

Schweizerischer Erdbebendienst
Service Sismologique Suisse
Servizio Sismico Svizzero
Swiss Seismological Service

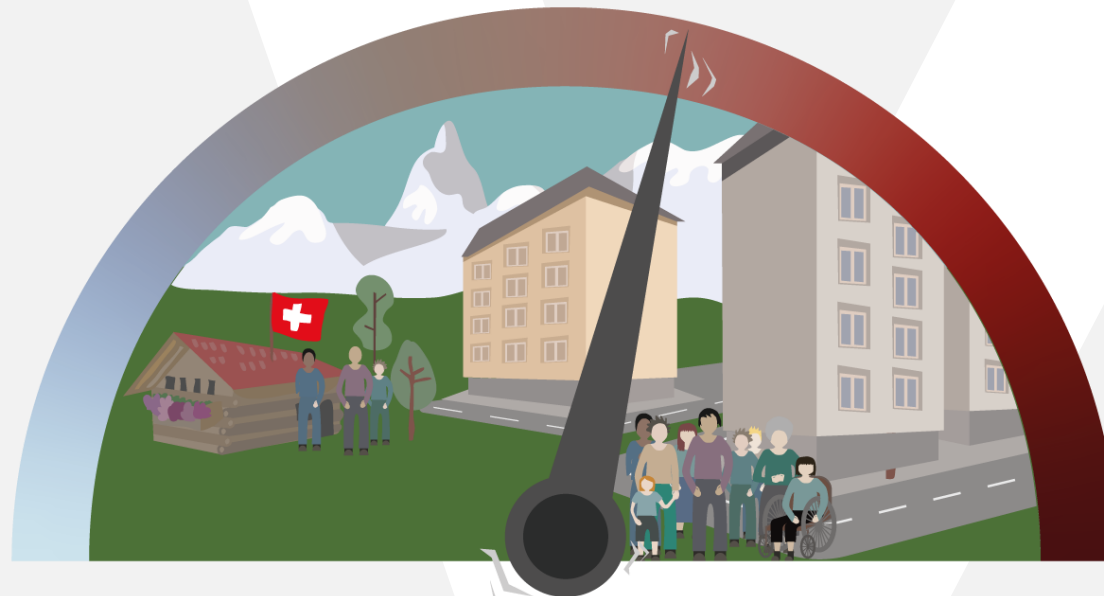
ETH zürich

Conoscere il rischio sismico in Svizzera

Il modello di rischio sismico e le principali conoscenze acquisite

Prof. Stefan Wiemer

Direttore del Servizio Sismico Svizzero (SED) con sede all'ETH di Zurigo



I terremoti possono essere letali

Tutti noi abbiamo ancora negli occhi le spaventose immagini di un mese fa provenienti da Siria e Turchia



Una magnitudo di 7.8 non sarà probabilmente mai raggiunta in Svizzera

Cosa succede in caso di un «tipico» terremoto in Svizzera?

Esempio: sisma di magnitudo 6.3 avvenuto a L'Aquila nel 2009



Crollo di edifici che hanno causato la morte o il ferimento di persone.



Elevati costi finanziari di ricostruzione e perdite economiche dovute alle interruzioni di servizio



