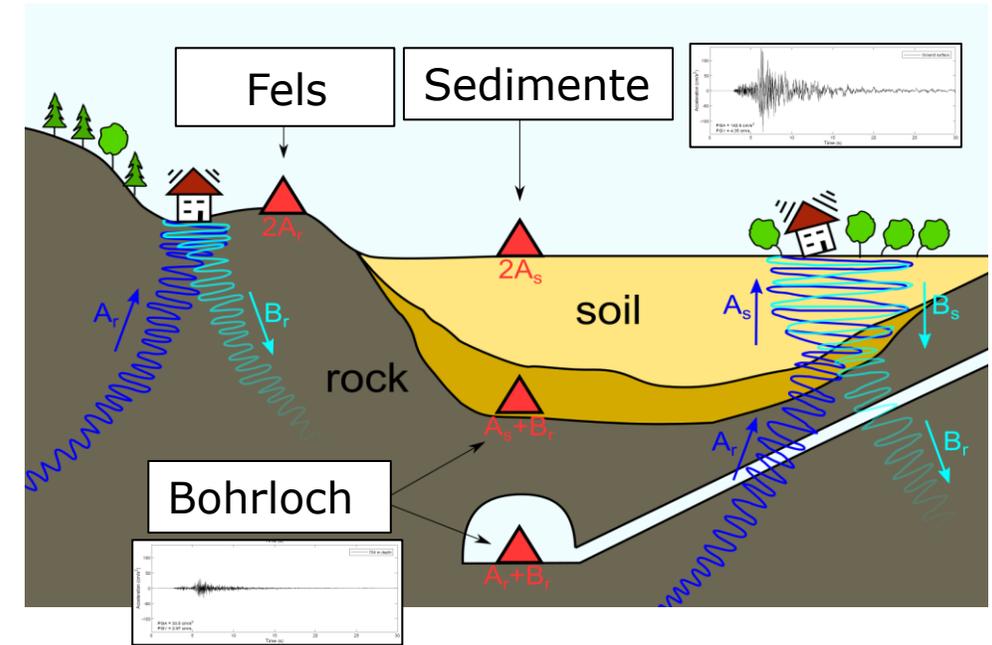
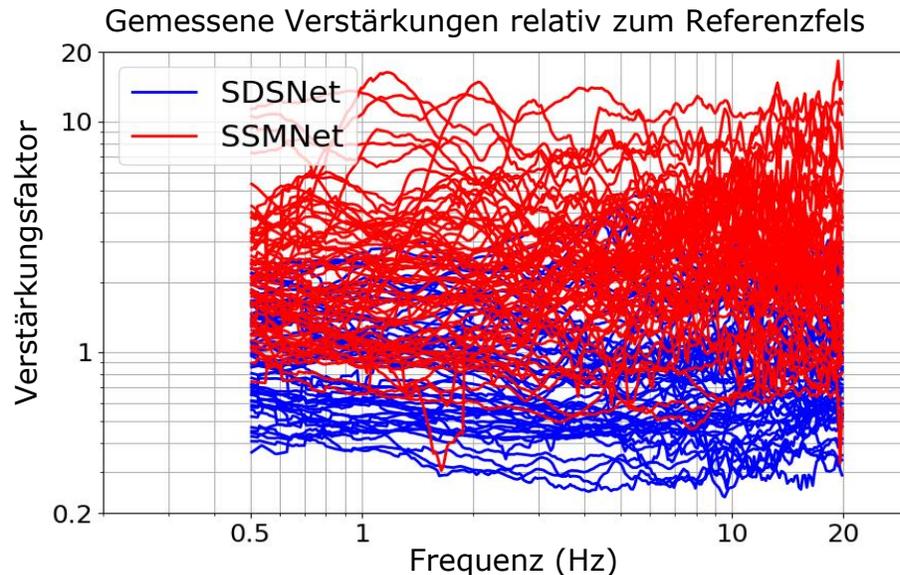
Die Komponenten des Erdbebenrisikomodells der Schweiz

