

# Direkte und Indirekte Erdbebenschäden

Michael Ewald, Earthquake Perils Lead, Swiss Re



# Agenda

- **Swiss Re – Naturgefahren, Erdbeben und Modelle**
- **Schadenbeben und Szenarien**
- **Direkte / Indirekte Schäden**
- **Zukunft von Erdbebenmodellen**

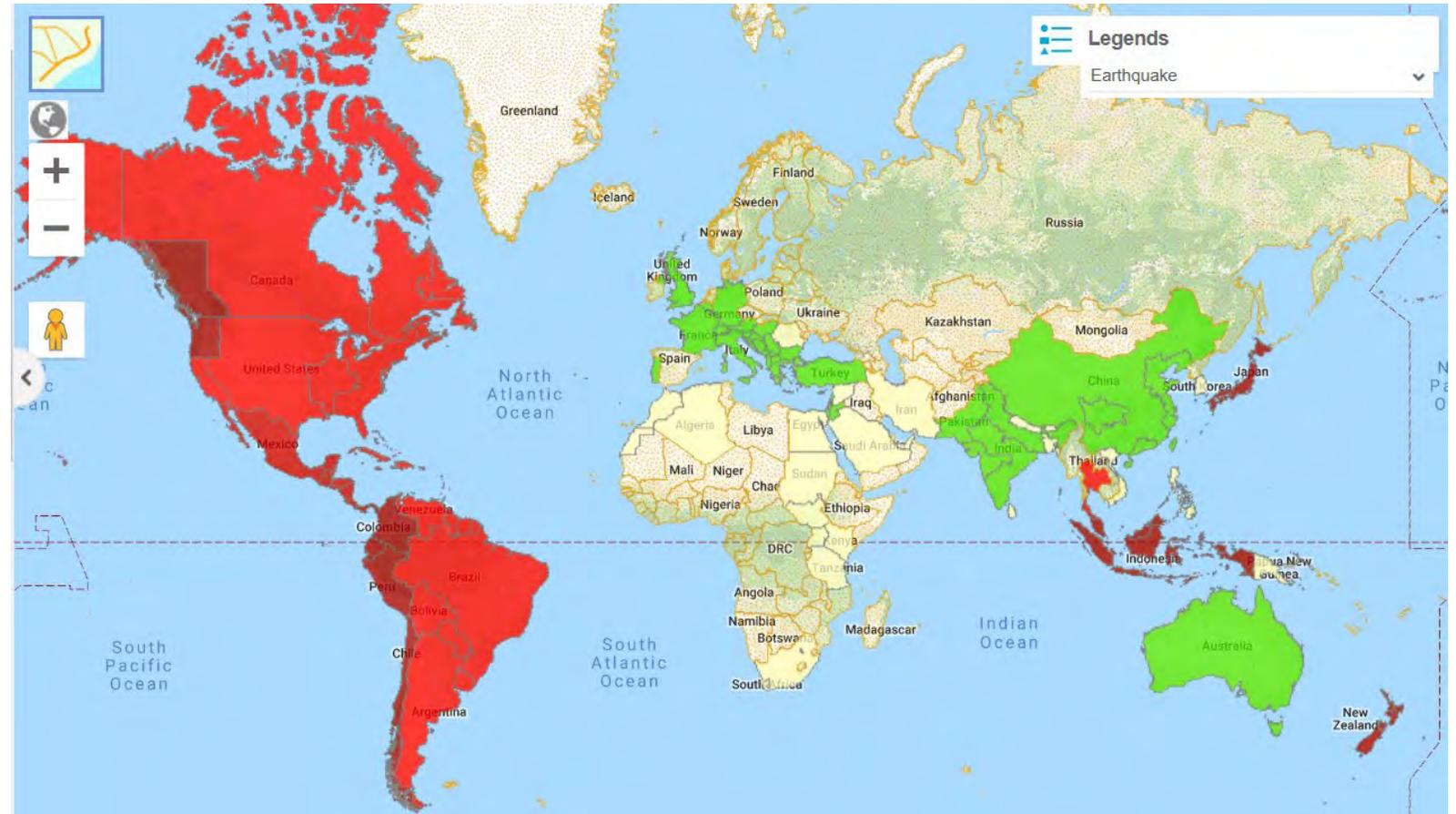
# Swiss Re - Erdbebenmodelle

## Erdbebenmodell

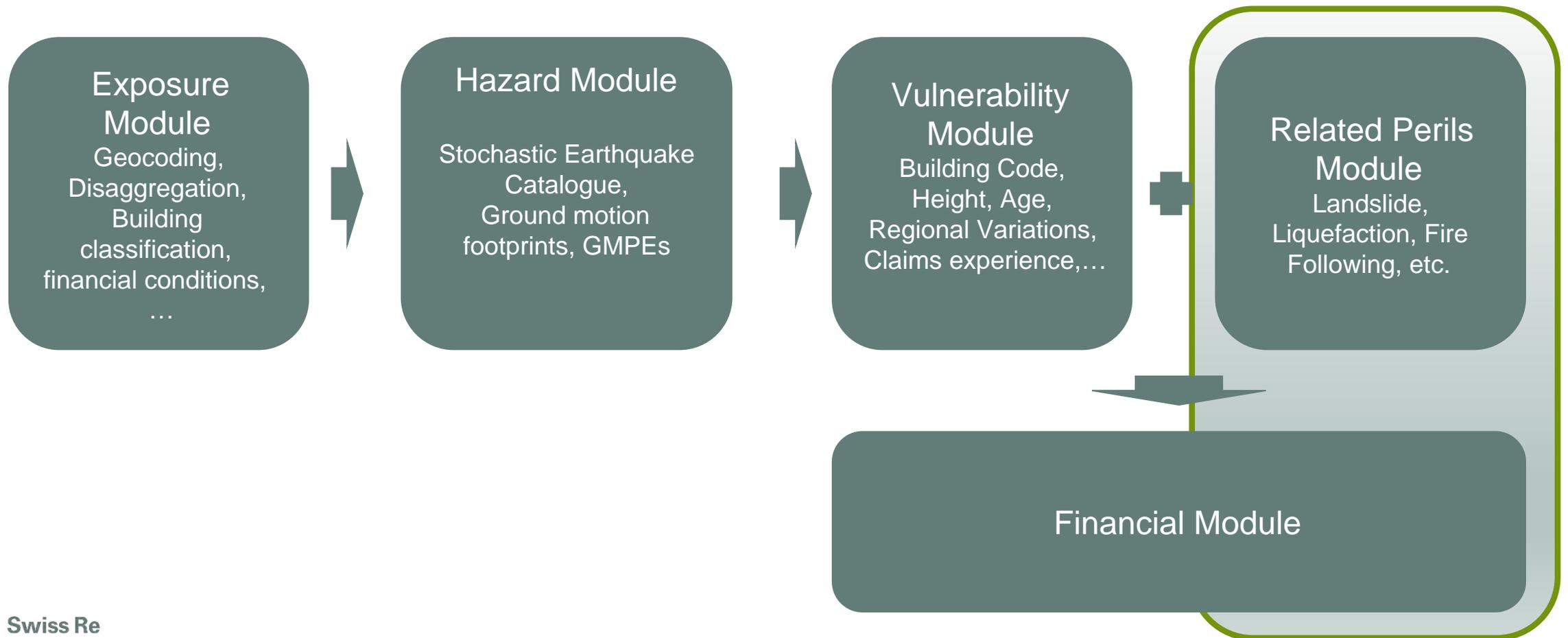