308 morti



15 000 edifici danneggiati

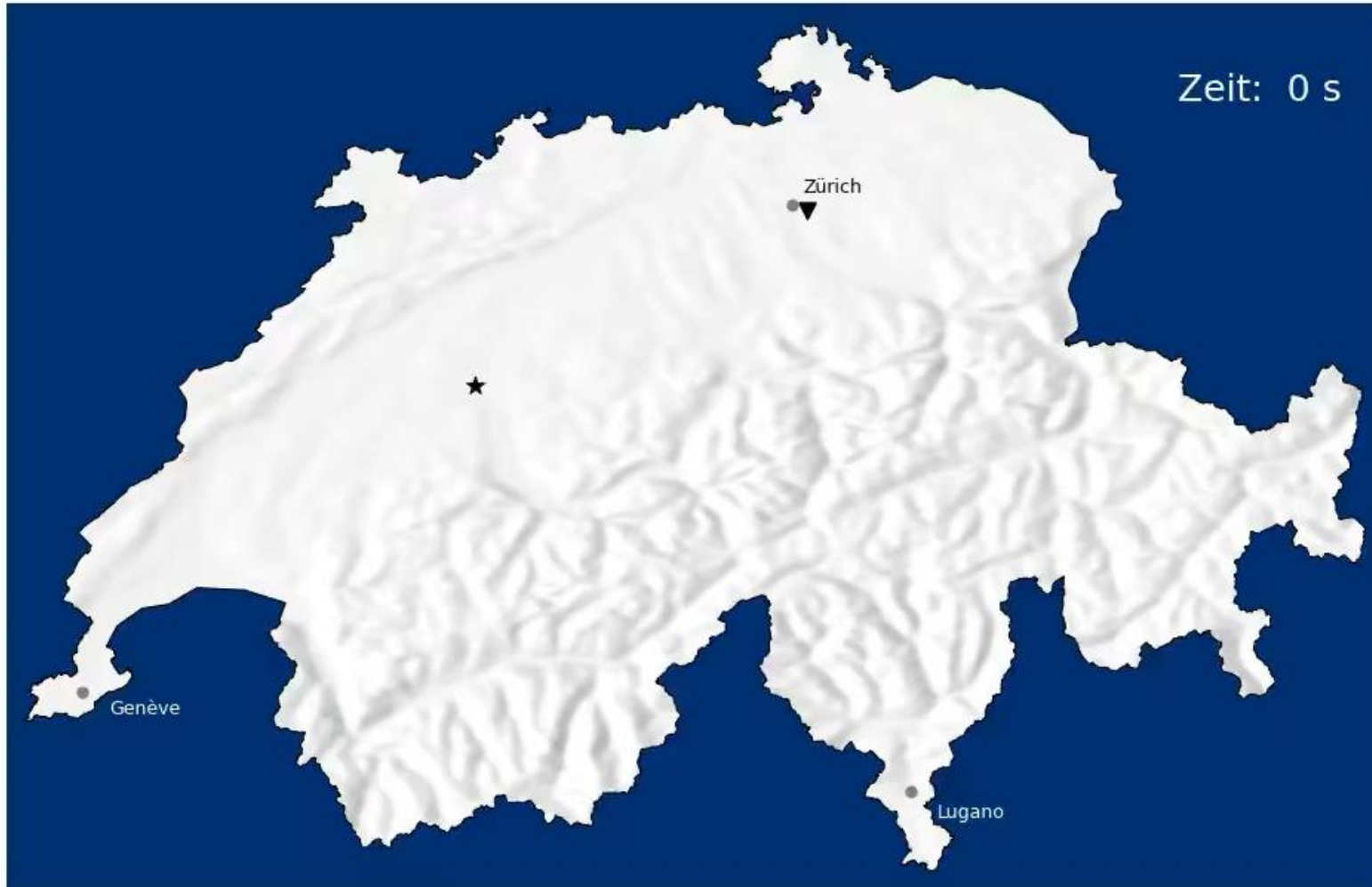


67 000 persone rimaste senza casa



Totale dei danni pari a circa **11 miliardi** di euro

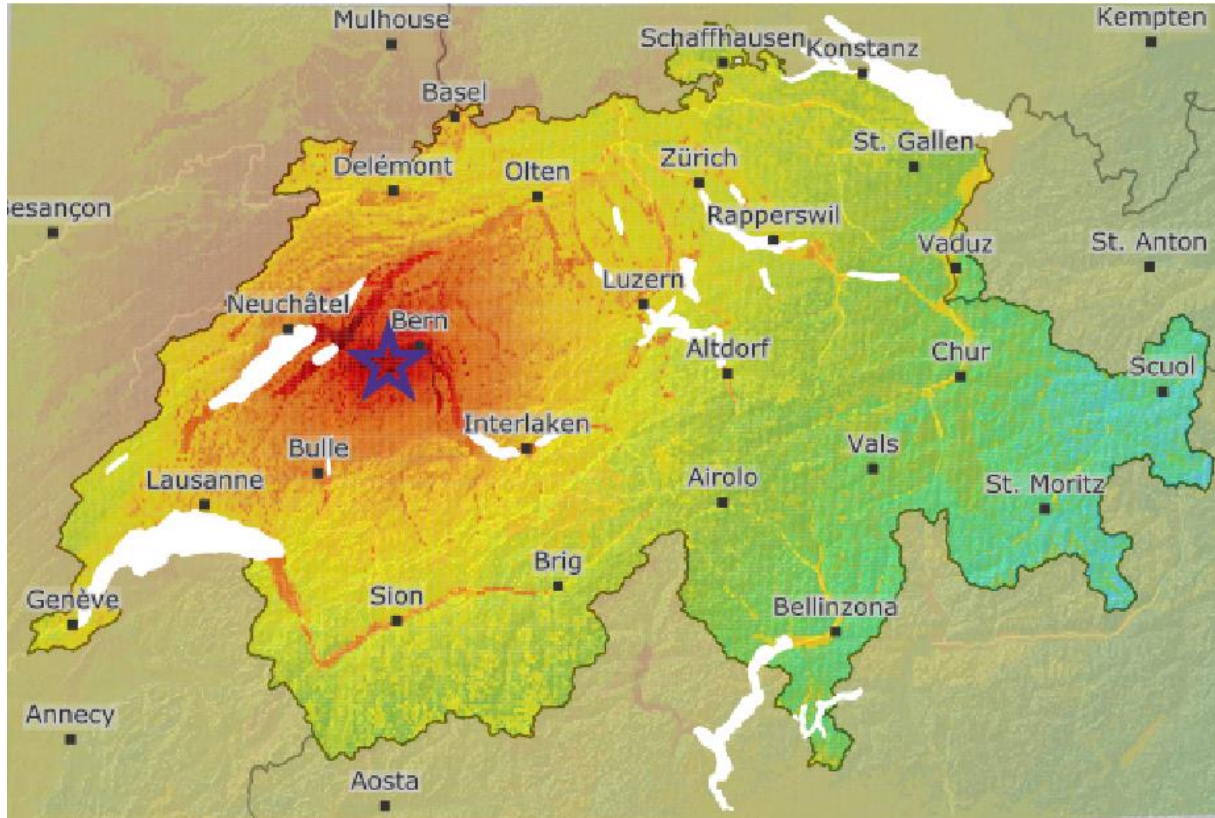
Cosa succederebbe se ora la terra tremasse qui da noi a Berna?



© Laura Ermert
Computation at CSCS (Piz Daint)
Amplifikation (0.5 Hz): Paulo Bergamo
P- and S- Geschwindigkeiten: Tobias Diehl
Momententensor: Maria Mesimeri

Il nuovo modello di rischio ci consente di effettuare una simulazione di quello che avverrebbe in Svizzera

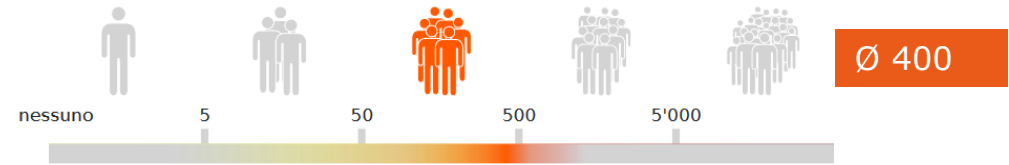
Esempio: conseguenze previste di un terremoto di magnitudo 6 a Berna



	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Intensità	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Impatto	avvertito raramente	debole	ampiamente rilevato	forte	leggermente dannoso	dannoso	fortemente dannoso	distruttivo

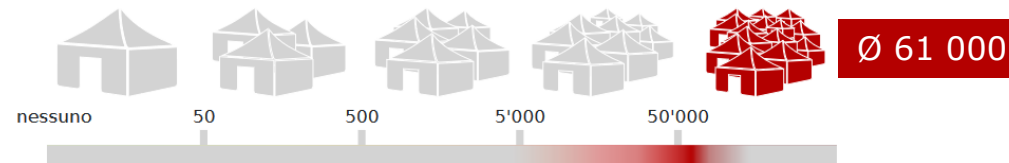
Numero di vittime in Svizzera

Molto probabilmente il numero di vittime si colloca nell'intervallo evidenziato.



Numero di sfollati in Svizzera

Molto probabilmente il numero di sfollati si colloca nell'intervallo evidenziato.



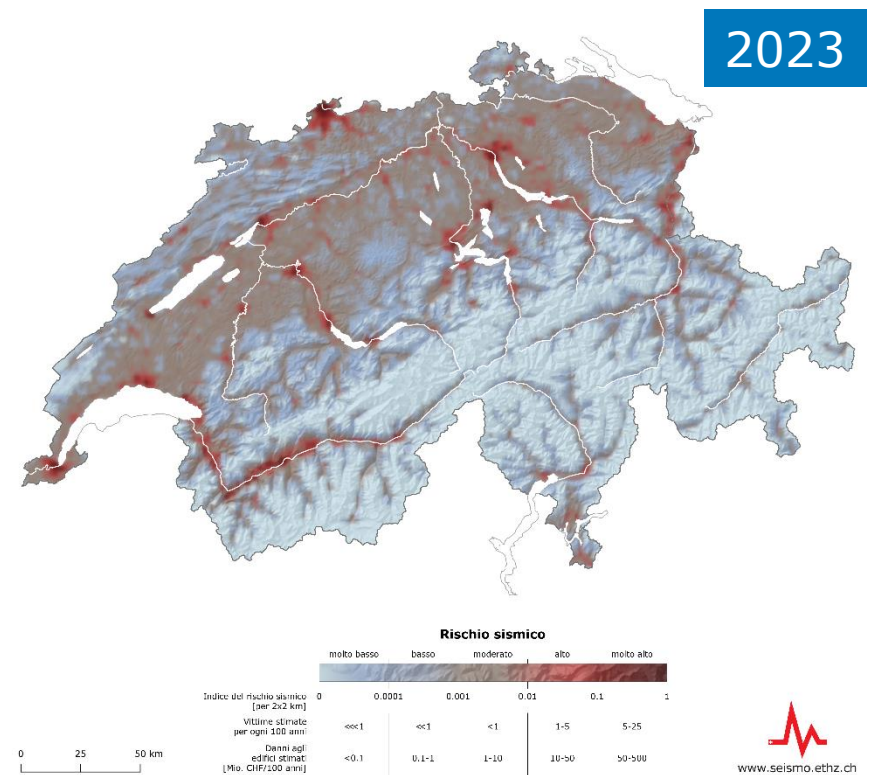
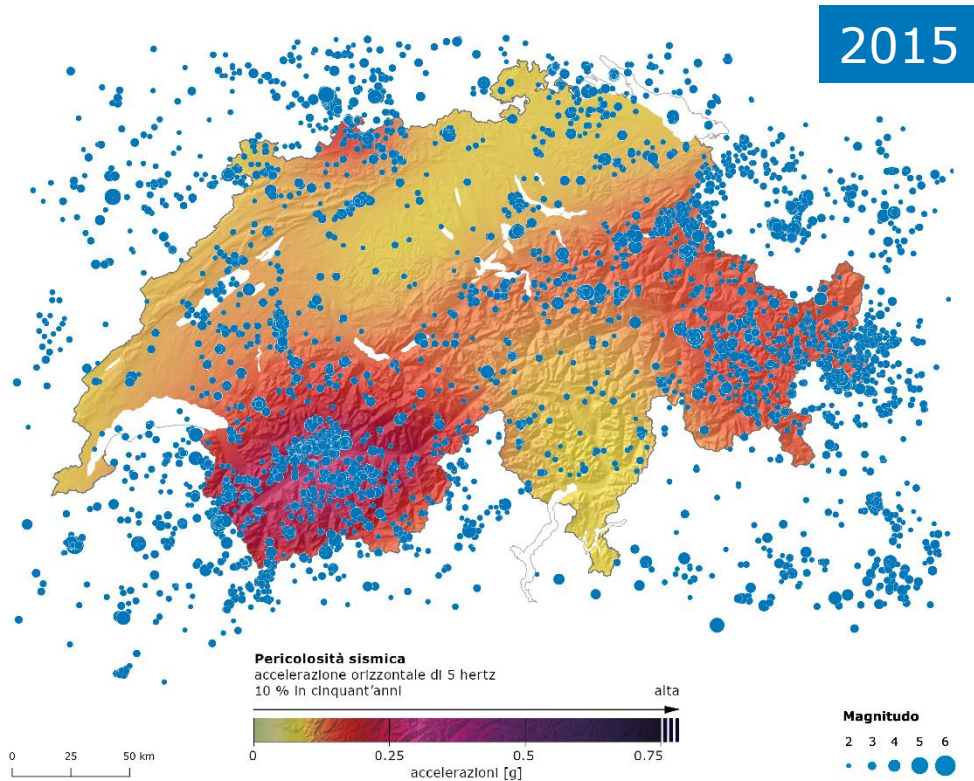
Costi dei danni agli edifici in Svizzera

Molto probabilmente i costi dei danni agli edifici si collocano nell'intervallo evidenziato.