Prof. Donat Fäh
Schweizerischer Erdbebendienst (SED) an der ETH Zürich



Definition Verstärkungseffekte

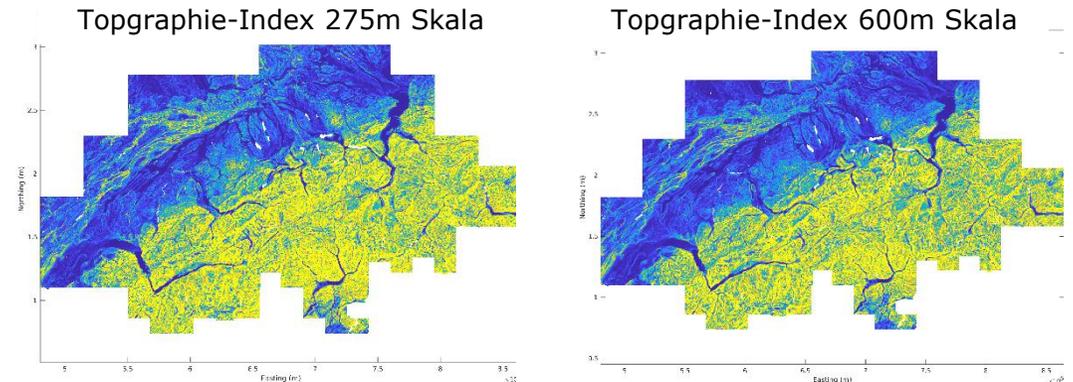
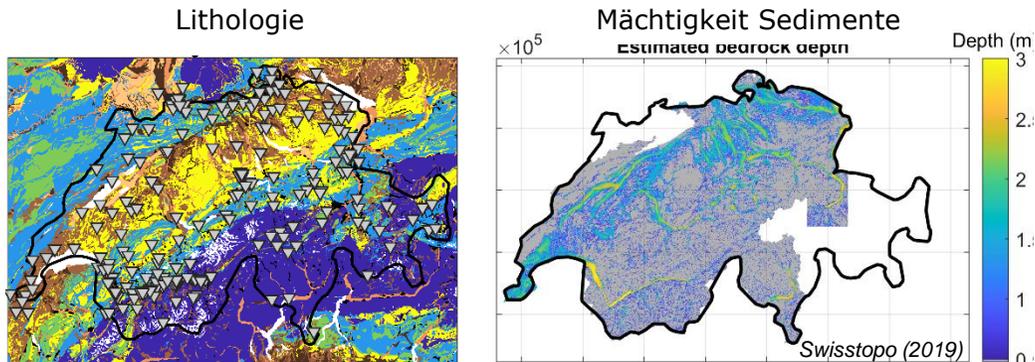
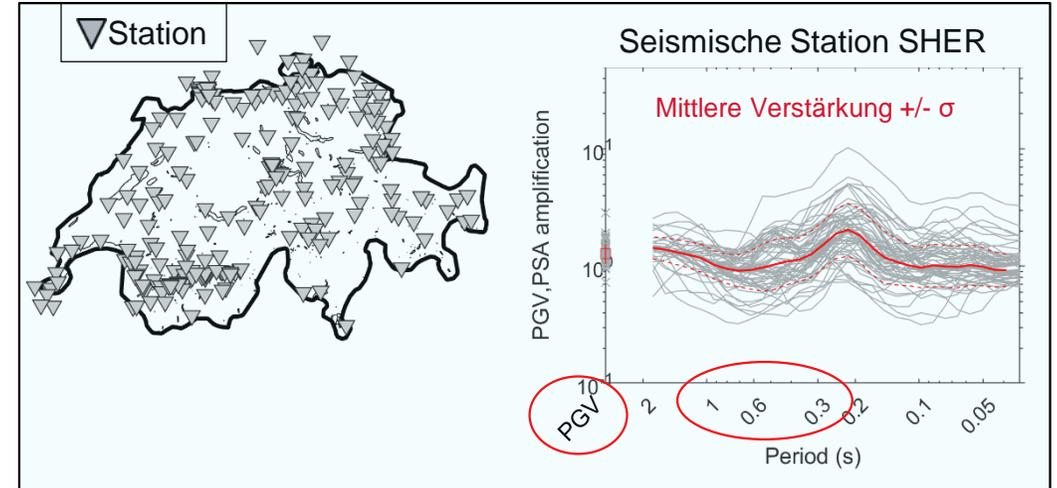
- Je nach Beschaffenheit der lokalen Geologie am Standort werden seismische Wellen verstärkt oder abgeschwächt:
 - Lockere Sedimente verstärken die Bodenbewegung
 - Felsstandorte zeigen geringere Bodenerschütterungen
- Erschütterungen auf Sedimenten können zehnmal stärker sein als an einem Standort auf felsigem Untergrund
- Wir können die Verstärkungen der Erdbebenwellen mit Seismometern messen:





