



Schweizerischer Erdbebendienst
Service Sismologique Suisse
Servizio Sismico Svizzero
Swiss Seismological Service

ETH zürich

3D Modelle als Schlüssel für eine zuverlässige seismische Gefährdungs- und Risikonalayse im Wallis

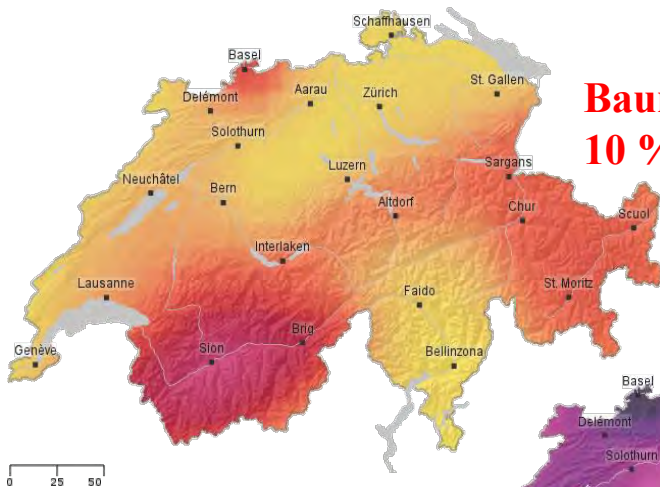
Donat Fäh

Schweizerischer Erdbebendienst ETH Zürich

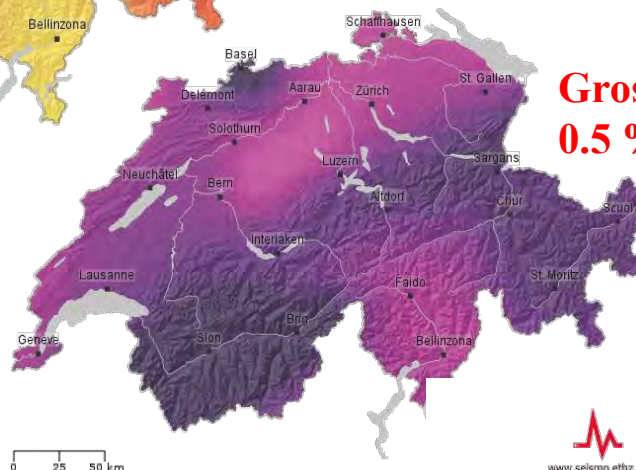
3D Modellierung des Rhonetals
Workshop Visp 22.6.2017

Die seismischen Gefährdungskarten zeigen uns, welche **Bodenbewegung** wir in einer **gewissen Zeitperiode** im Durchschnitt auf einem **felsigen Untergrund** erwarten müssen.

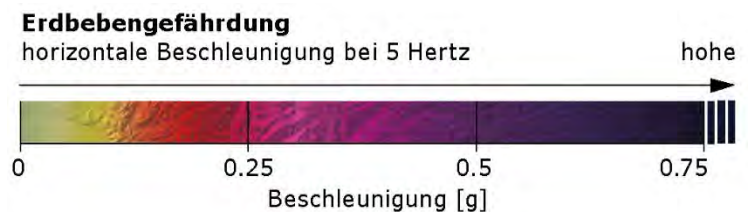
Unterschiedliche Schutzziele → Unterschiedliche Gefährdungsniveaus



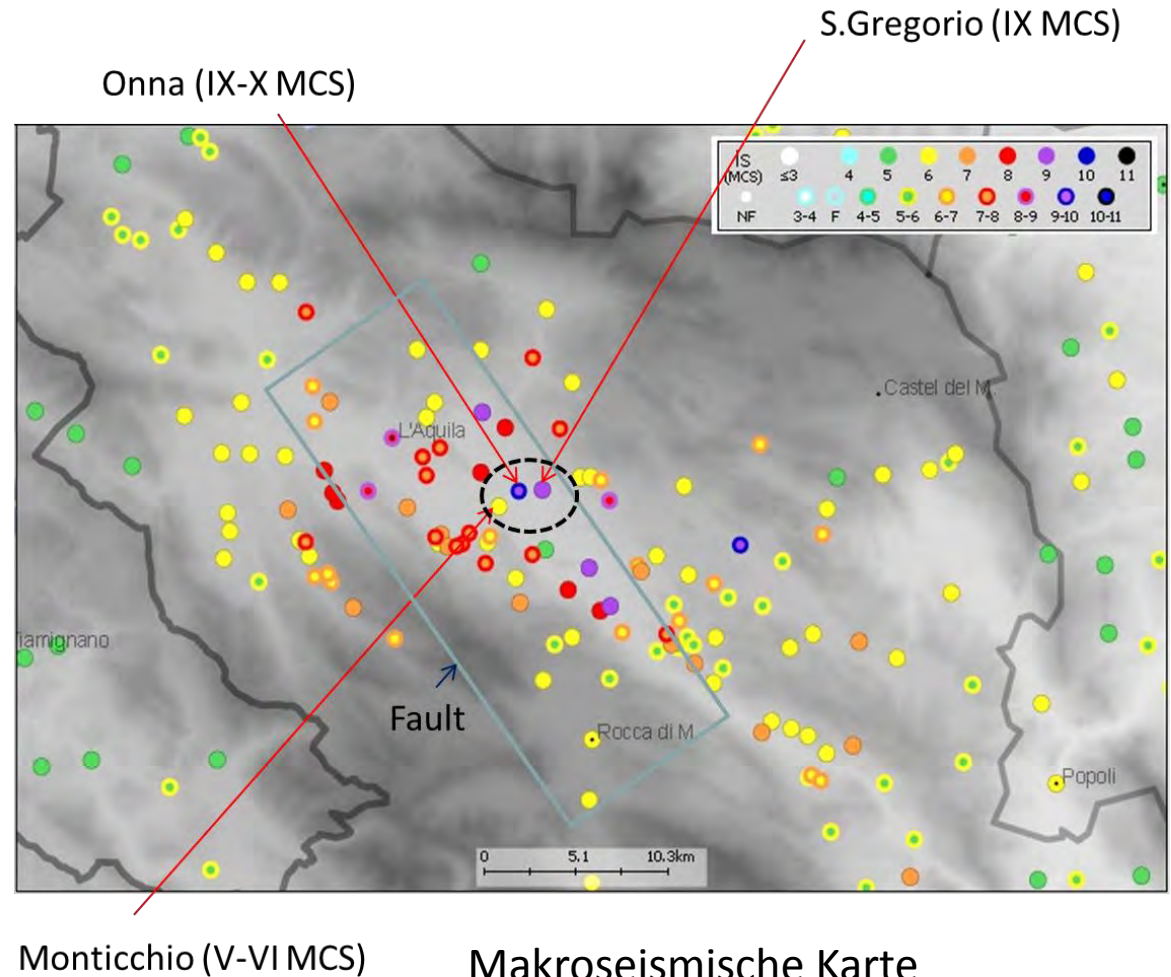
Baunorm für gewöhnliche Bauwerke:
10 % in 50 Jahren → 500-jähriges Ereignis



Grosse Dämme :
0.5 % in 50 Jahren → 10'000-jähriges Ereignis

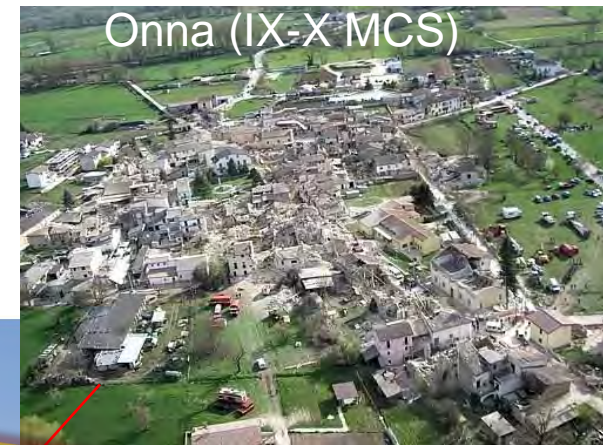


Die seismische Gefährdung wird jedoch durch **lokale Faktoren** bestimmt.