Dalla pericolosità sismica

al rischio sismico



La pericolosità sismica descrive la frequenza e l'intensità con cui la terra potrebbe tremare in futuro in un determinato luogo.

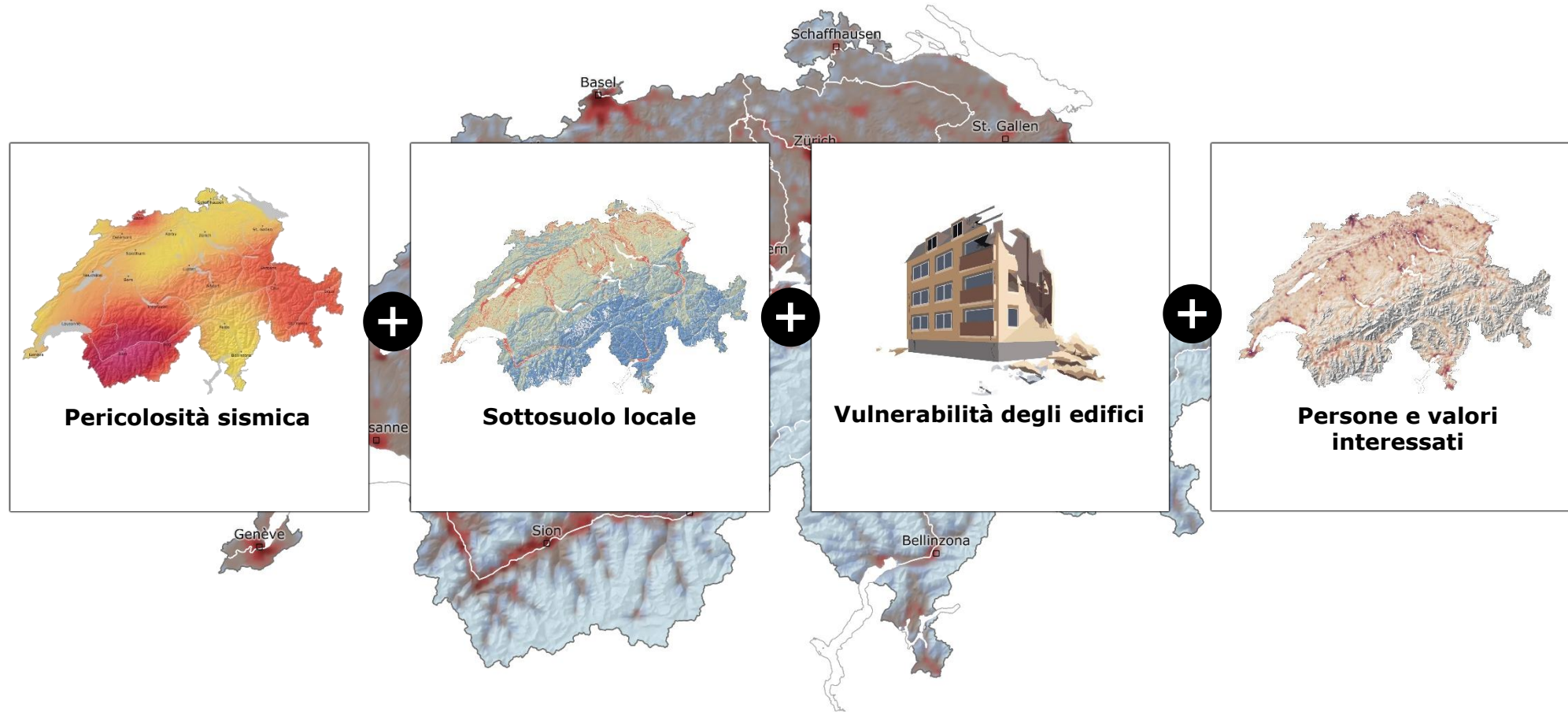
Il rischio sismico descrive le possibili conseguenze dei terremoti su persone ed edifici, nonché le corrispondenti perdite economiche.

Cos'è in realtà il «rischio»?

- **Il rischio ha molte dimensioni:** (Wikipedia: «*il rischio sismico è stato definito [...] come le conseguenze di un potenziale danno economico, sociale ed ambientale derivante da eventi sismici pericolosi che possono occorrere su un certo territorio in un dato periodo di tempo*»)
 - Il rischio personale di un individuo di morire, subire lesioni o perdere temporaneamente la casa a causa di un terremoto.
 - Il rischio di registrare un certo grado di danneggiamento di un edificio in un periodo di tempo dato.
 - Il rischio finanziario di un proprietario di abitazione di subire un danno sismico l'anno successivo.
 - Il danno finanziario cumulativo calcolato per un Comune, un chilometro quadrato, un Cantone, la Svizzera o un parco immobiliare.
 - Il rischio cumulativo di morti, feriti o sfollati registrati in un Comune, in un Cantone o in Svizzera.
 - Ecc.
- Grazie al modello ERM-CH23 tutti questi calcoli sono ora possibili.



Che cos'è il rischio sismico?



Le peculiarità esclusive del modello di rischio sismico per la Svizzera

- Pubblicamente accessibili, Open Access, Open Source, trasparente, documentato e riproducibile (con determinate limitazioni)
 - Coerente con il modello di pericolosità nazionale
 - Fondato su basi di dati sostanzialmente migliorate e a maggiore risoluzione per quanto riguarda sottosuolo locale, valori interessati e vulnerabilità
 - Corrisponde allo stato della tecnica e della ricerca; quantificazione ottimizzata delle incertezze rispetto ai modelli commerciali
 - Previsti regolari aggiornamenti e sviluppi
 - Informazioni complete e pubblicamente accessibili sui risultati, adeguate ai diversi gruppi di destinatari
- Ad oggi solo pochi Paesi al mondo dispongono di un modello di rischio sismico altrettanto dettagliato pubblicamente accessibile.



Numerosi vantaggi e utenti

- Il modello di rischio sismico della Svizzera consente per la prima volta di quantificare gli effetti previsti su persone ed edifici, nonché le corrispondenti perdite economiche.
- Ampio spettro di possibilità di applicazione e uso a beneficio di autorità, popolazione ed economia

Prevenzione sismica



Gestione degli eventi



Analisi dei rischi



Sensibilizzazione



- Esempi di utilizzo
 - Stime rapide dei danni
 - Valutazioni dei rischi per parchi immobiliari o diversi intervalli di tempo
 - Base per confronti dei rischi, per es. con altri pericoli naturali

→ Una migliore prevenzione e gestione dei sismi è un compito che riguarda l'intera società!

→ Obiettivo e sfide: predisporre basi per prendere decisioni informate.

Il modello: incertezze e validazione

Grandi incertezze del modello



- Dove si verifica esattamente un sisma?
- In che modo avviene esattamente la rottura della faglia?
- Come avvengono esattamente la deamplificazione e l'amplificazione a livello locale?
- Come reagiscono esattamente gli edifici?