- Mosaik von Einzelmodellen
- Weltweite Abdeckung
- Basis für unsere Risikobewertung

## Regelmässige Model Revision aufgrund von:

- Schadenereignissen
- Wissenschaftlichen Erkenntnissen



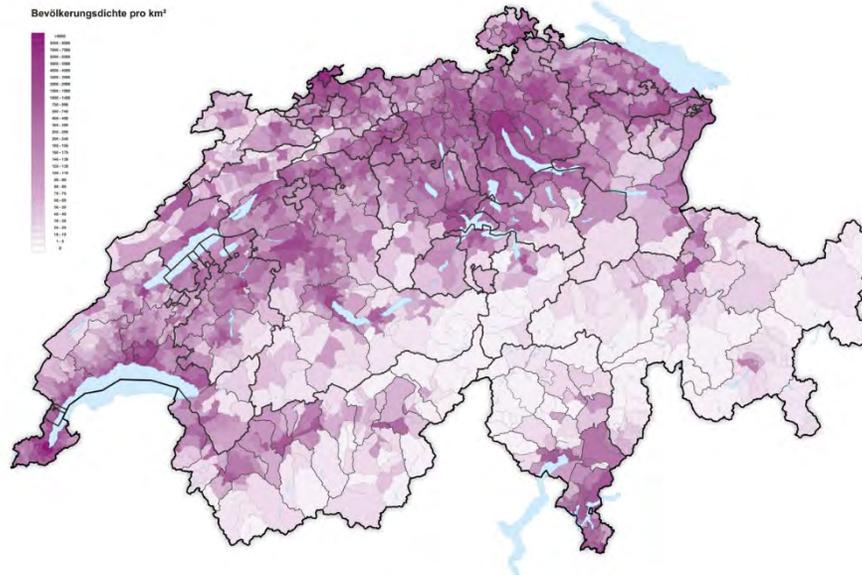
# Komponenten eines Erdbebenmodells



# Schweiz: Schadenbeben

## Schadenbeben

- Magnitude 6 etwa einmal pro Jahrhundert
- Korrelation historischer Ereignisse mit Besiedlung



