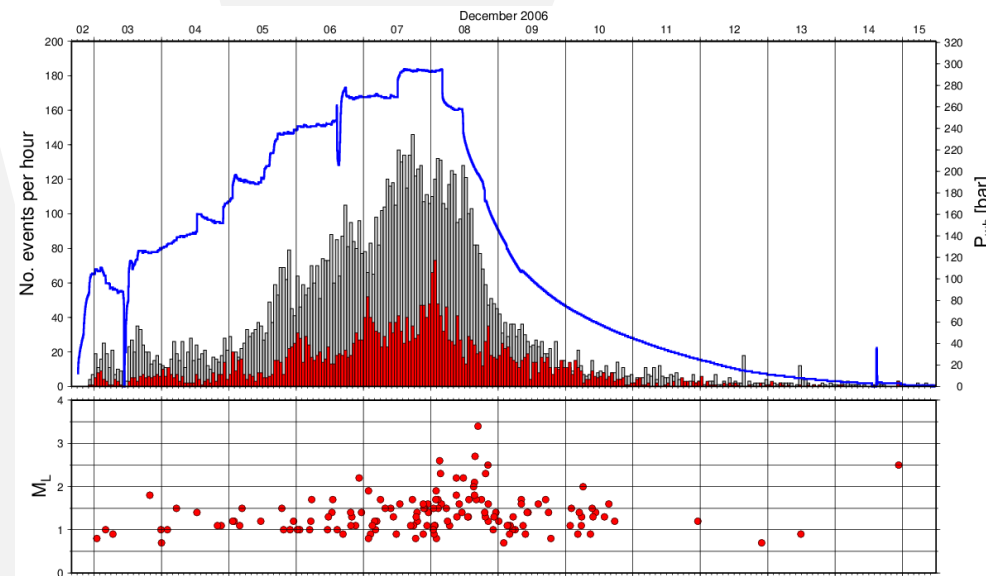


# Einführung zu GEOBEST2020+

Toni Kraft, Verónica Antunes, Philippe Roth, Michèle Marti

Schweizerischer Erdbebendienst an der ETH Zürich

geobest@sed.ethz.ch





# GEOBEST2020+

## Ziele und Workflow

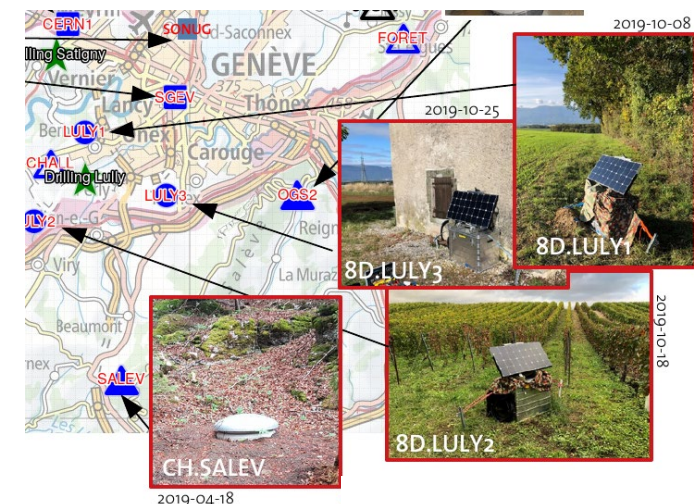
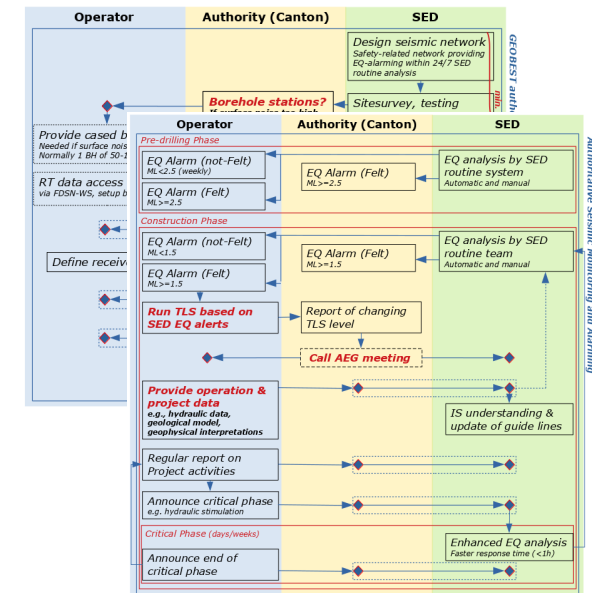
## Ziele von GEOBEST2020+