La sfida della validazione del modello



- Finora in Svizzera ci sono stati solo pochi forti terremoti
- Le conoscenze relative ad altri Paesi sono applicabili solo in misura limitata (costruzioni)
- Anche l'assenza di danni costituisce un'informazione importante
- Sviluppo del modello con l'assistenza di esperti esterni
- Revisione specialistica

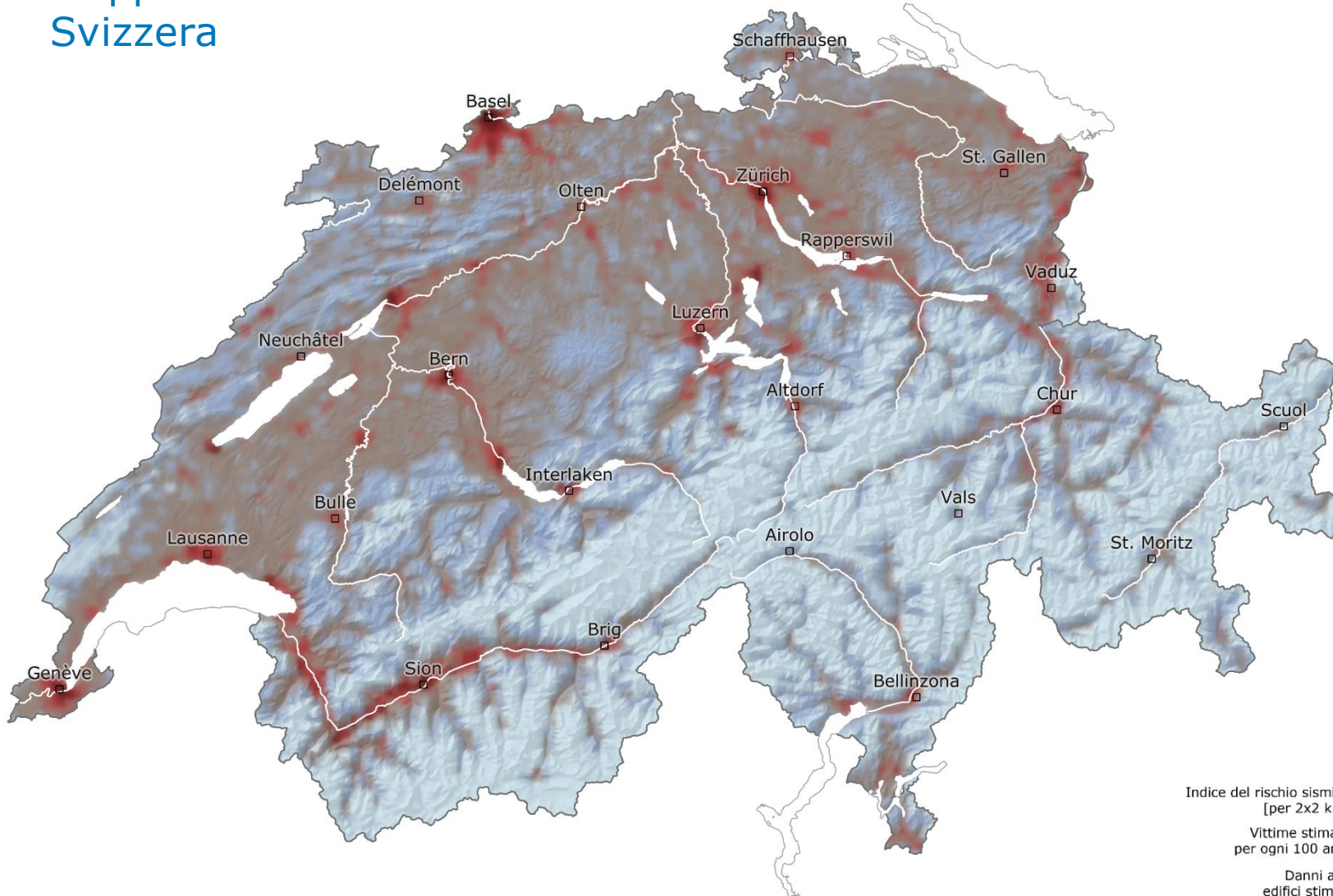
Il modello non considera



- Effetti dei terremoti su un edificio specifico
- Ripercussioni sulle infrastrutture e conseguenze di eventi secondari (per es. frane o incendi)
- Perdite economiche (per es. interruzioni di servizio)
- Conseguenze sociali (per es. trasferimenti)

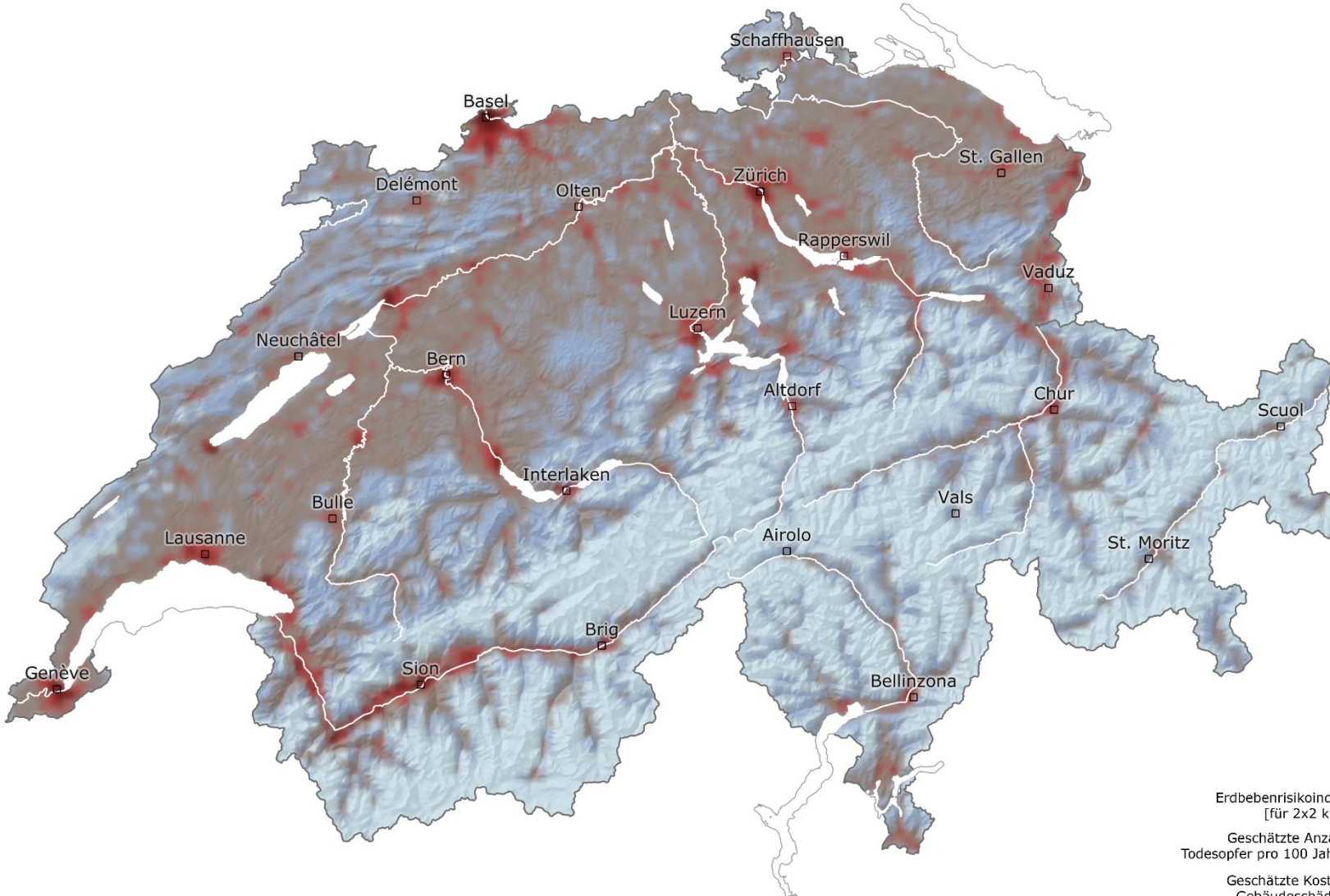
Mappa del rischio sismico in Svizzera

La mappa del rischio sismico si basa su un indice che combina il numero previsto di morti con le perdite economiche stimate sulla base dei danni agli edifici.



Il rischio è soggetto a una forte variazione spaziale

Il rischio di morire a causa di un terremoto in un «buon» edificio costruito su sottosuolo stabile in una regione con una bassa pericolosità è fino a 500 000 volte inferiore rispetto a quello corrispondente a un «pessimo» edificio che poggia su sedimenti soffici in una regione caratterizzata da un'elevata pericolosità.