Makroseismische Karte
L'Aquila Erdbeben vom 9. April 2009

L'Aquila Erdbeben 2009



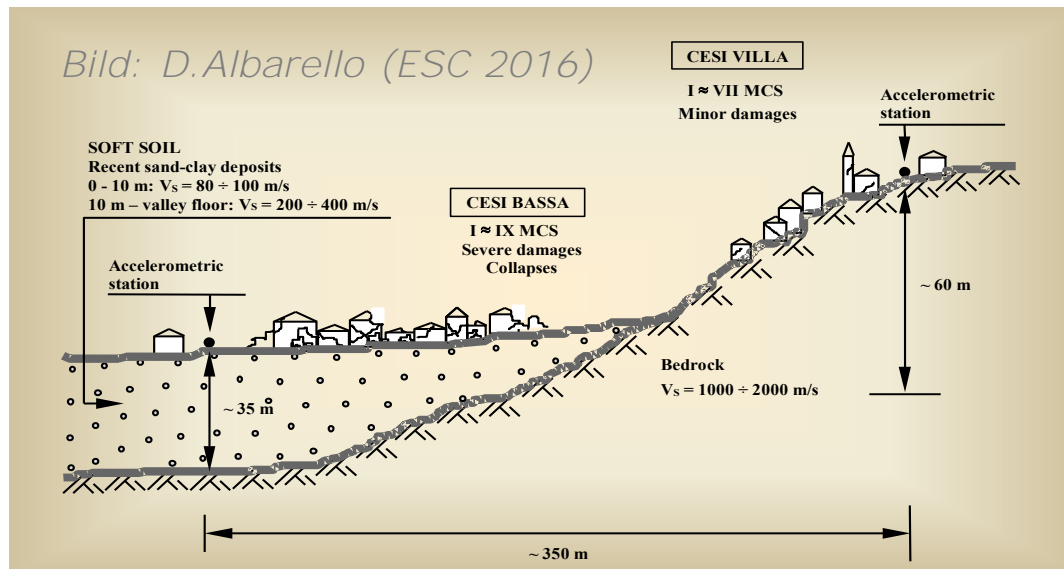
S.Gregorio (IX MCS)



Ähnliche Gebäude
Ganz anderes Schadensbild

Die seismische Gefährdung wird durch lokale Faktoren bestimmt:

- 1) Zusammensetzung und Alter der Sedimente (Geologie)
- 2) Eigenschaften: Scherwellengeschwindigkeit, Dichte, Wassersättigung, . .
- 3) Mächtigkeit und Geometrie der Sedimentfüllung
- 4) Nichtlineares Materialverhalten (Bodenverfüssigung, induzierte Massenbewegungen)

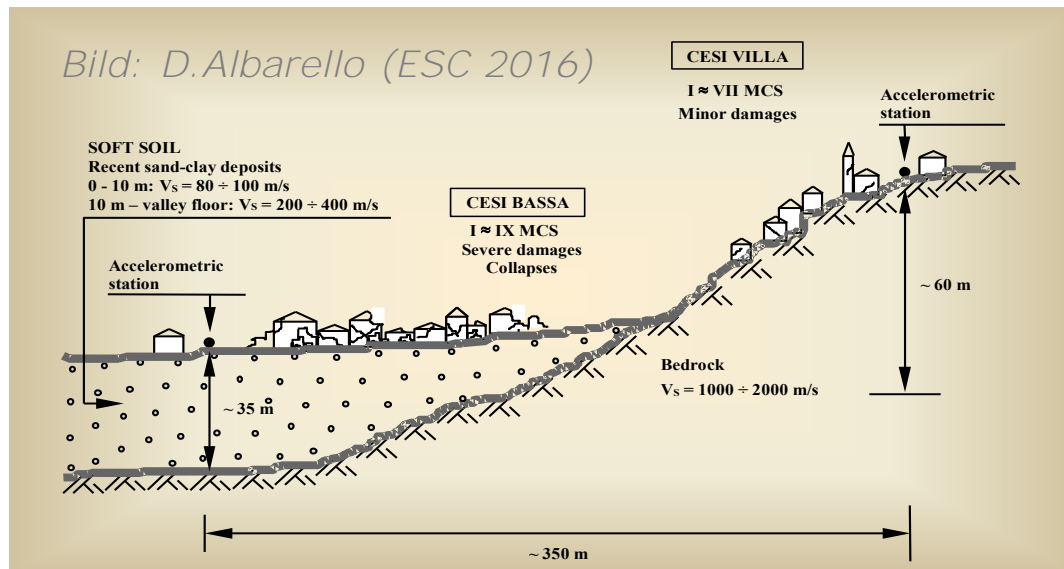


Die seismische Gefährdung wird durch lokale Faktoren bestimmt:

- 1) Zusammensetzung der Sedimente (Geologie)
- 2) Eigenschaften: Scherwellengeschwindigkeit, Dichte, Wassersättigung, . .
- 3) Mächtigkeit und Geometrie der Sedimentfüllung
- 4) Nichtlineares Materialverhalten (Bodenverfälschung, induzierte Massenbewegungen)

Daraus resultiert das dynamische Verhalten (das wir messen und modellieren können):

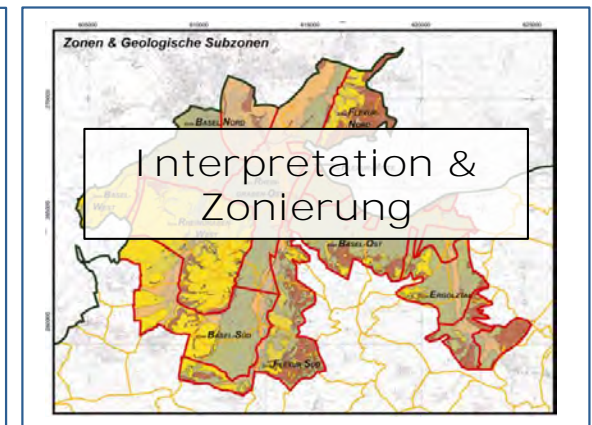
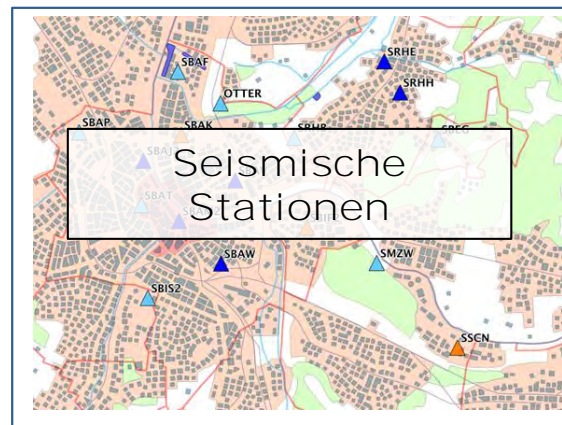
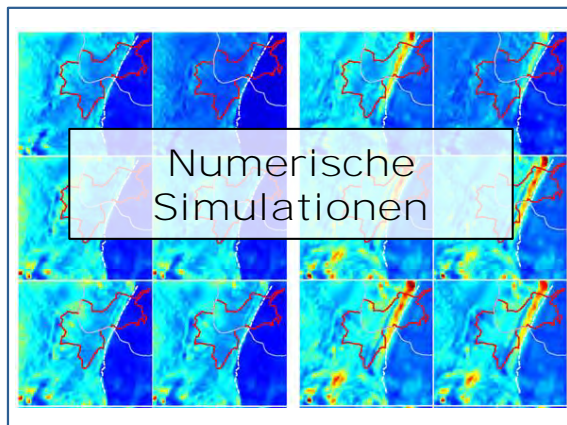
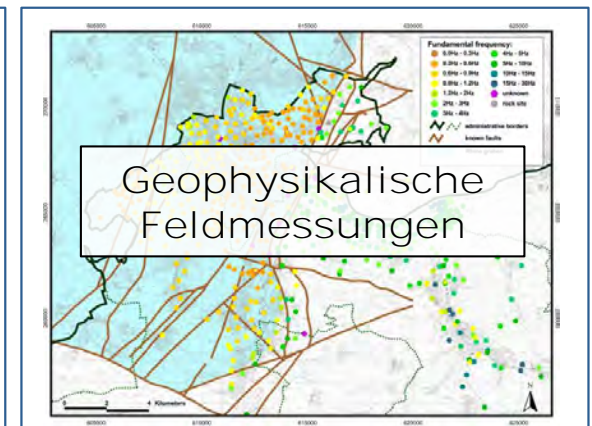
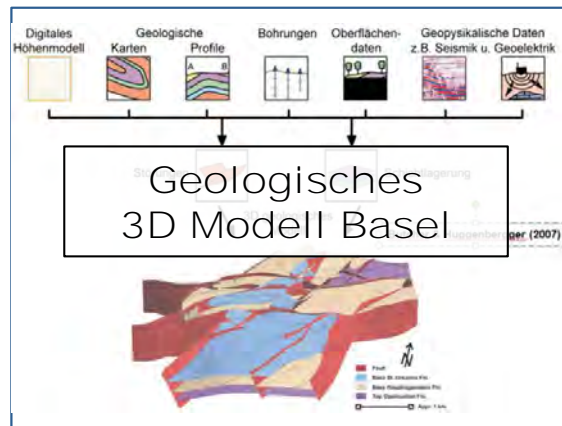
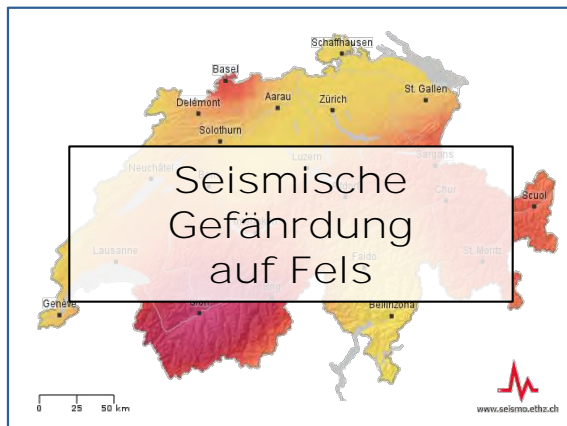
- a) Wellenverstärkungen oder Abminderung (regional und lokal)
- b) Resonanzverhalten
- c) Entstehung lokaler Oberflächenwellen an starken geologischen Uebergängen