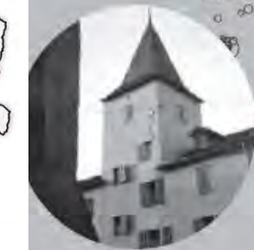
Quelle: PopulationData.net

www. The Swiss Earthquake Catalog allows you to search for any historical earthquake in Switzerland.

### The Strongest Historically Confirmed Earthquakes in Switzerland

Date	Location	Magnitude	Intensity
10/18/1356	Basel (BS)*	6.6	IX
09/03/1295	Churwalden (GR)	6.2	VIII
07/25/1855	Stalden-Visp (VS)*	6.2	VIII
03/11/1584	Aigle (VD)*	5.9	VIII
09/18/1601	Unterwalden (NW)	5.9	VIII
04/1524	Ardon (VS)	5.8	VII
01/25/1946	Sierre (VS)*	5.8	VIII
09/10/1774	Altdorf (UR)	5.7	VII
12/09/1755	Brig-Naters (VS)	5.7	VIII
08/03/1622	Ftan (GR)	5.4	VII

\* Including strong aftershocks.



# Schweiz: Szenarien

Motivation: Mangel an rezenten, lokalen Schadenereignissen

Detaillierte Modellierung historischer Ereignisse unter heutigen Verhältnissen.

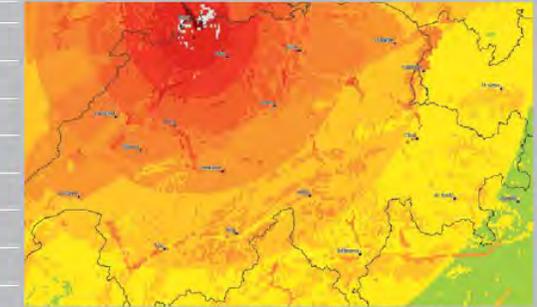
Variation dieser Ereignisse hinsichtlich Lokation, Magnitude, etc. zum Verständnis von Sensitivitäten und Worst-Case Szenarien.

Modellierung fokussiert meist auf direkte Erdbebenschäden.

## What Happened in Basel in 1356?

Following at least one foreshock on the afternoon of October 18, 1356, an earthquake with a magnitude of 6.6 shook the city of Basel at around 10.00 p.m. This is the largest documented earthquake in the history of Switzerland.

I	Scarcely felt
II-III	Weak
IV	Largely observed
V	Strong
VI	Slightly damaging
VII	Damaging
VIII	Heavily damaging
IX	Destructive
X+	Destructive ++



Expected ShakeMap if an earthquake with a magnitude of 6.6 was to strike Basel today (based on Seismo 12 scenario). A ShakeMap depicts the ground shaking triggered by an earthquake at every point in Switzerland. The Swiss Seismological Service publishes a ShakeMap for every earthquake with a magnitude of 2.5 or greater.



Basel, 1356, fictional depiction from the 16th century, Sebastian Münster

**What Kind of Damage Did the 1356 Earthquake Cause?**  
 Numerous houses collapsed, which caused several fires that could not be put out for a long time. Considering the strength of the earthquake and the destruction caused, relatively few people were killed because most were already outside following the foreshock.

**What Makes Basel Prone to Earthquakes?**  
 The geological structure of the Rhine Plain, the southern end of which is in the Basel region, is primarily responsible for the strong earthquakes in the area. After Valais, the area around Basel has the highest seismic hazard in Switzerland. There has been evidence of earthquakes in the history of Basel and its immediate vicinity since the 14th century. There may have even been a major earthquake near the Roman settlement of Augusta Raurica around 250.

Further information on major earthquakes in the Alpine region can be found on the panel entitled Earthquake Country.

## What Would Happen If There Were an Earthquake in Basel Today?

In May 2012, the government and the cantons evaluated how well prepared they were for the repercussions of a strong earthquake in Switzerland. The Seismo 12 exercise was based on the scenario of an earthquake near Basel with a magnitude of 6.6.