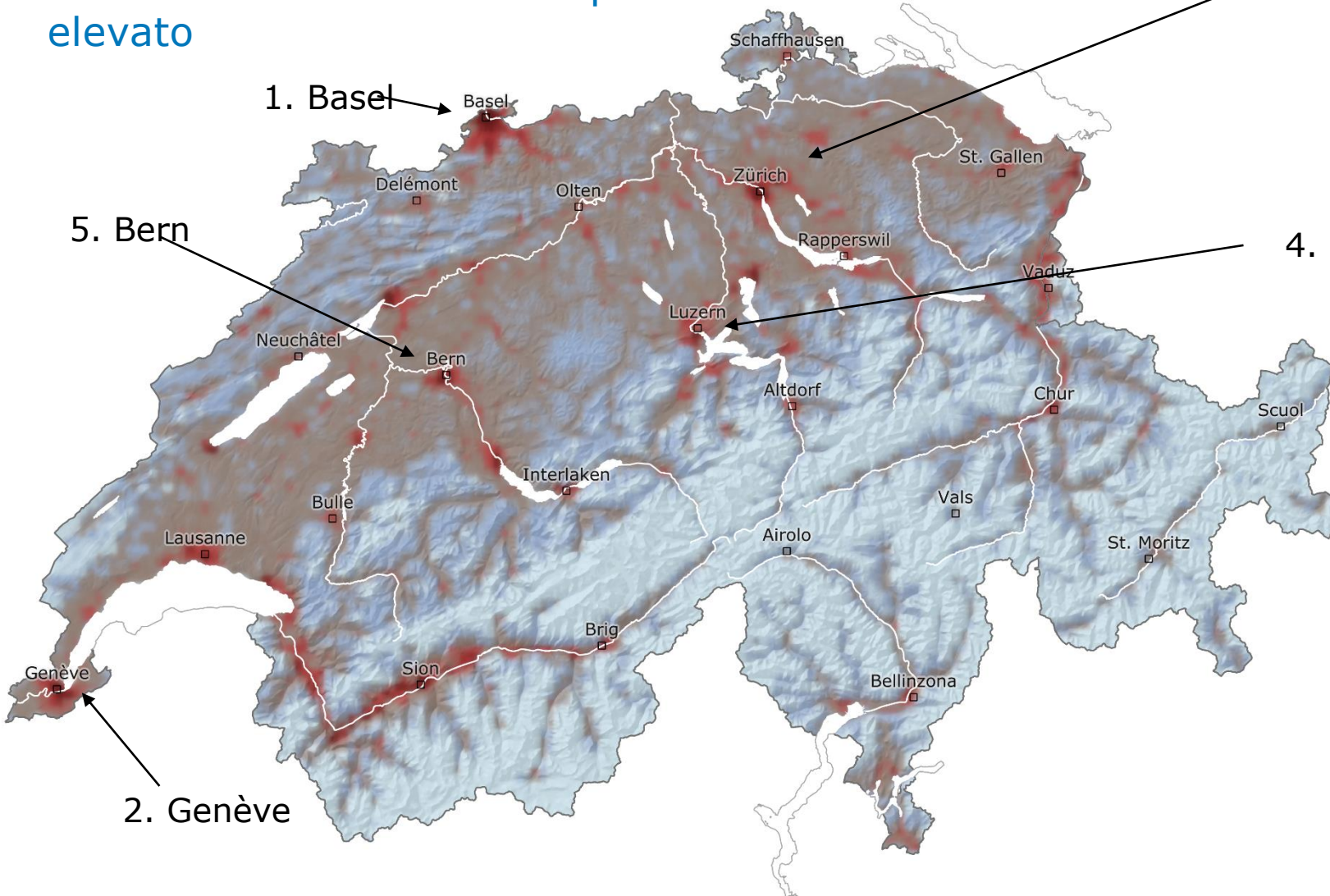


Fattore 10 000



	Erdbebenrisiko					
	sehr tief	tief	moderat	hoch	sehr hoch	
Erdbebenrisikoindex [für 2x2 km]	0	0.0001	0.001	0.01	0.1	1
Geschätzte Anzahl Todesopfer pro 100 Jahre	<<<1	<<1	<1	1-5	5-25	
Geschätzte Kosten Gebäudeschäden [Mio. CHF/100 Jahre]	<0.1	0.1-1	1-10	10-50	50-500	

Città con il rischio sismico più elevato



3. Zürich

4. Luzern

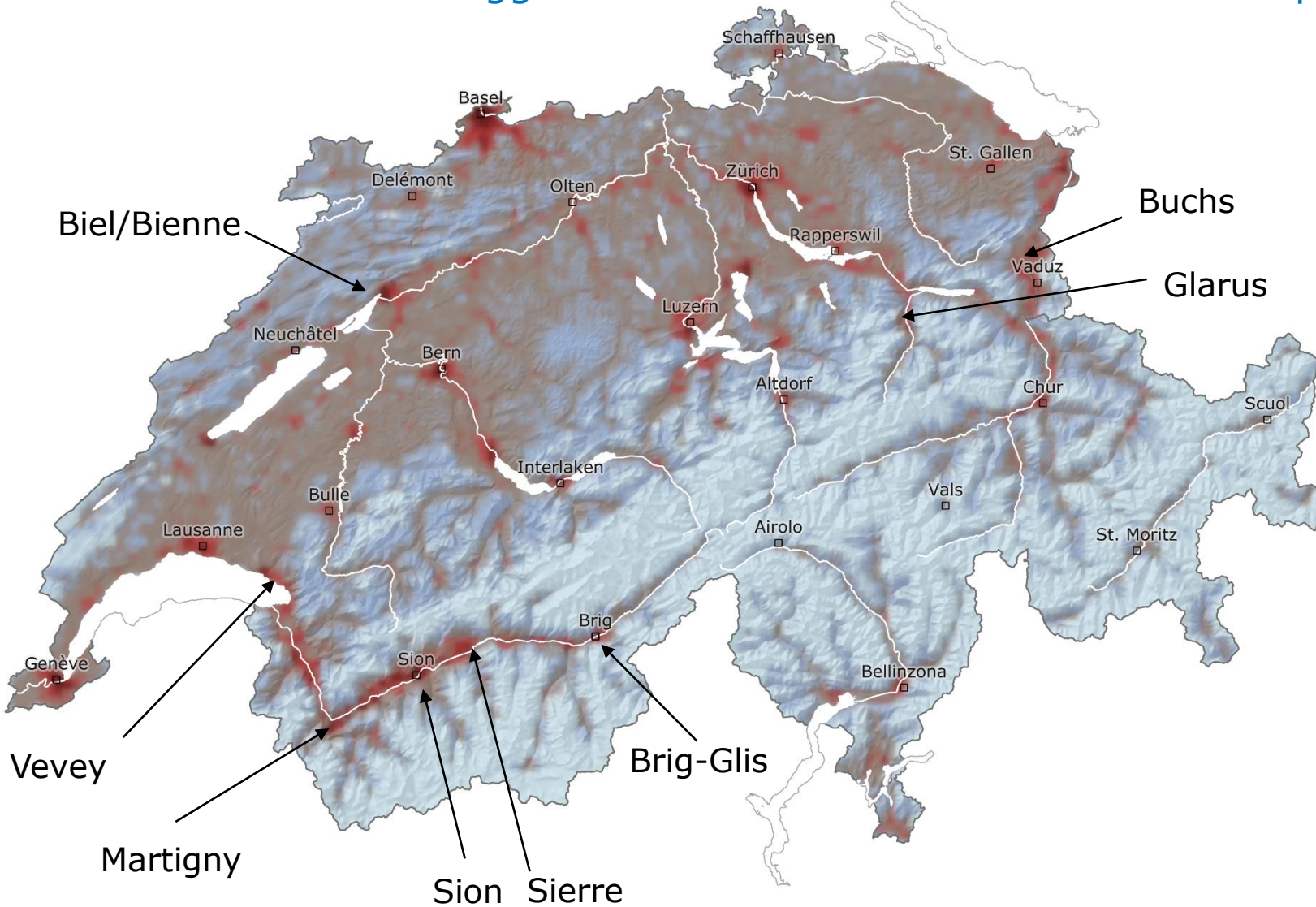
Sono interessate soprattutto le regioni in cui alla pericolosità sismica si sommano molte persone ed edifici vulnerabili su un sottosuolo soffice sfavorevole.