Erdbeben vom 25. Januar 1946 im Wallis (Magnitude $M_w=5.8$)



Mikrozonierung für die Region Basel (2003-2009): Standort bezogene Spektren basierend auf....



1855 Visp Erdbeben (Mw=6.2): Dokumentation



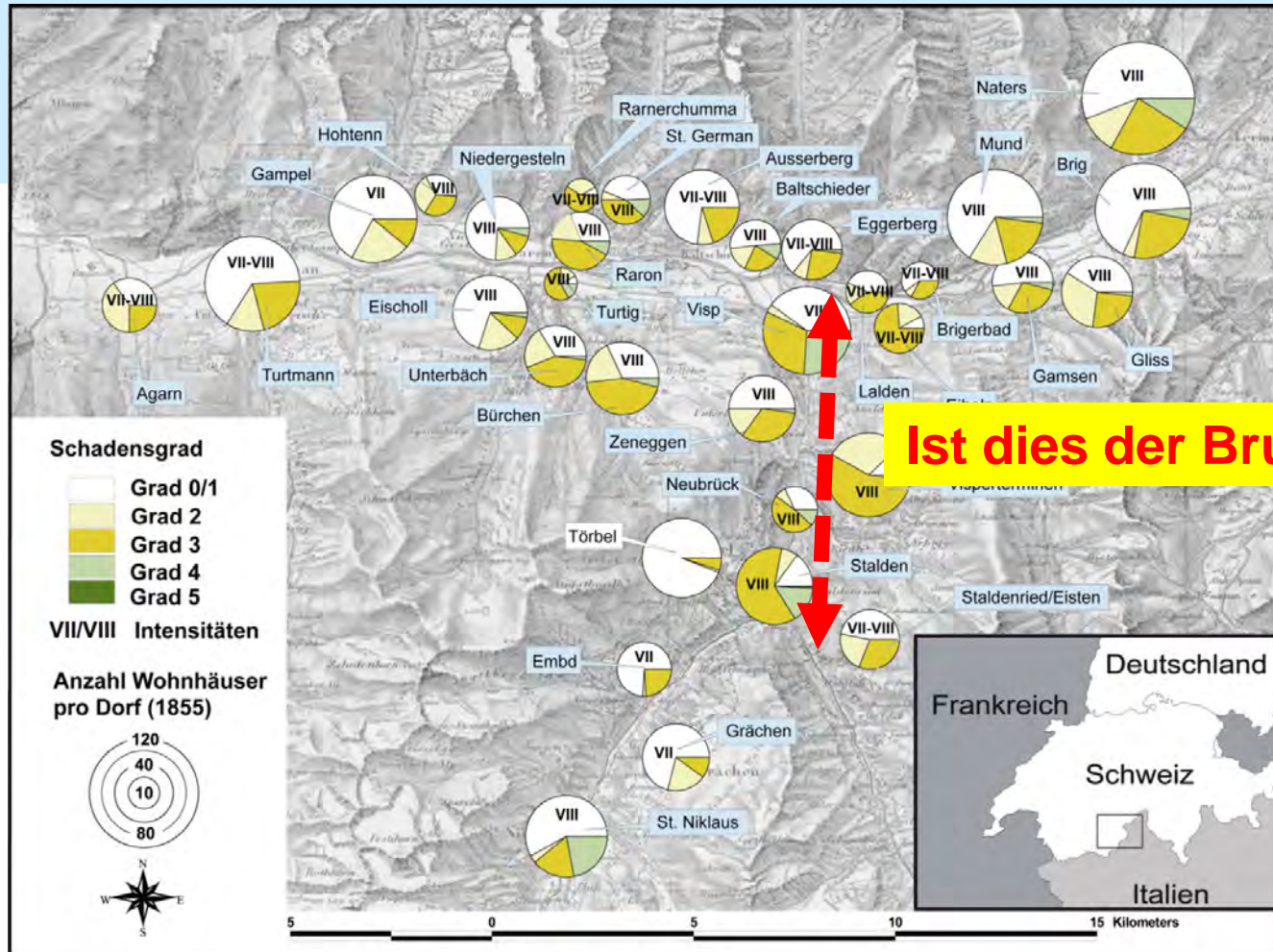
Gnadenkapelle Visperterminen

Exposition des dommages causés à St. Nicolas par le tremblement de terre du 30 juillet 1855 et des jours suivants, faite par les commissaires du canton, Th. Trossello et le maître-maçon et charpentier Boldini en présence de moi, V. Antignone de St. Nicolas et du vice-président de la commune Joseph Halbmatten, le 11 Août 1855.