# Weltweite Schadenbeben der letzten Dekade

Weltweite Perspektive ermöglicht Rückschlüsse für lokale, zukünftige Ereignisse.

Welche Aspekte globaler Szenarien sind für die Schweiz relevant?



# Direkte und indirekte Erdbebenschäden

## Direkt

- Bodenbewegung

## Indirekt

- Bodenverflüssigung (Liquefaction)
- Massenbewegung (Landslide, Rockfall)
- Fire Following Earthquake
  
- Post Loss Amplification

# Bodenbewegung – Ground Motion

## Prinzip

Bodenbewegung im Ereignisfall überschreitet Grenzwerte der Gebäudebelastbarkeit.



Quelle: Tonkin & Taylor

# Bodenbewegung – Ground Motion

## Relevanz für die Schweiz

SIA Normen zur Erdbebensicherheit von Bauwerken seit 1989.

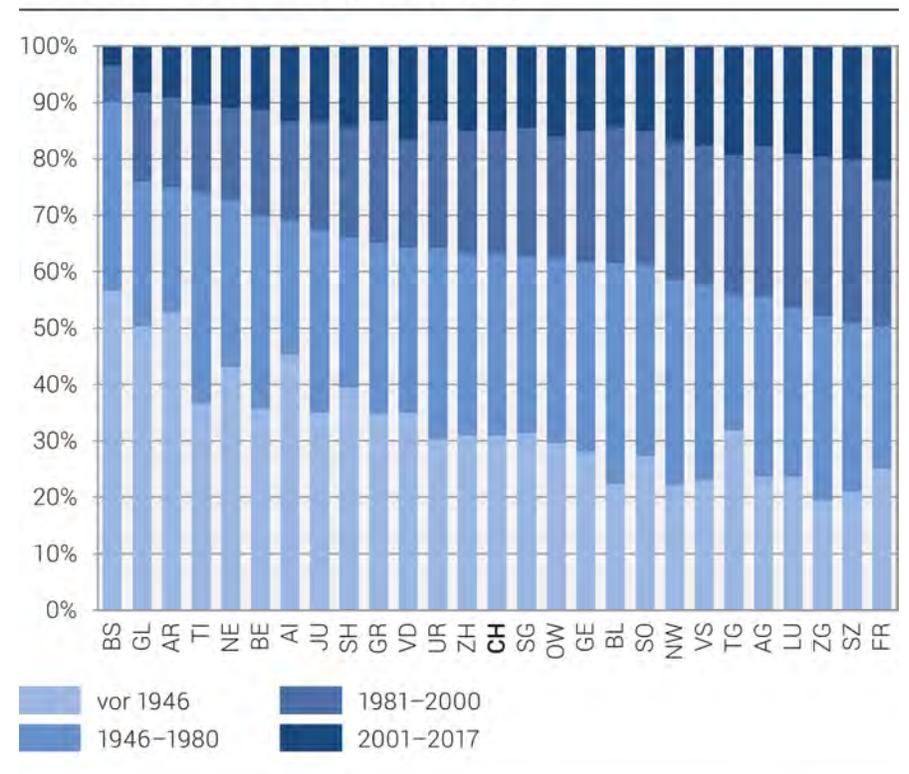
Moderne Baunormen seit 2003.

Bei mehr als 90% des Baubestandes ist die Erdbebensicherheit unbekannt oder ungenügend.

Mehrkosten bei Neubauten ca. 1 – 2% der Baukosten.

Nachrüstkosten bis zu 30% des Gebäudewerts.

Gebäude nach Bauperiode, 2017



Quelle: BFS – Gebäude- und Wohnungsstatistik

© BFS 2018

# Bodenverflüssigung - Liquefaction

## Prinzip

Die Erdbebenwelle erhöht den Porendruck in wassergesättigten, sandigen Sedimenten.

Die Sandkörner verlieren den Kontakt und der Boden verhält sich für kurze Zeit wie eine Flüssigkeit.