Datengrundlage

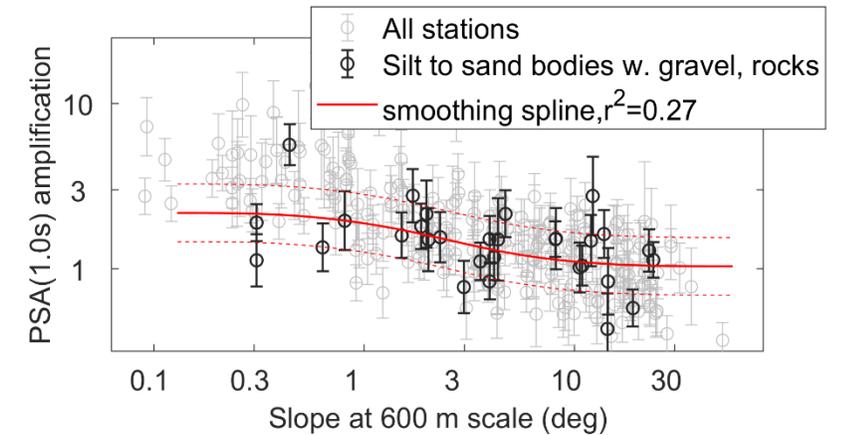
- Gemessene Verstärkungen an 245 seismischen Stationen in der Schweiz relativ zum Referenzfels für die Erdbeben im Zeitraum 2000-2022
- Messungen der Scherwellenprofile und Eigenfrequenzen an vielen Standorten zur Interpretation der beobachteten Verstärkungen
- Verstärkungen werden korreliert mit Standort-eigenschaften wie Geologie (Lithologie), Charakterisierung der Topographie, Mächtigkeit der Sedimentablagerungen