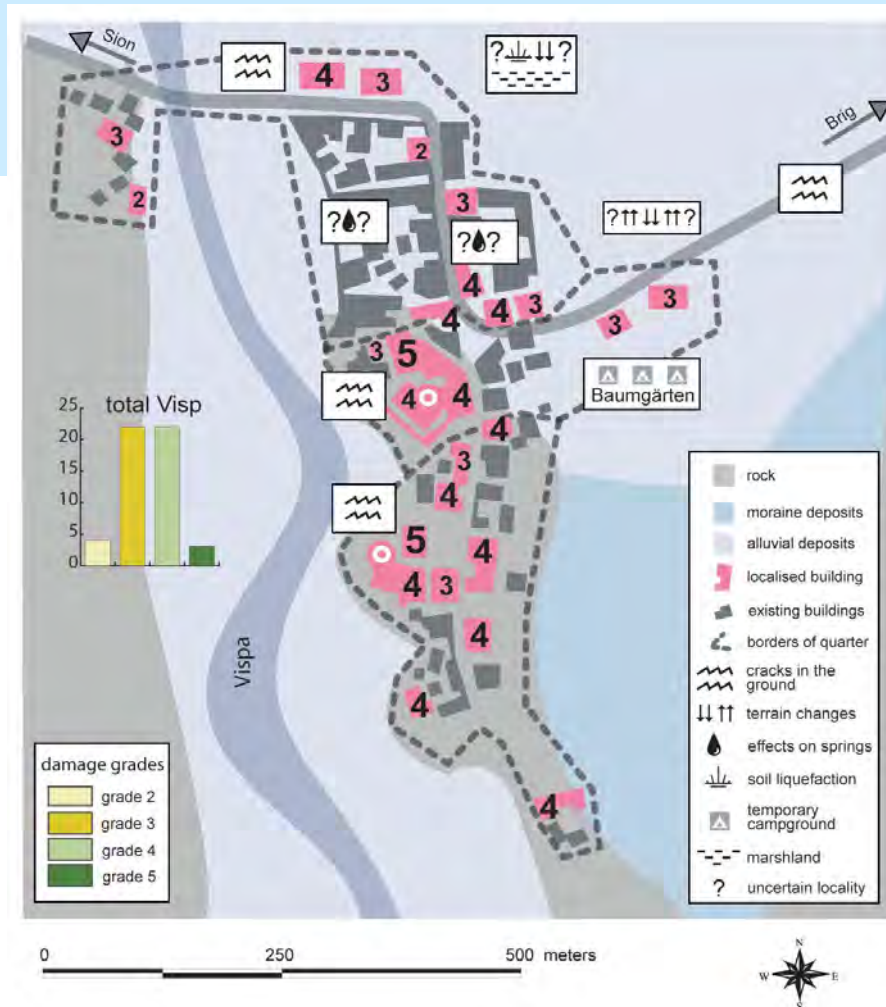
Noms des Propriétaires	Condition de fortune	Désignation de l'immeuble	Montant du dommage	Détail des dégradations et réparations à faire.
Vandenberg Jean	maison	maison	2000	Partie du nord en ruine et boisage mal assuré, à réparer.
Vicariat	maison	id.	160	Démolir 8 toises de mur schénisse, réparer le toit.
id.	id.	maison	200	Grandes réparations à faire, grand toit en ruine, à réparer en bois, à bois de chêne.
Commune	id.	église	12000	6000 2000 750 250 200 200
id.	id.	clocher	2200	Reparier la voûte, orgue, poutres, et toits, à réparer et à plancher, à réparer et à plancher, à réparer et à plancher.
Villa Gustave	id.	maison	450	Reparier 24 toises de plancher et de toit, à réparer et à plancher, à réparer et à plancher.

Detaillierte Auflistung der Schäden und der Kosten für die Reparaturarbeiten (Kanton Wallis, 1855)

1855 Erdbeben (Mw=6.2): Schadenübersicht



1855 Erdbeben (Mw=6.2): Schadenübersicht



Visp

Das Risiko hat zugenommen!



1850



1940



1980

Fluss Regulierung

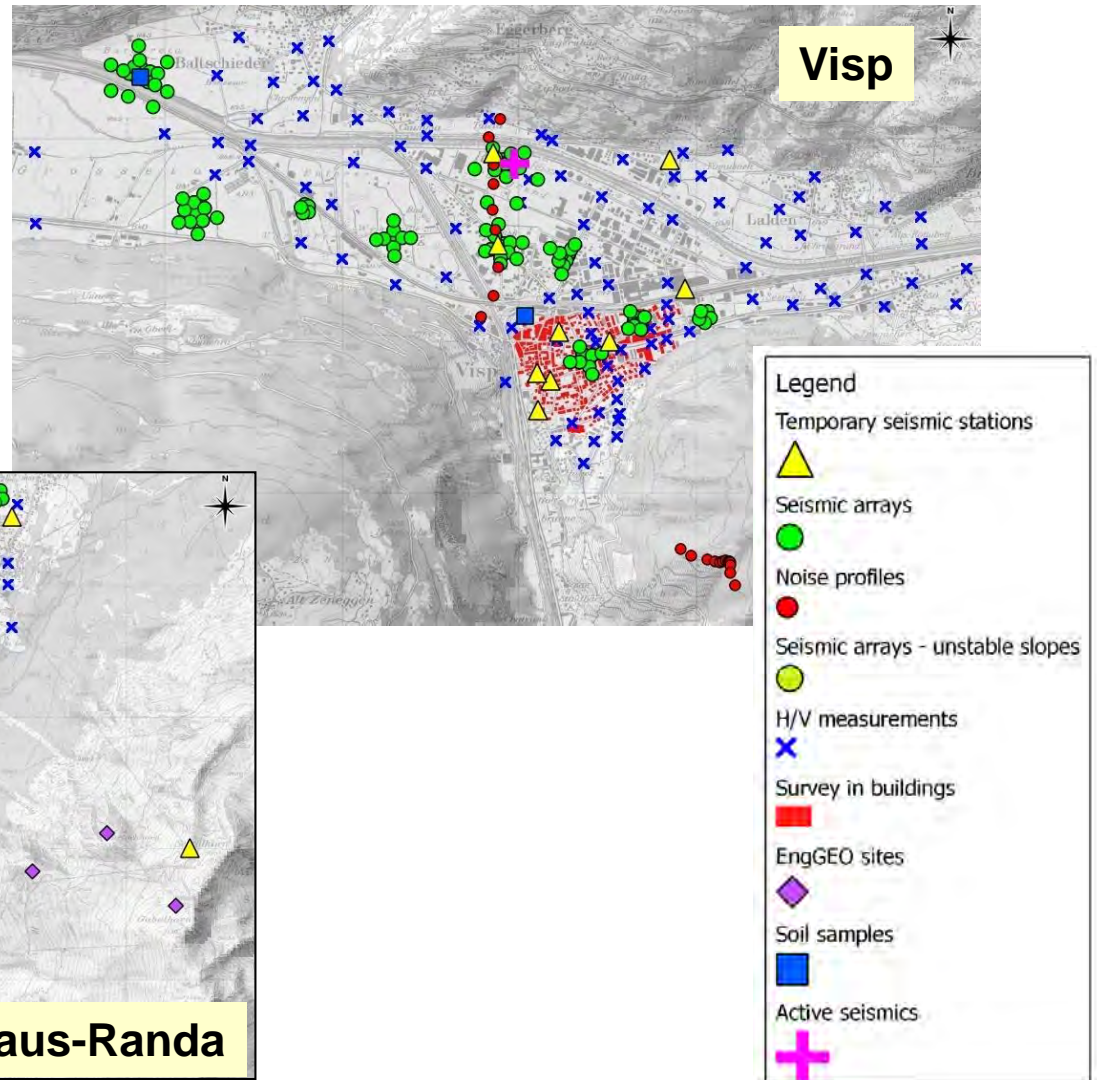
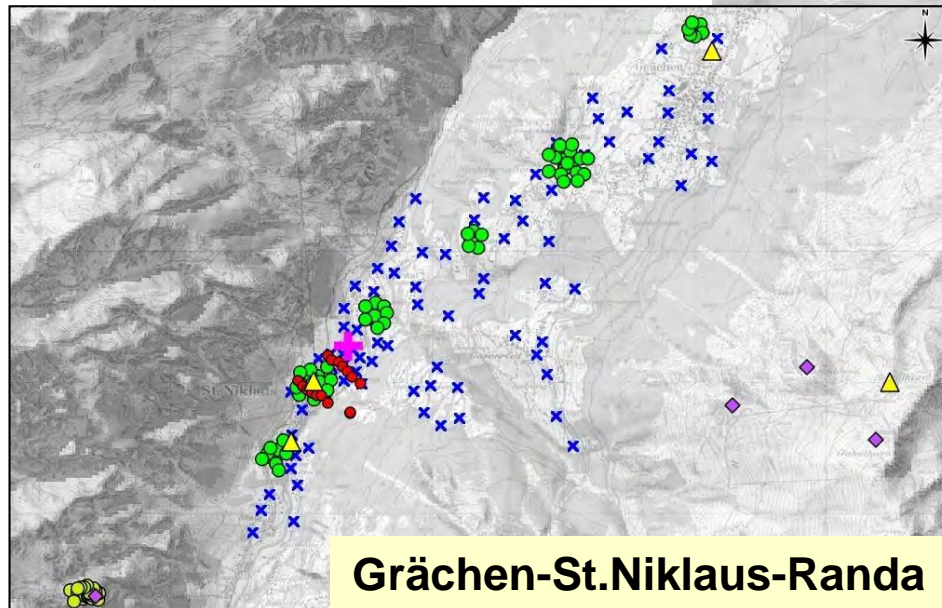
Heute