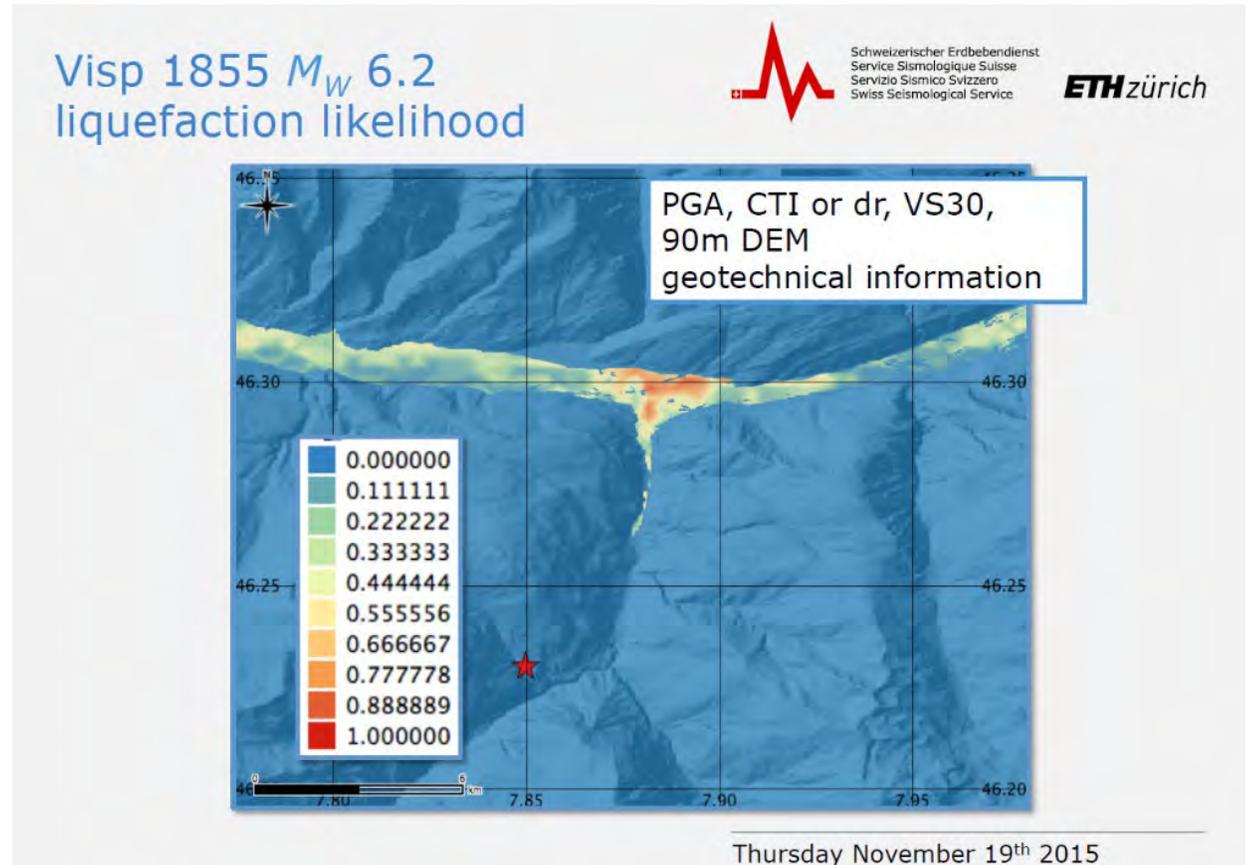
Quelle: Tonkin & Taylor, M. Ewald

# Bodenverflüssigung - Liquefaction

## Relevanz für die Schweiz

Beobachtet beim Erdbeben von Visp, 1855.

Erheblicher Baubestand auf Flusssedimenten oder ehemaligem Sumpfgelände.



# Massenbewegungen – Landslide, Rockfall

## Prinzip

Auslösung von Steinschlag,  
Bergsturz, Lawinen durch  
Bodenbewegung.