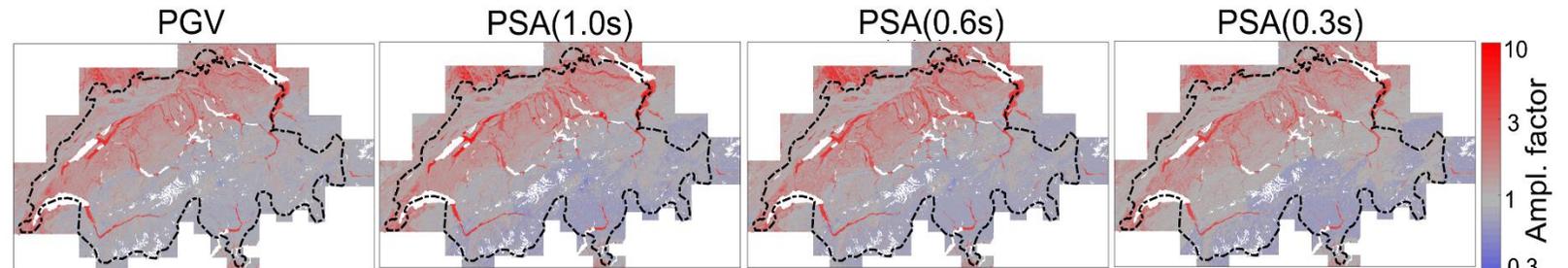


Integration in das Erdbebenrisikomodell

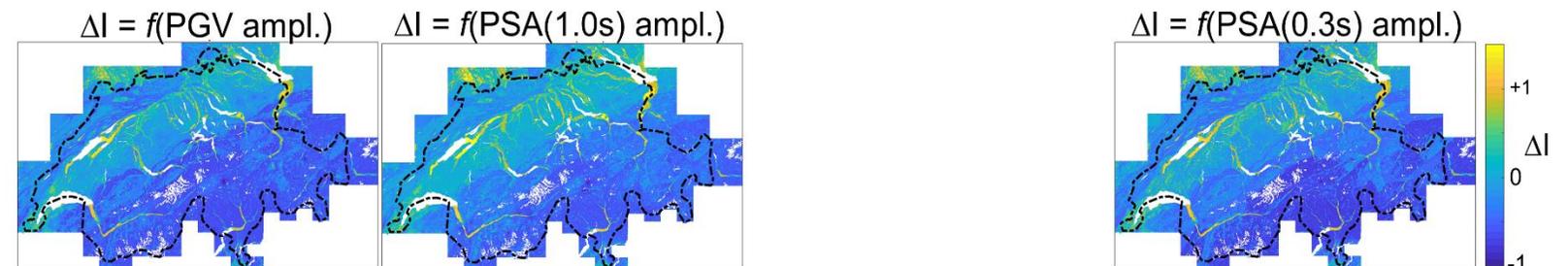
- Anwendung Multivariater Statistik und Regressions-Kriging
- Kartierung der Verstärkung für verschiedene Bodenbewegungsgrößen: Maximale Geschwindigkeit, spektrale Beschleunigung für drei Perioden (1.0s, 0.6s und 0.3s), makroseismische Intensität
- Das Risiko vergrößert sich je mehr Gebäude auf weichem Untergrund stehen



Karten der Verstärkung
relativ zum Referenzfels

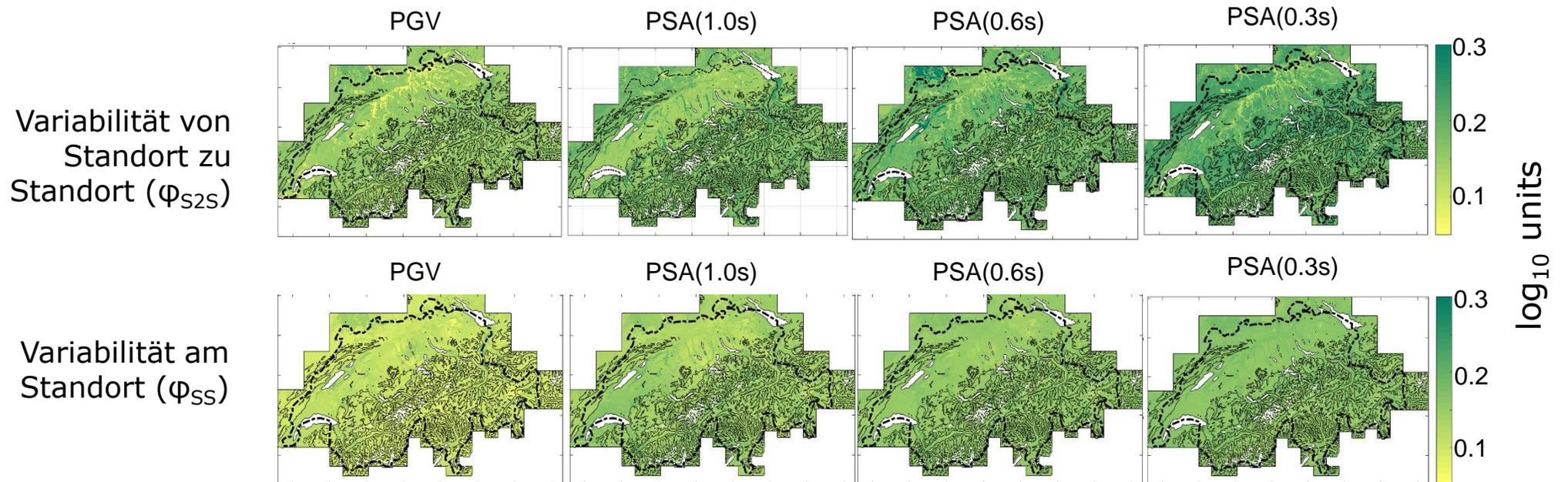


Verstärkung in makroseismischer
Intensität relativ zum
makroseismischen
Referenzboden