Entwicklung von Modellen durch Messungen

Entwicklung von
realistischen Modellen im
Projekt COGEAR:

- 3D Modell Struktur
- Modell für Gebäude



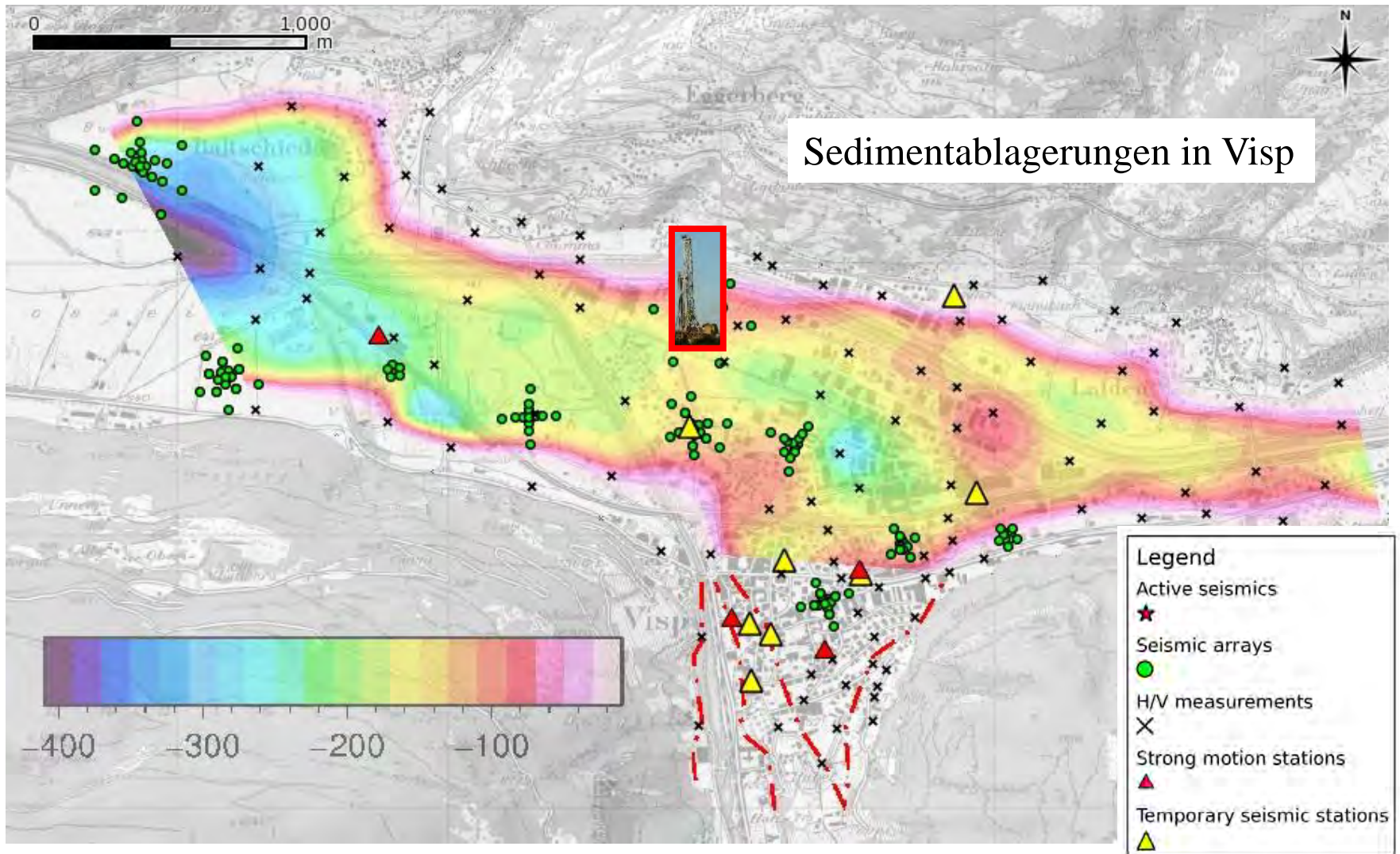
Entwicklung von Modellen durch Messungen