5. Bern

1. Basel

2. Genève

Città con il rischio maggiore in relazione alle dimensioni della popolazione



Anche una regione poco popolata può essere fortemente colpita dalle conseguenze di una scossa. Tuttavia, i danni complessivi sono inferiori rispetto alle località maggiori.

Sintesi: il rischio sismico in Svizzera

Il rischio non è distribuito uniformemente nel tempo, ma è dominato da rari terremoti catastrofici.

Conseguenze stimate per un periodo di cento anni:



da 150 a 1600
morti

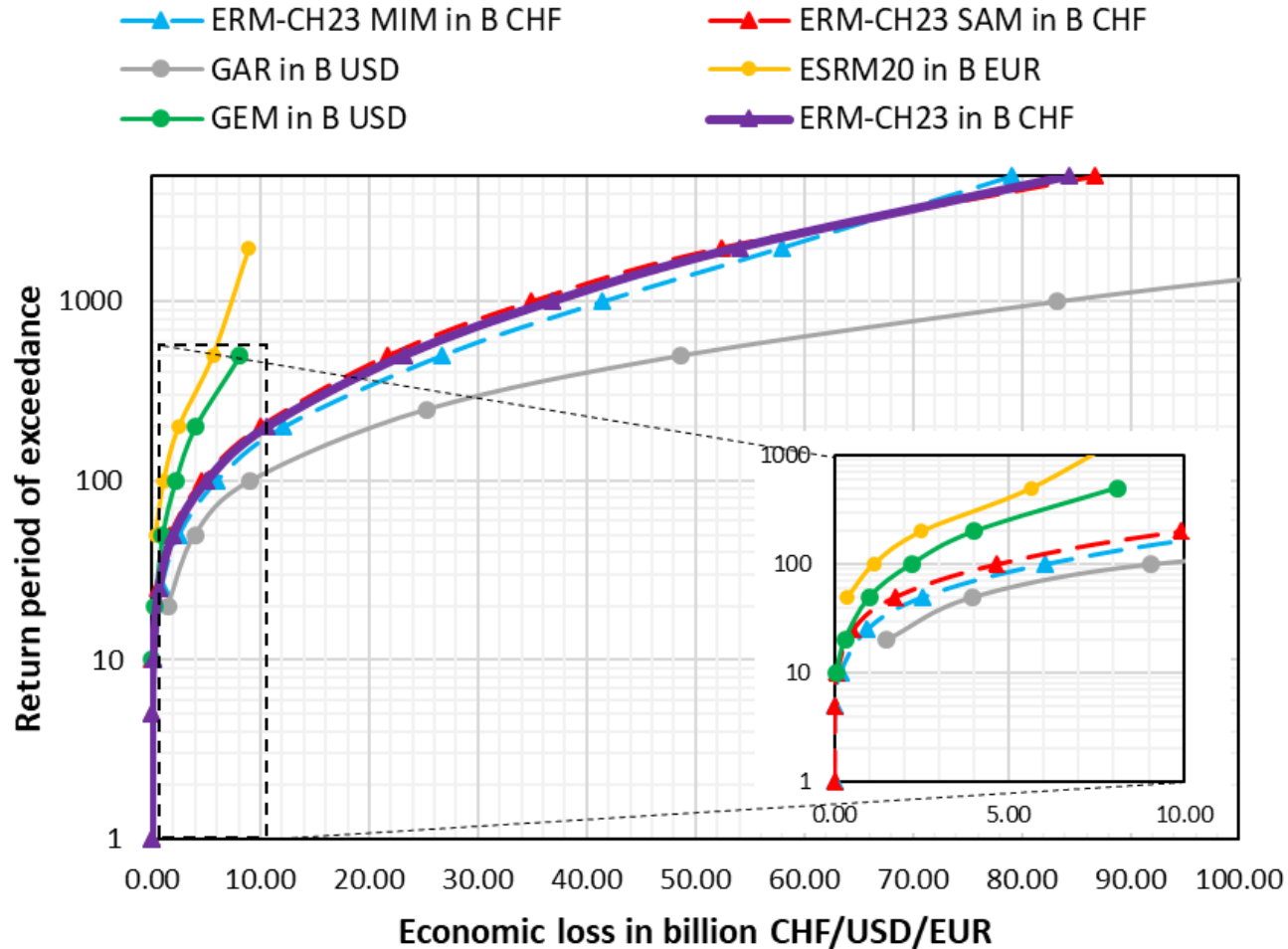


da 40 000 a 175 000 sfollati sul
breve o anche sul lungo periodo



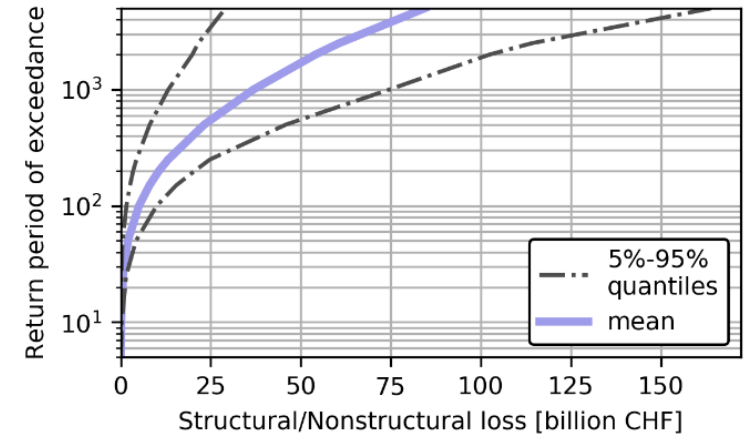
da 11 a 44 miliardi di CHF
di danni agli edifici e ai beni in essi
contenuti