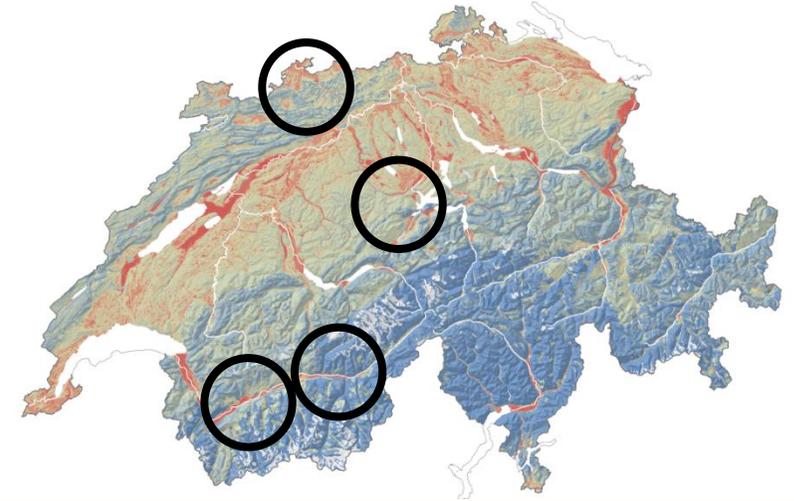
Unsicherheiten und Weiterentwicklungen

- Auflösung der Verstärkungskarten ist begrenzt durch Verwendung einer begrenzten Anzahl Bodenklassen und der Auflösung der verwendeten Karten (1:500'000)
- Keine zuverlässige Auflösung für Standorte einzelner Gebäude
- Höher auflösende Verstärkungskarten können entwickelt werden, wie z.B. im Projekt Erdbebenrisikomodell für Basel (2019-2023)
- Unsicherheiten werden vollständig im Risikomodell abgebildet:



Verifikation der Verstärkungsmodelle

- Vergleich mit lokalen Verstärkungsmodellen für die Regionen Sion, Visp, Basel und Luzern
- Validierung mit zusätzlichen 50 seismischen Stationen
- Vergleich mit beobachteten Intensitäten historischer Erdbeben

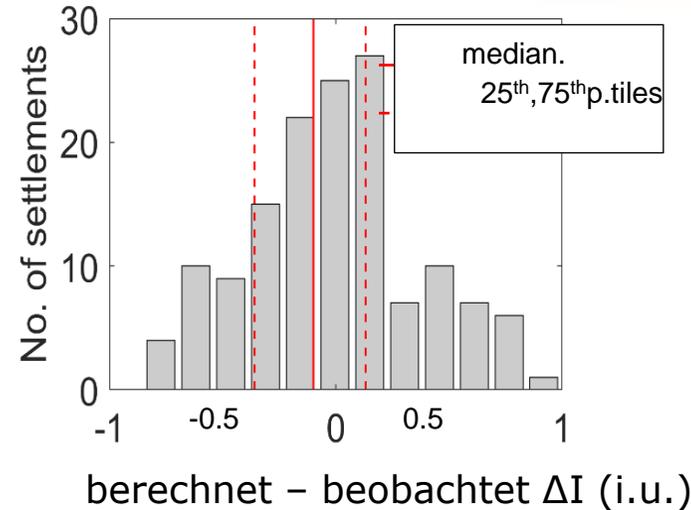
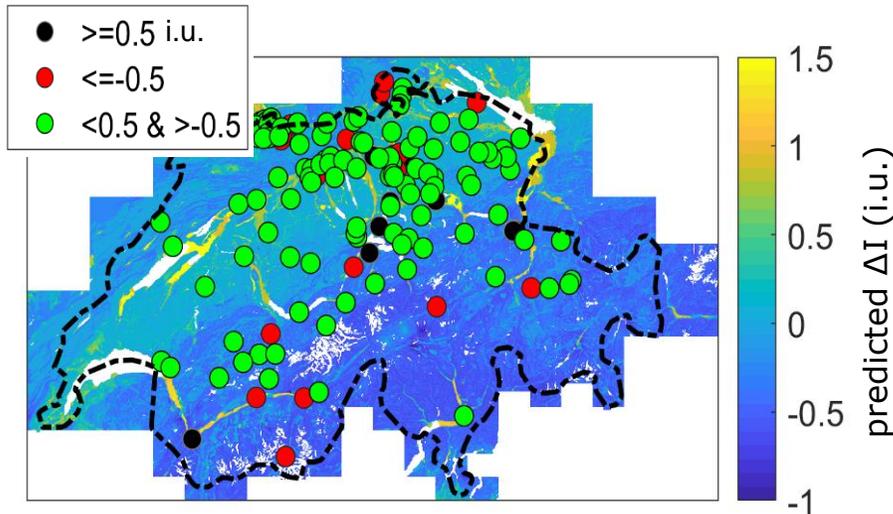


Amplifikation durch den lokalen Untergrund

Faktor der Verstärkung (Werte >1) oder Abschwächung (Werte <1) von Erdbebenwellen im Verhältnis zu einem Referenzfelsen.