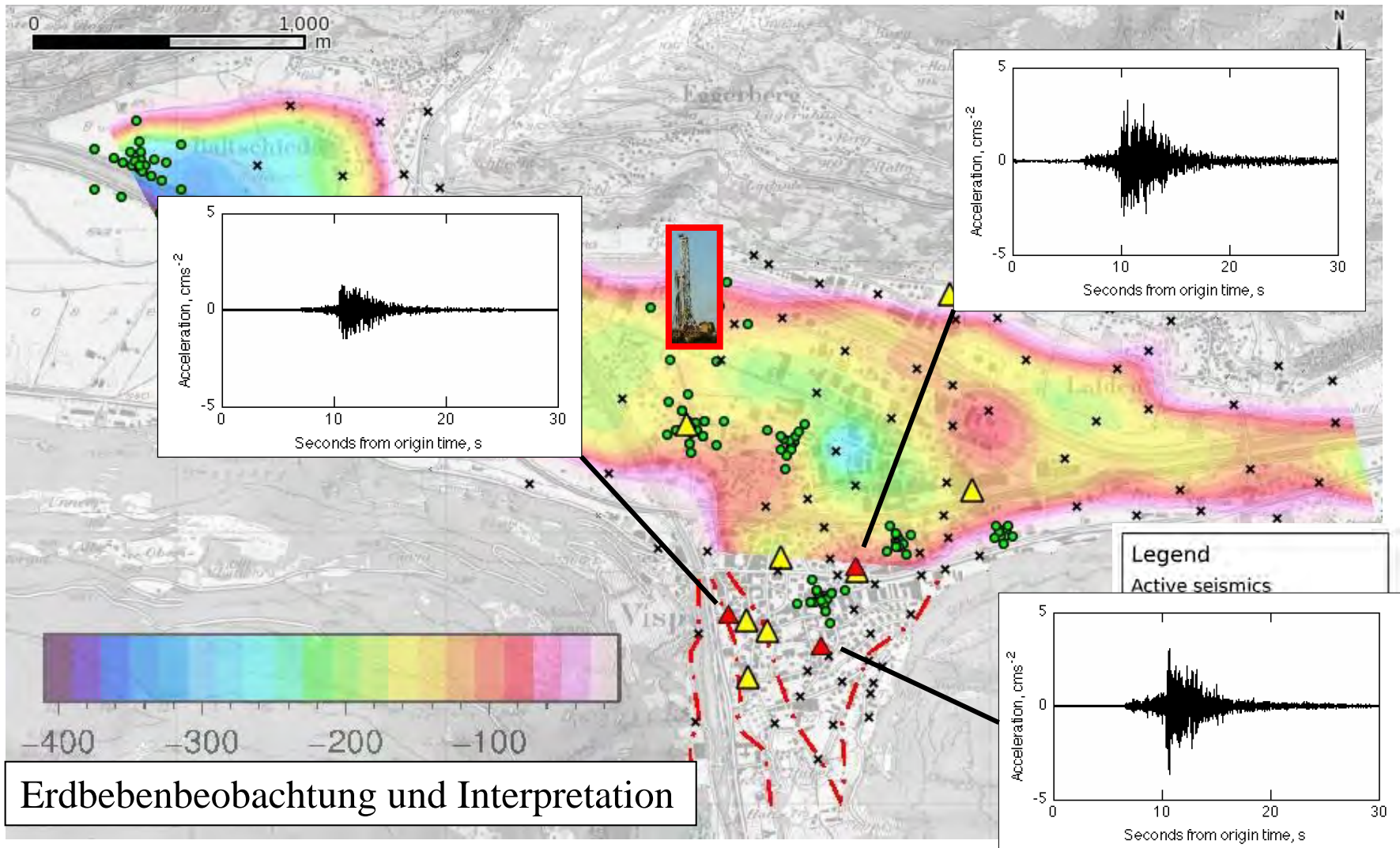
Messungen Visp



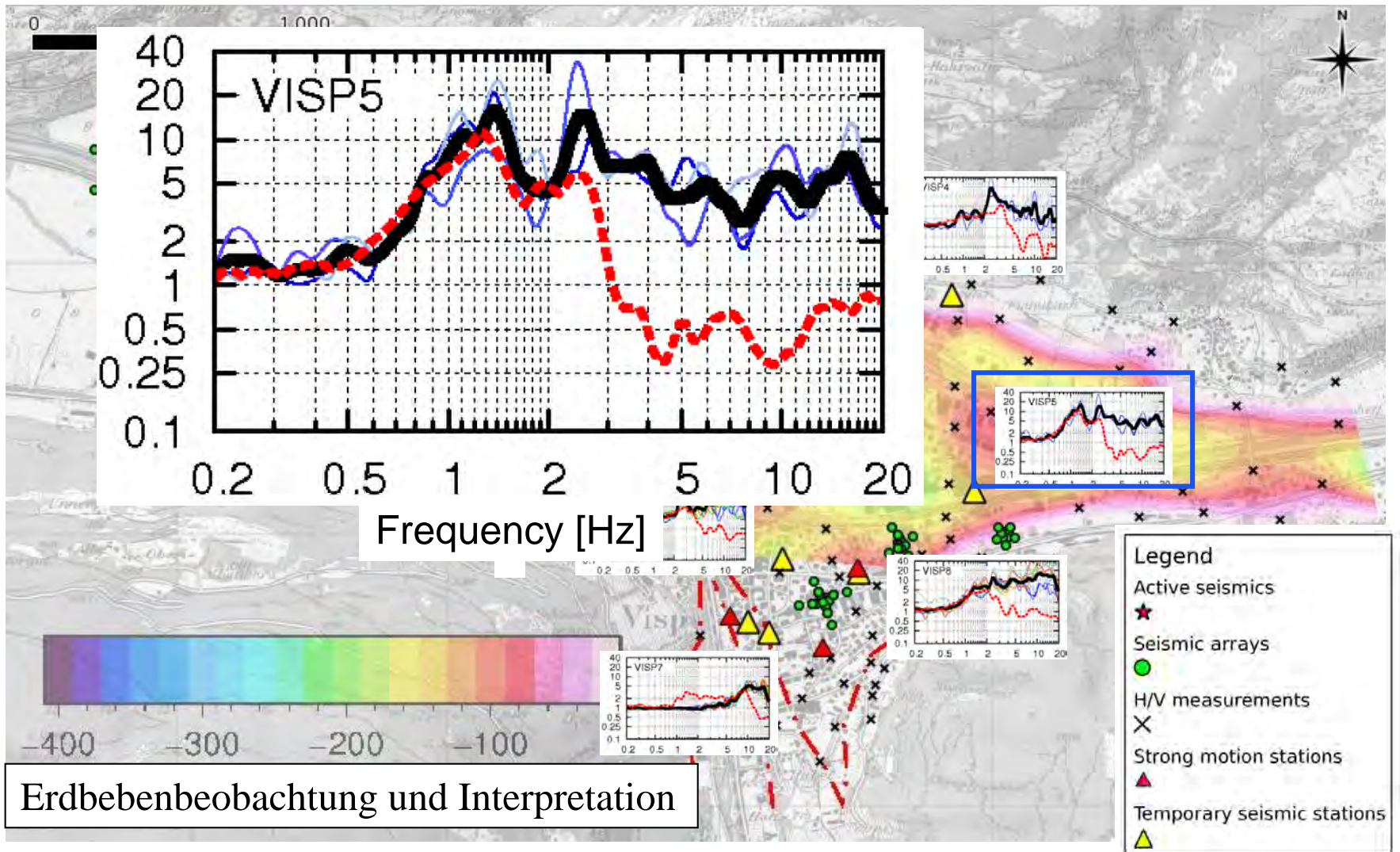
Entwicklung von Modellen durch Messungen