Curve probabilistiche di rischio – Confronto con altri modelli

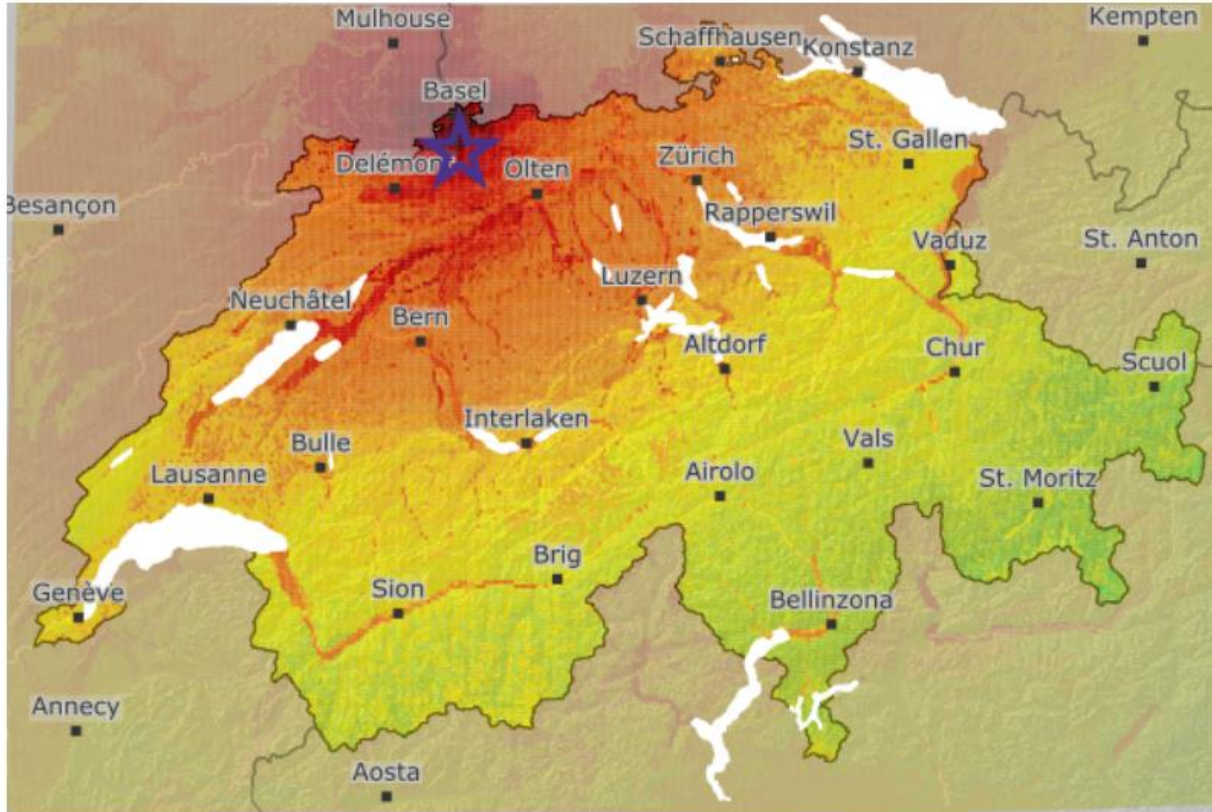










→ Gli eventi rari sono estremamente dannosi

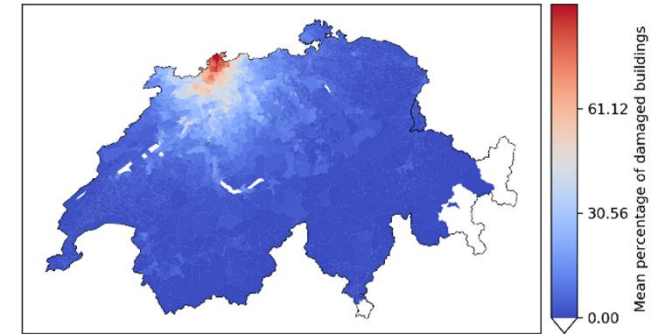
→ Le incertezze sono notevoli



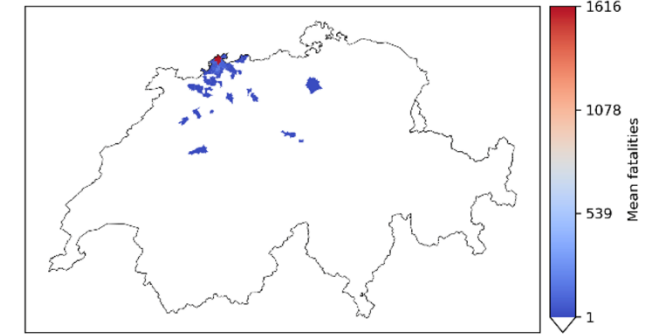
Scenari: Basilea Mw 6.6



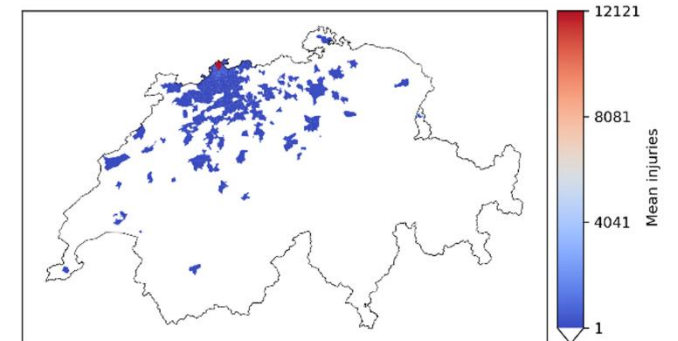
								
Intensität	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Auswirkungen	kaum bemerkbar	schwach verspürt	deutlich verspürt	stark verspürt	leichte Gebäudeschäden	Gebäudeschäden	schwere Gebäudeschäden	zerstörend



Damage ratio



Fatalities

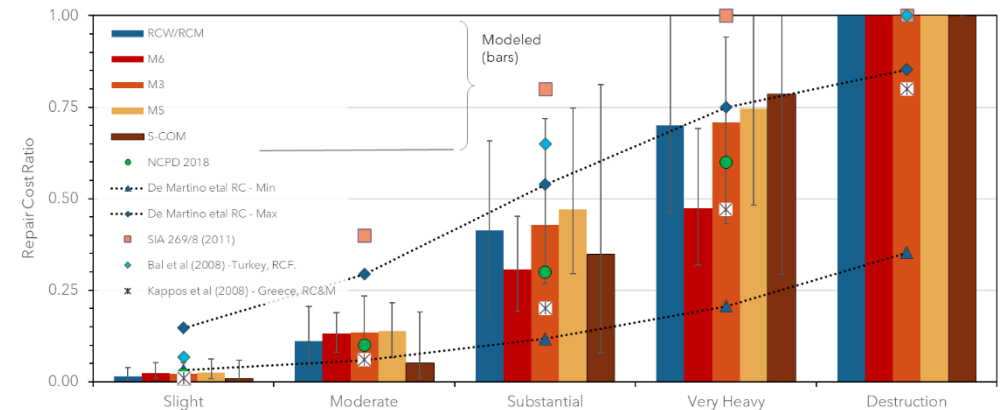
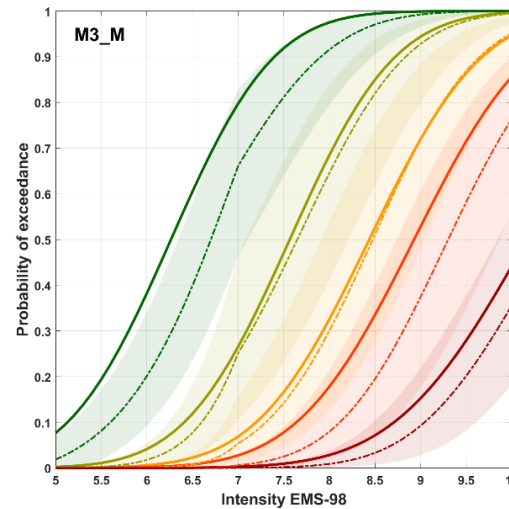
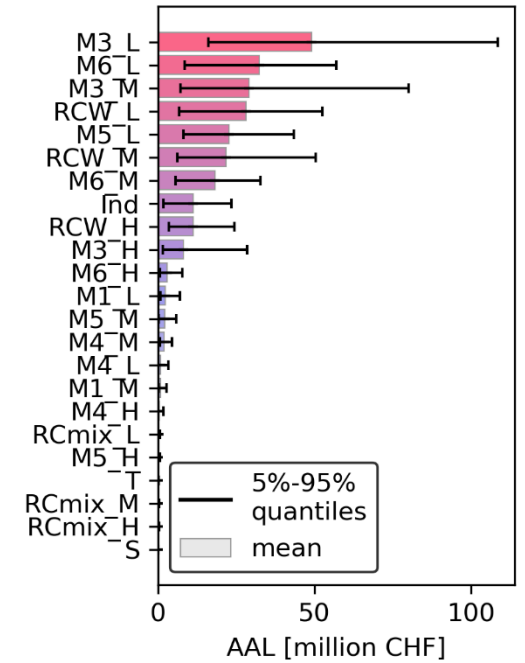
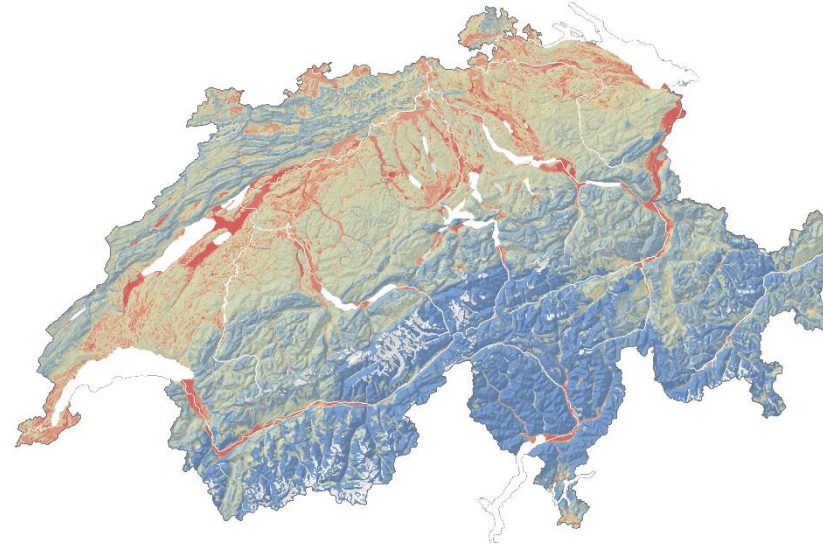
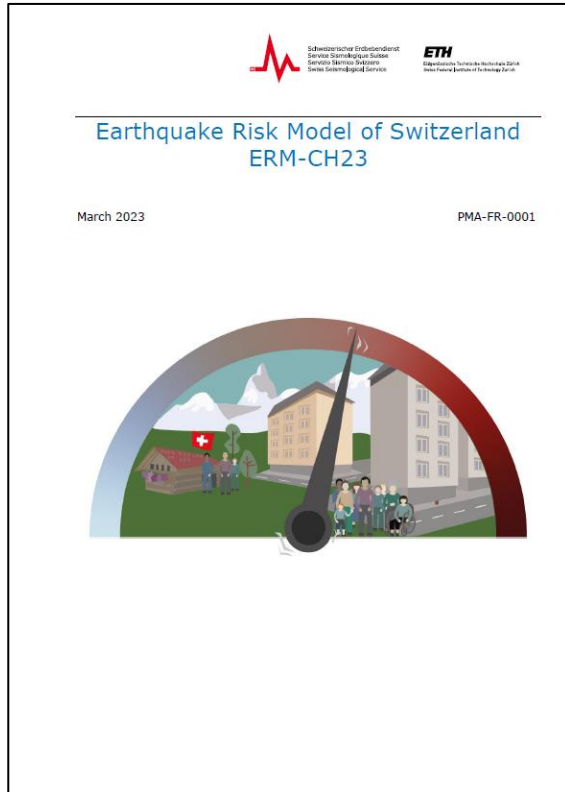