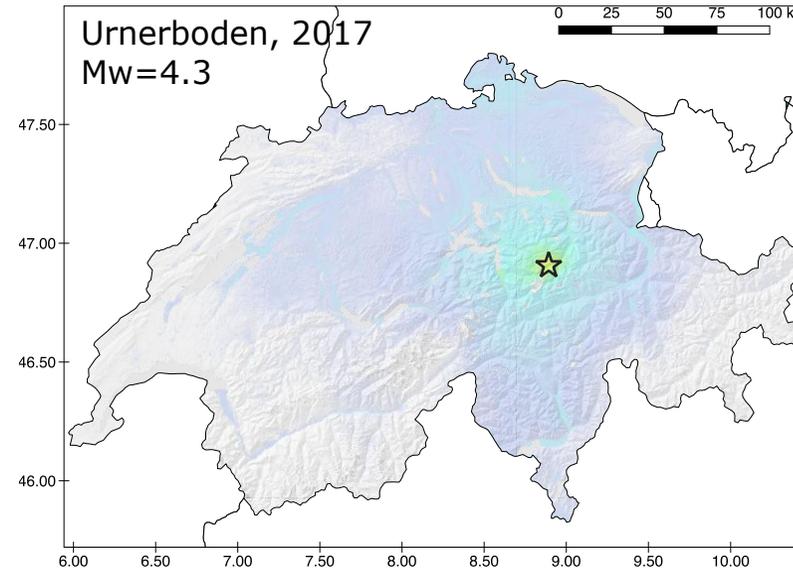
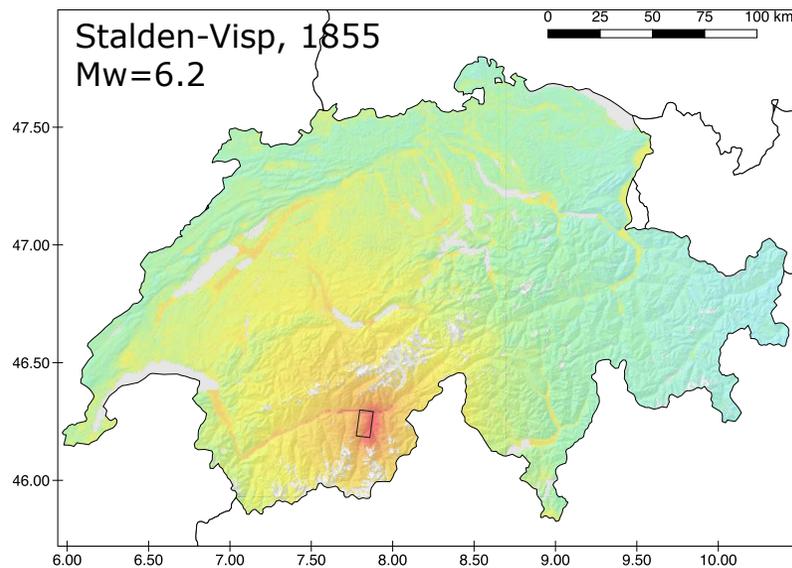
Verstärkungen der Intensität: Modell ΔI – Beobachtung ΔI





Wichtigste Erkenntnisse

- Verstärkungen durch die lokale Geologie sind ein wichtiger Faktor in der Beurteilung des Erdbebenrisikos
- Die Verstärkungen können zuverlässig aus Messungen mit seismischen Stationen abgeleitet werden
- Alle Unsicherheiten im Verstärkungsmodell können im Risikomodell abgebildet werden
- Das neue Verstärkungsmodell führt zu einer Verbesserung der Bodenerschütterungskarten



I EMS-98