Entwicklung von Modellen durch Messungen

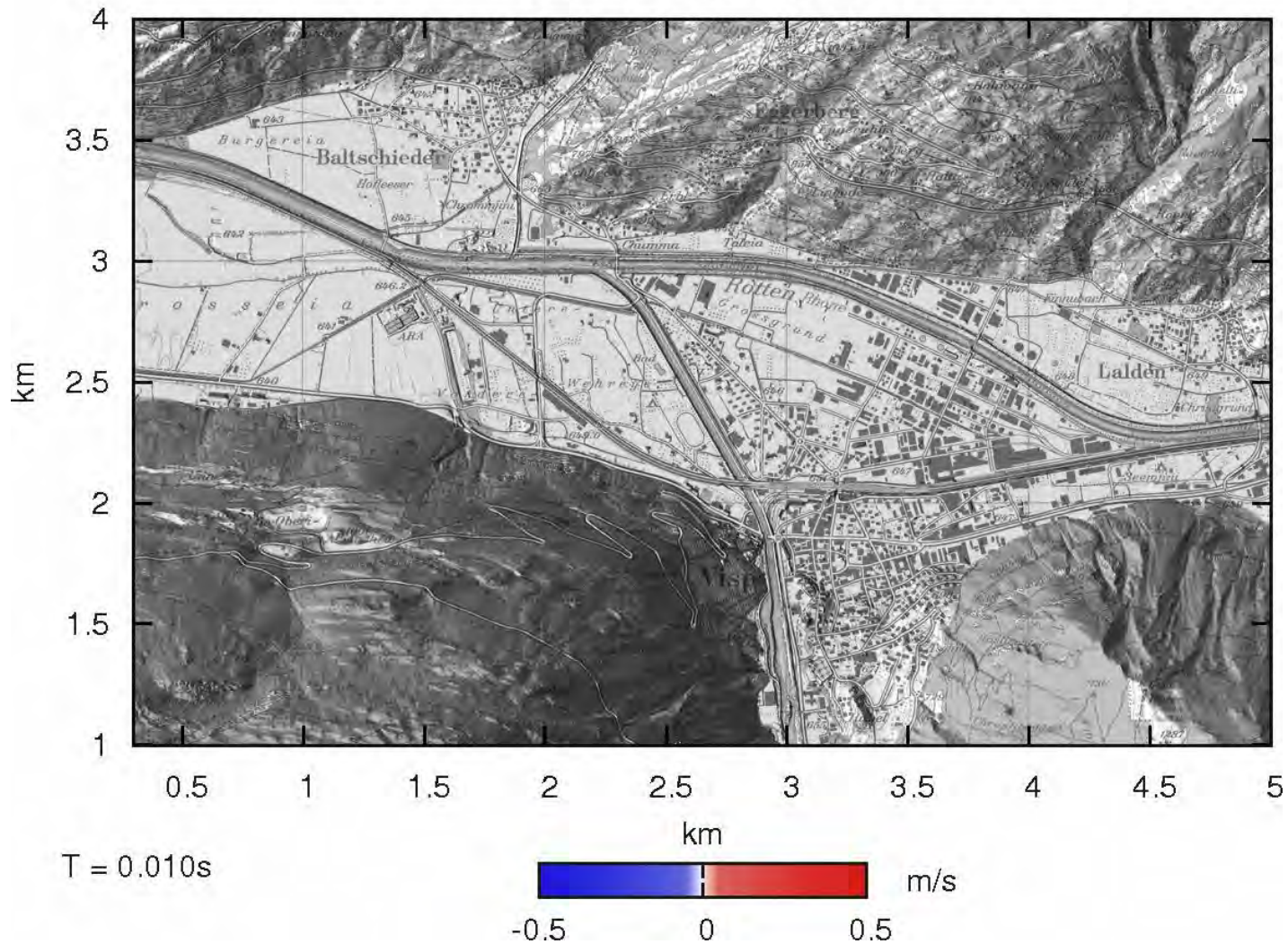


Erdbeben Beobachtung

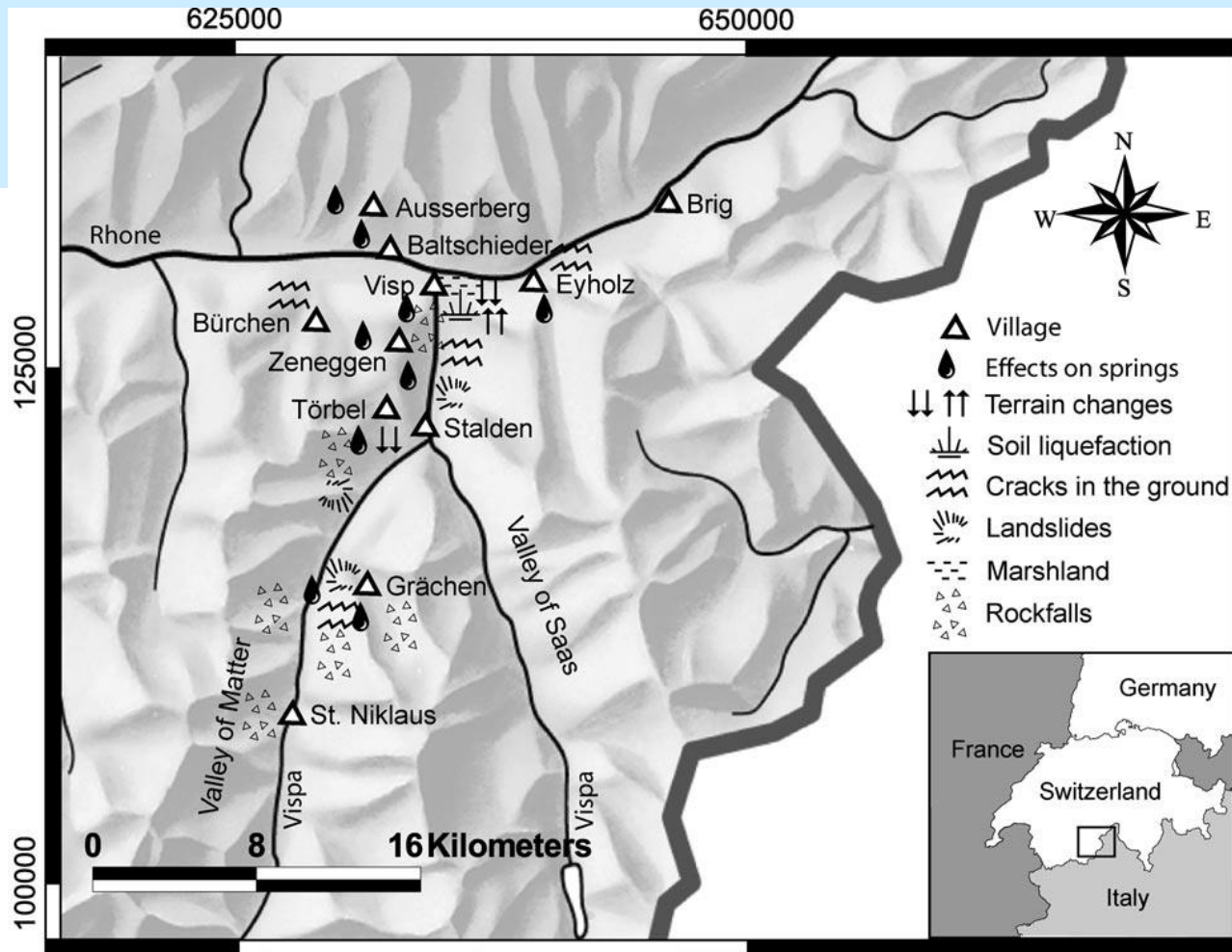


Numerische Modellierung

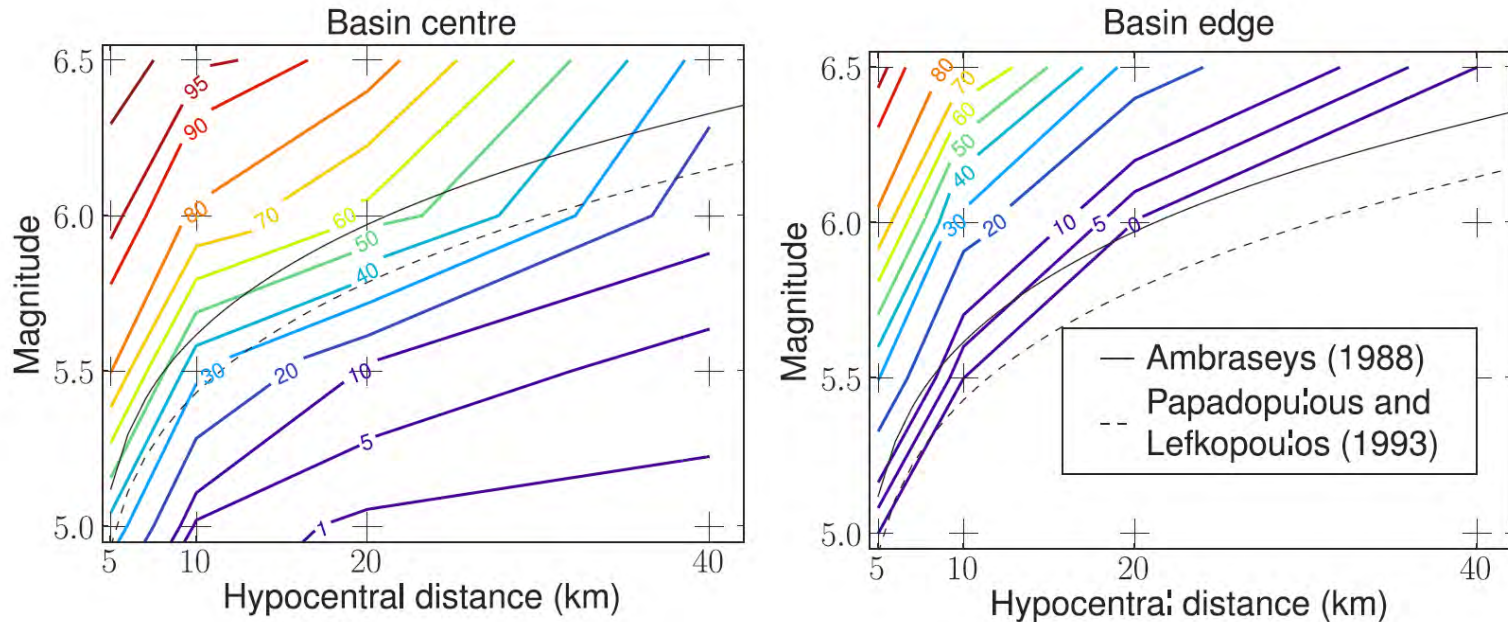
Visp M6.2, NS component



1855 Visp-Erdbeben: Erdbebeninduzierte Auswirkungen



Bodenverflüssigungspotential im Rhonetal

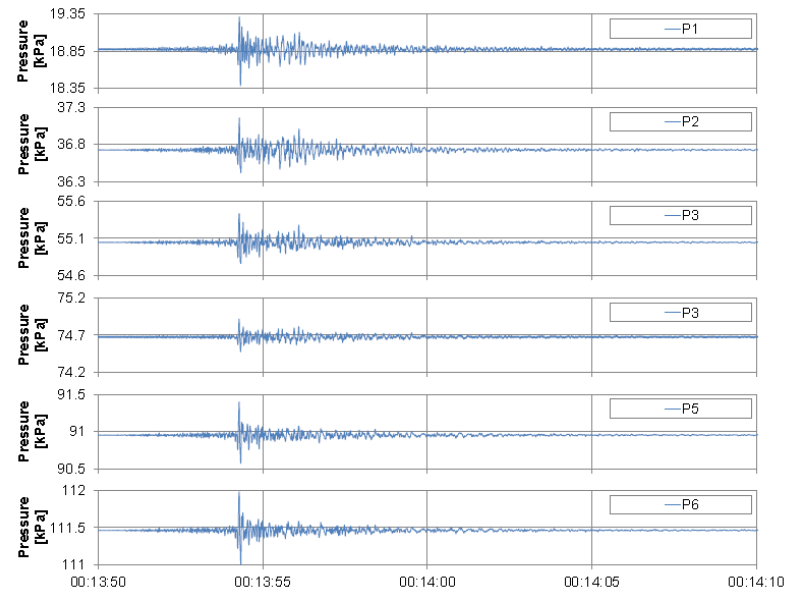
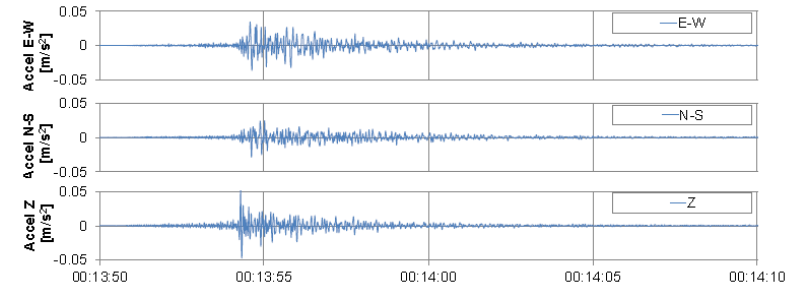
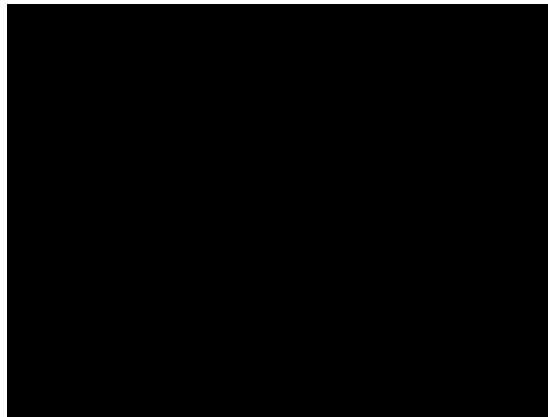
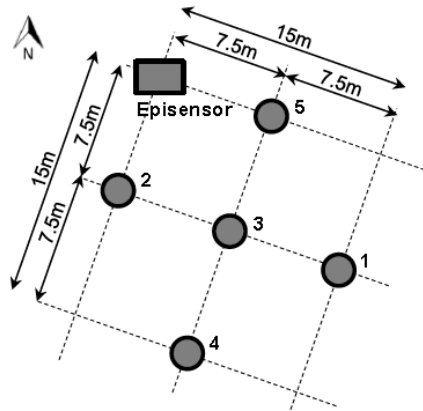


Untersuchungsziele:

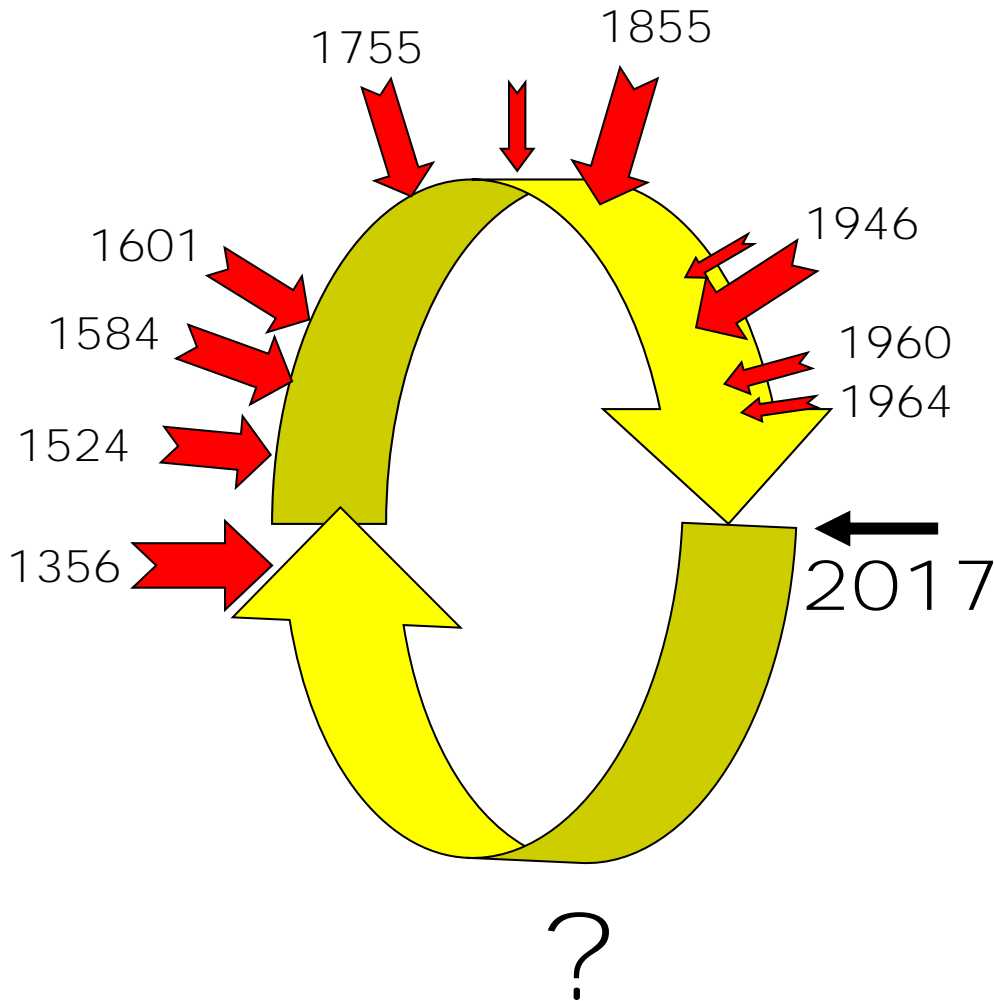