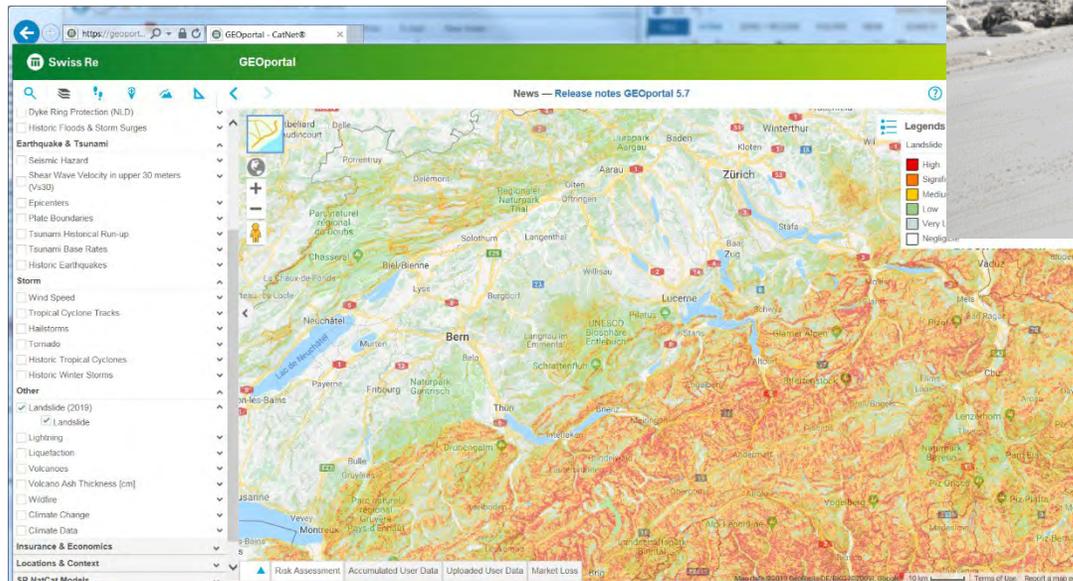


Quelle: M. Ewald

# Massenbewegungen – Landslide, Rockfall

Relevanz für die Schweiz:

Intensivierung der bereits  
gegebenen Gefährdung durch  
Massenbewegungen.



Quelle: BAFU / Hugo Raetz

# Tsunami

## Prinzip

Vertikale Verschiebung des Ozeanbodens in Folge grosser Erdbeben überträgt sich auf die Wassersäule.

Die Ausgleichsbewegung resultiert in einer Welle mit extrem hoher Ausbreitungsgeschwindigkeit und langer Wellenlänge.

Wenn diese auf flachere Küstengewässer staut sich das Wasser zum Berg.



Quelle: [blogs.agu.org](https://blogs.agu.org)

# Tsunami

Relevanz für die Schweiz:

Lokale, durch Massenbewegung verursachte „Tsunamis“ wurden bei historischen Erdbeben in Schweizer Seen beobachtet.

Zum Beispiel 1601 bei Luzern.

Eine Tsunamigefahr im eigentlichen Sinn besteht jedoch nicht.

Fotomontage



Quelle: Luzerner Zeitung

# Fire Following Earthquake

## Prinzip

Im Erdbebenfall kommt es zu einem erhöhten Auftreten von Brandereignissen, zum Beispiel durch gebrochene Gasleitungen, umgekippte Feuerstellen, etc.

Gleichzeitig ist die Feuerbekämpfung erschwert, zum Beispiel aufgrund von geborstene Wasserleitungen, Verkehrsbehinderungen, etc.

Beides führt zu grossflächigen Brandereignissen.