Injuries

Cosa succedrebbe se... Scenari basati su terremoti storici

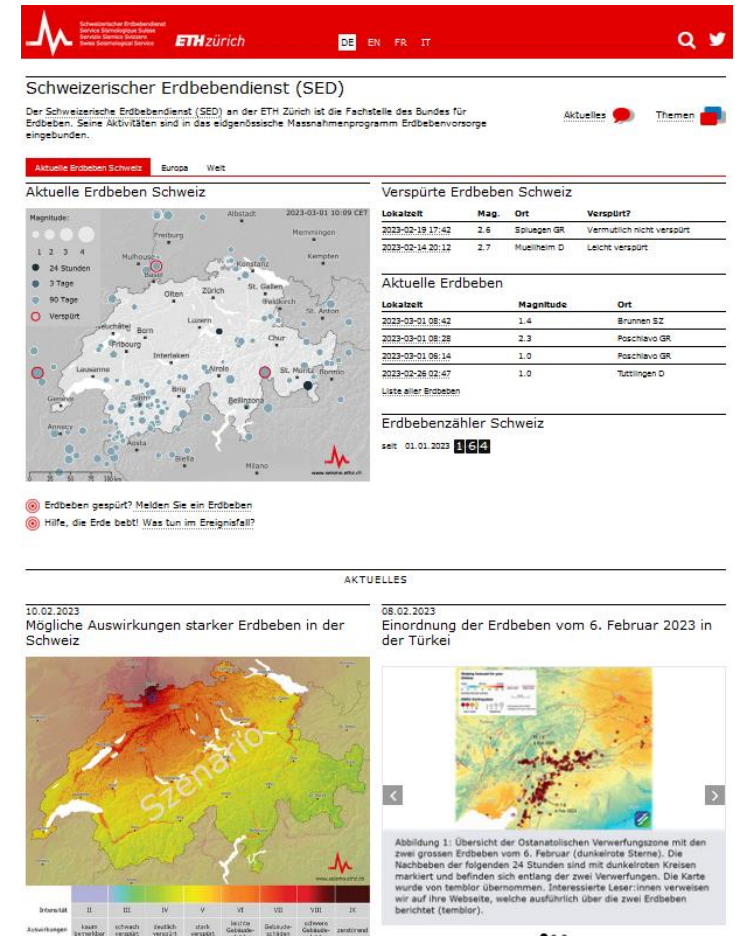
Scenario	Danni agli edifici	Vittime	Feriti	Sfollati
1584 Aigle Mw 5.9	7,0 miliardi di CHF	300	20 000	30 000
1774 Altdorf Mw 5.7	2,0 miliardi di CHF	60	500	9 000
1524 Ardon Mw 5.8	3,5 miliardi di CHF	100	800	14 000
1356 Basilea Mw 6.6	45 miliardi di CHF	3000	21 000	200 000
1755 Briga-Glis Mw 5.7	1,5 miliardi di CHF	50	300	5000
1295 Churwalden Mw 6.2	6 miliardi di CHF	300	2000	22 000
1622 Ftan Mw 5.4	105 milioni di CHF	0	10	200
1946 Sierre Mw 5.8	2,4 miliardi di CHF	40	300	9000
1855 Stalden-Visp Mw 6.2	5,5 miliardi di CHF	150	1000	20 000
1601 Unterwalden Mw 5.9	12 miliardi di CHF	550	3800	50 000

Tutto questo... e molto altro lo trovate nella relazione tecnica



Previsioni

- Il prossimo grande terremoto arriverà: il modello di rischio sismico fornisce basi importanti per essere meglio preparati ad affrontarlo.
- Sviluppi
 - Ridurre le incertezze per migliorare l'output del modello
 - Insiemi di dati migliorati
 - Pubblicazione di una versione aggiornata ogni volta che le base subiscono modifiche rilevanti
 - Corsi di formazione
- Futuro a medio termine (2027+)
 - La prossima generazione dei modelli di pericolosità e rischio della Svizzera si baserà maggiormente su approcci fondati su simulazioni, modellazioni fisiche e apprendimento automatico.



Schweizerischer Erdbebendienst (SED)
 Der Schweizerische Erdbebendienst (SED) an der ETH Zürich ist die Fachstelle des Bundes für Erdbeben. Seine Aktivitäten sind in das eidgenössische Massnahmenprogramm Erdbebenvorsorge eingebunden.

Aktuelle Erdbeben Schweiz

Verspürte Erdbeben Schweiz

Lokalzeit	Mag.	Ort	Verspürt?
2023-02-19 17:42	2.6	Spiez/GR	Vermutlich nicht verspürt
2023-02-14 20:12	2.7	Huelheim/D	Leicht verspürt

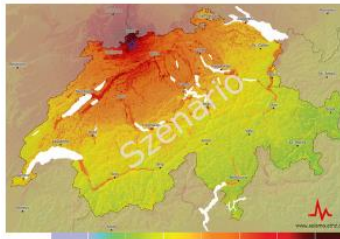
Aktuelle Erdbeben

Lokalzeit	Magnitude	Ort
2023-03-01 08:42	1.4	Brunnen/SZ
2023-03-01 08:28	2.3	Poschiavo/GR
2023-03-01 08:14	1.0	Poschiavo/GR
2023-02-28 02:47	1.0	Tuttlingen/D

Erdbebenzähler Schweiz
 seit 01.01.2023 **164**

AKTUELLES

10.03.2023
 Mögliche Auswirkungen starker Erdbeben in der Schweiz



08.03.2023
 Einordnung der Erdbeben vom 6. Februar 2023 in der Türkei

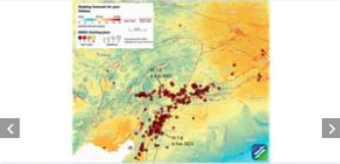


Abbildung 1: Übersicht der Ostanatolischen Verwerfungszone mit den zwei grossen Erdbeben vom 6. Februar (dunkelrote Sterne). Die Nachbeben der folgenden 24 Stunden sind mit dunkelroten Kreisen markiert und befinden sich entlang der zwei Verwerfungen. Die Karte wurde von temblor übernommen. Interessierte Leser:innen verweisen wir auf ihre Webseite, welche ausführlich über die zwei Erdbeben berichtet (temblor).

→ Tutte le informazioni sono ora disponibili online su www.seismo.ethz.ch