### Seismologische Beratung für kantonale Behörden

- SED hilft, den Inhalt möglicher seismologischer Gefährdungs- und Risikobewertung zu definieren.  
(Der SED macht diese nicht selbst, um unabhängig zu bleiben)
- Bereitstellung von Informationen über natürliche Seismizität
- Beratung zur seismologischen Überwachung
- Seismologische Bewertung von Expertenberichten

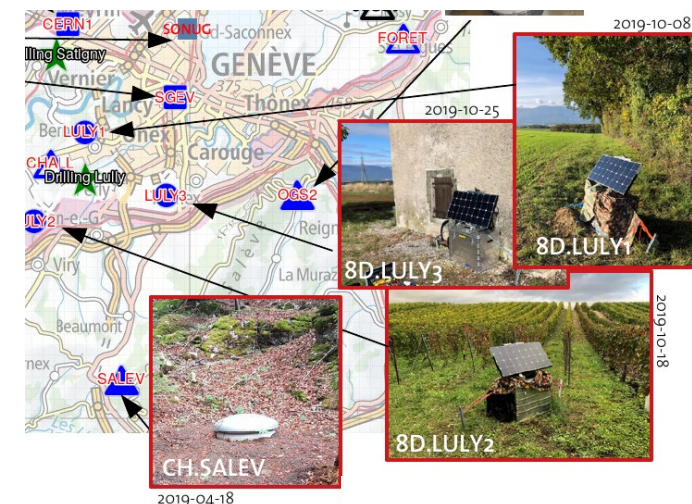
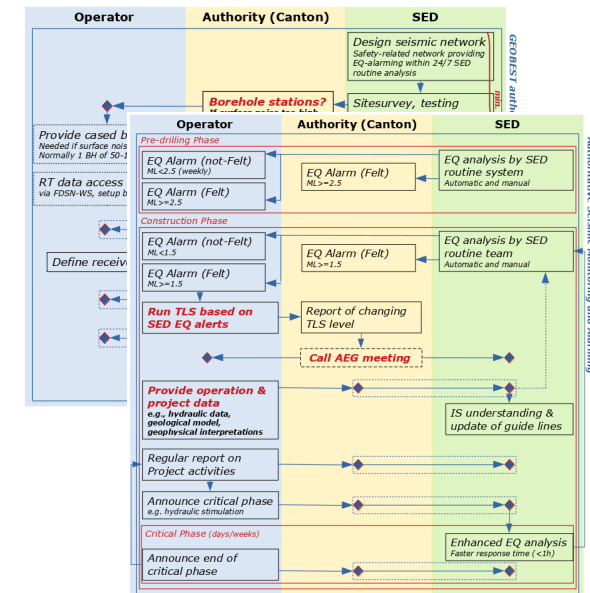
### Seismische Überwachung/Alarmierung für kantonale Behörden

- SED Mandat
  - Überwachung natürlicher Erdbeben in/um CH
- Oft sinnvoll, SED einzubeziehen
  - unabhängige, akzeptierte Fachstelle
  - umfassende Fachkompetenz, forscht zu induzierter Seismizität
  - bestehende Infrastruktur für Echtzeit-Alarmierung
- GEOBEST-Instrumentenpool mit 21 seismischen Stationen
- Können derzeit 2 bis 4 Projekte parallel überwachen