Quelle: bbc

Erhöhte Anzahl von Brandherden

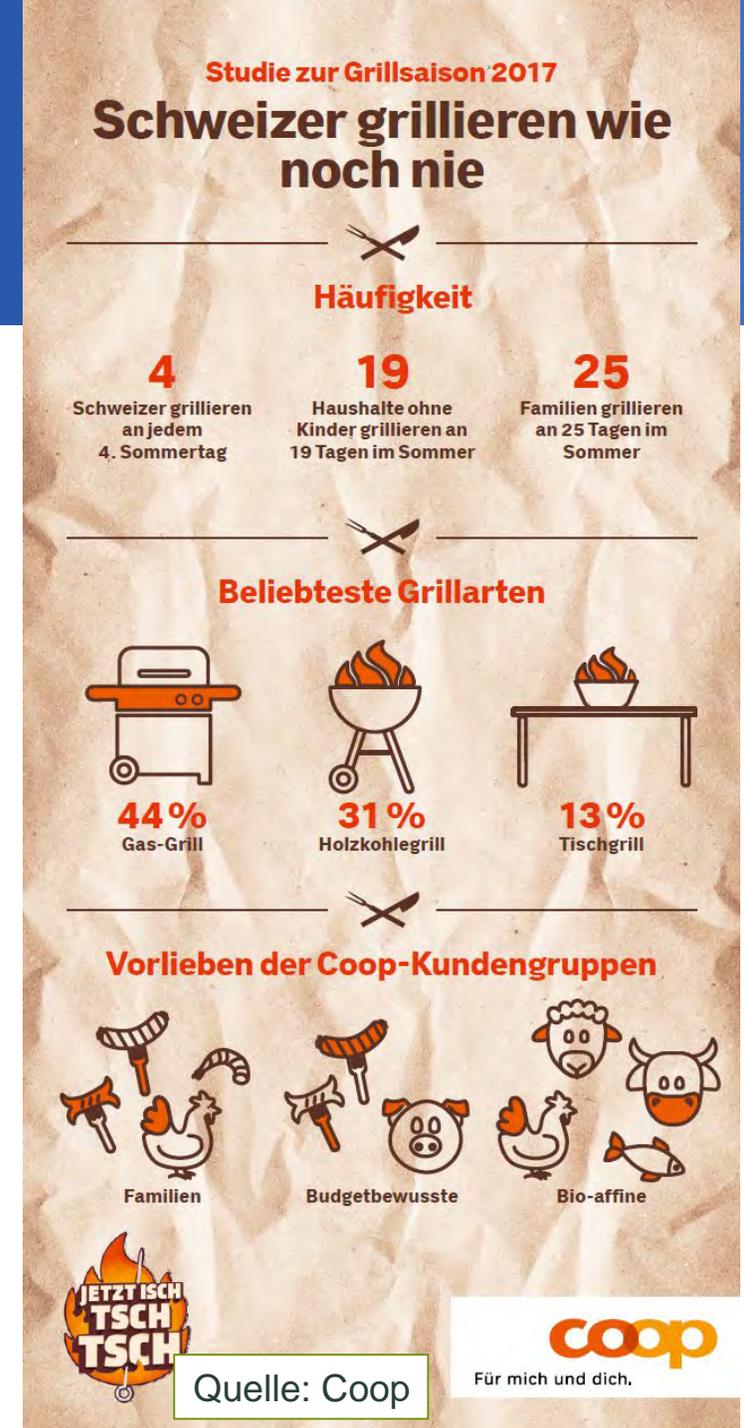
Reduzierte Löschkapazität

# Fire Following Earthquake

Relevanz für die Schweiz:

Abschätzung des Potentials:

- Bebauungsdichte
- Gebäudealter
- Potentielle Feuerherde
- Brandschutz



# Post Loss Amplification

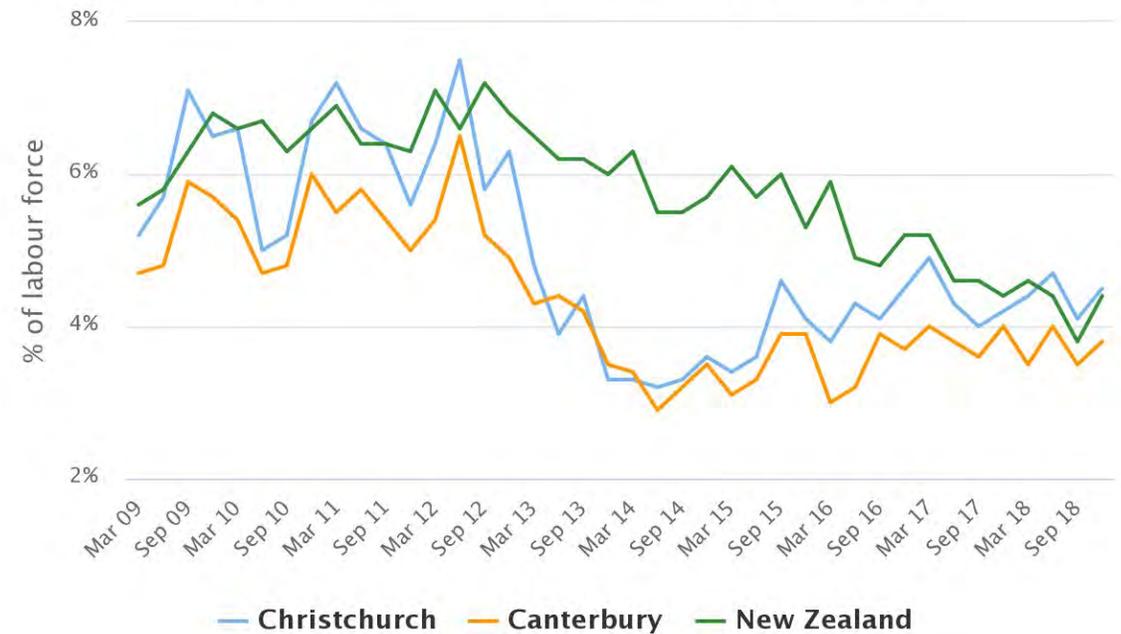
## Prinzip

„Post Loss Amplification“ ist die Quantifizierung von „es kommt schlimmer als man denkt“.