- Physik (realistische Modellierung)
- Instrumentierung eines Bohrlochs in Visp (Überprüfung)
- Räumliche Ausdehnung der Bodenverflüssigung
- Mögliche Auswirkungen

Bohrlochinstrumentierung in Visp

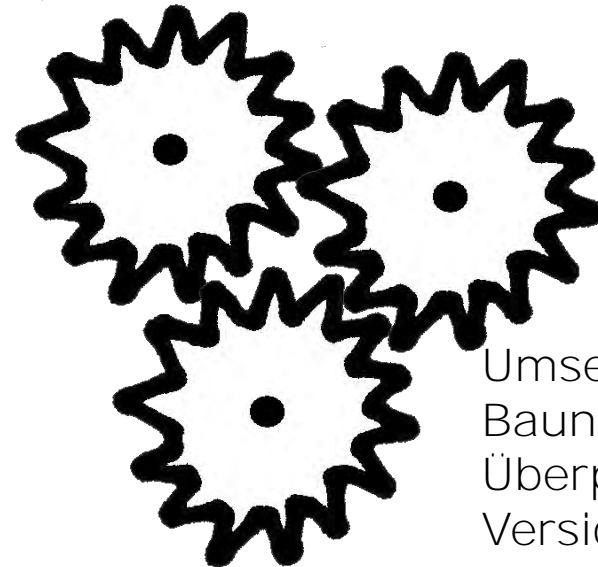
Borehole Number	Borehole depth	Borehole instrumentation
1	15 m	Strong-motion sensor
2	25 m	SAA
3	25 m	Multi-level piezometer
4	58 m	Strong-motion sensor
5	102 m	Strong-motion sensor



Erdbebenzyklus und Erdbebenvorsorge



Interdisziplinäre Forschung
Gefährdungsanalyse
Szenario Modellierung



Information

Umsetzung
Baunormen
Überprüfung
Versicherung