## Komponenten

- Demand Surge
- Claims Inflation
- Super Catastrophe Effects

Labour Force Unemployment Rate, 2009–2018



CHCH & CANTERBURY ECONOMIC REPORT, CHRISTCHURCHNZ

# Post Loss Amplification

## Relevanz für die Schweiz:

### Abschätzung anhand ökonomischer Parameter

	Christchurch 2011	Basel Szenario
Gebäudeschaden	20 bn	50 – 100 bn
Todesopfer	181	1.000 – 6.000
Verletzte	7.000	60.000
Kurzfristig Obdachlose	10.000	1.6 million

	Christchurch	Basel-Stadt
Bevölkerung	350.000	200.000
Fläche	1415 km <sup>2</sup>	37 km <sup>2</sup>
Bevölkerungsdichte	240	5300
Wohneigentumsrate	50%	15%
Arbeitslosigkeit	6%	3%
Erdbeben Versicherungsdichte (private)	100%	15%

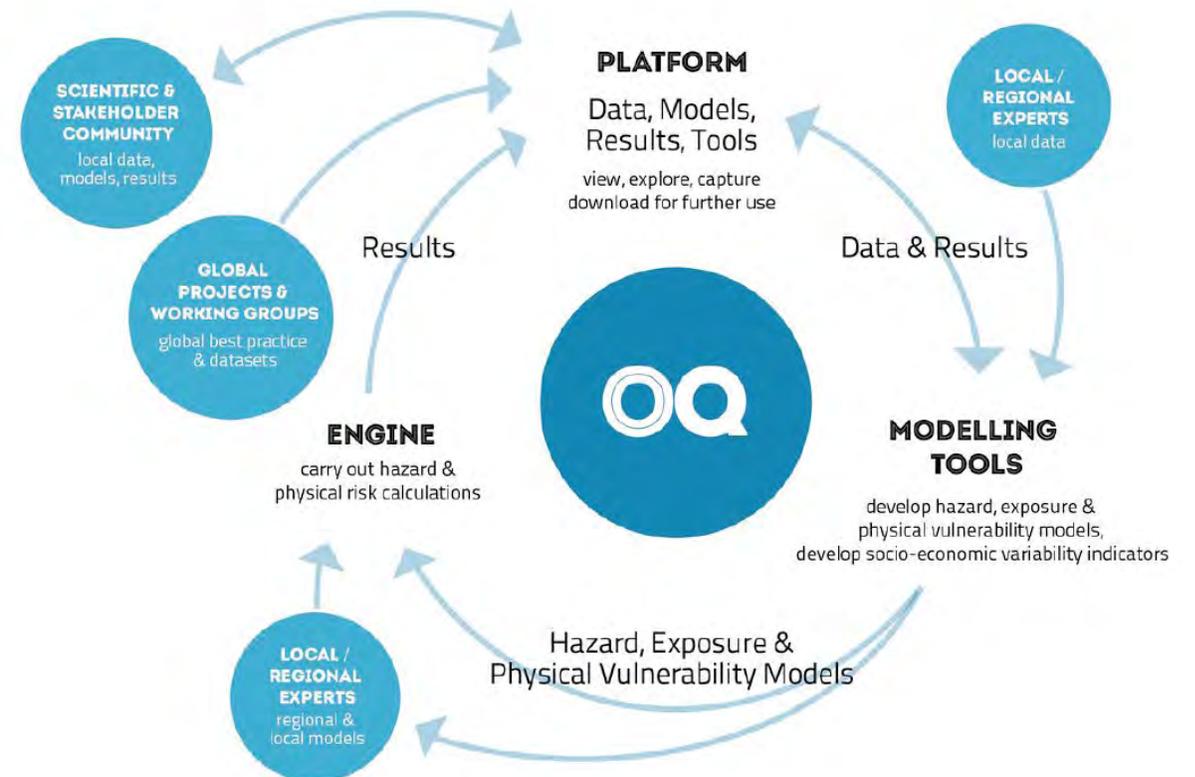
# Zukunft der Erbebenmodellierung

Open Source

Open Data

Integrierte Modellierung aller relevanten Aspekte

Holistische Gefährdungsabschätzung



Quelle: Global Earthquake Model

# Zusammenfassung

**Indirekte Erdbebenschäden haben einen bedeutenden Anteil am Gesamtschaden von Grossereignissen.**

**Indirekte Erdbebenschäden sind relevant für die Gefährdungsabschätzung in der Schweiz.**

**Modellierung dieser Effekte ist herausfordernd.**

# Legal notice

©2019 Swiss Re. All rights reserved. You are not permitted to create any modifications or derivative works of this presentation or to use it for commercial or other public purposes without the prior written permission of Swiss Re.

The information and opinions contained in the presentation are provided as at the date of the presentation and are subject to change without notice. Although the information used was taken from reliable sources, Swiss Re does not accept any responsibility for the accuracy or comprehensiveness of the details given. All liability for the accuracy and completeness thereof or for any damage or loss resulting from the use of the information contained in this presentation is expressly excluded. Under no circumstances shall Swiss Re or its Group companies be liable for any financial or consequential loss relating to this presentation.