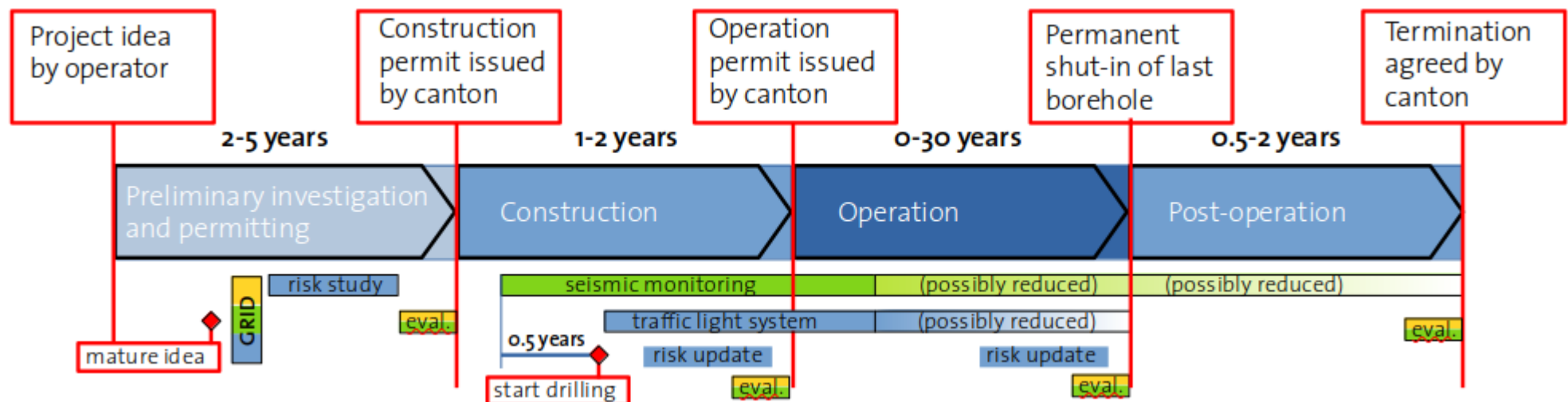
## Struktur von GEOBEST2020+

- GEOBEST2020+ wird zu 60 % durch das Programm EnergieSchweiz des BFE finanziert.
- In den nächsten zwei Jahren (01.2020 - 12.2021) finanziert das Projekt 1.5 erfahrene Seismolog\*innen und einen Pool von seismischen Überwachungsstationen sowie deren Betriebskosten.
- GEOBEST2020+ kann optional bis 03.2024 verlängert werden; Gespräche über eine langfristige Implementierung haben begonnen.
- Der SED hat in den letzten zehn Jahren Behörden und Betreiber mit GEOBEST, GEOBEST-CH und GEOBEST-CH2 unterstützt.
- In der neuen Projektphase wollen BFE und SED die Unabhängigkeit des SED von den Projektbetreibern und seine Bindung zu den kantonalen Stellen noch stärker betonen.
- Im Rahmen von GEOBEST2020+ wird der SED deshalb keine Dienstleistungsverträge mehr mit Projektbetreibern abschliessen, sondern direkt mit den kantonalen Behörden zusammenarbeiten.



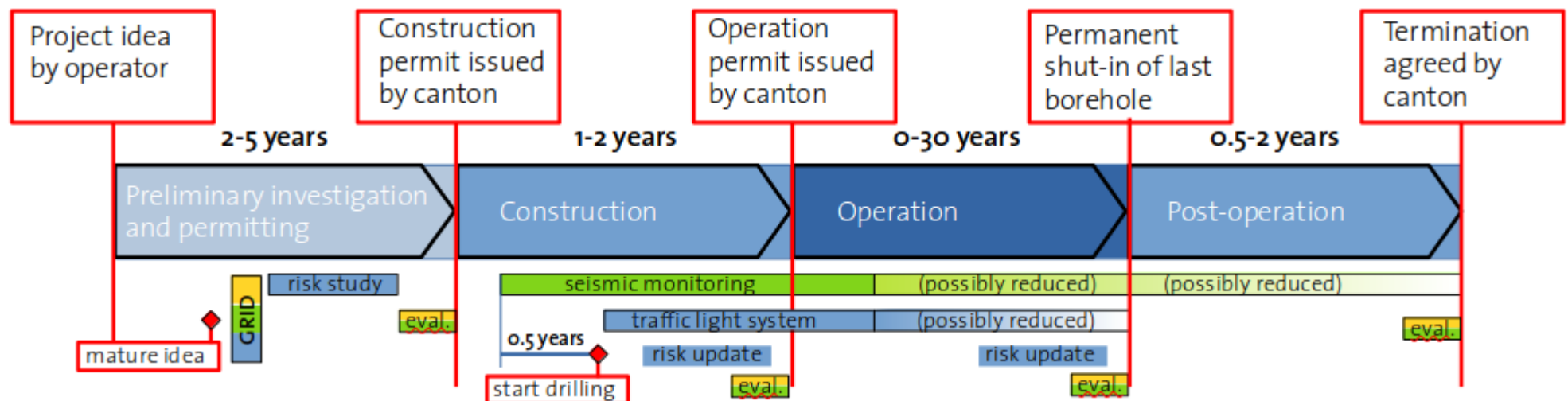
## GEOBEST2020+ Workflow

- **Ziel:** Koordination der Zusammenarbeit und Kommunikation der mit induzierter Seismizität befassten Hauptakteure: **kantonale Behörde**, **Projektbetreiber** und **SED**
- Der SED kann die Kantone bei der Entwicklung allgemeiner Genehmigungsanforderungen unterstützen, welche die Problematik induzierter Erdbeben berücksichtigen.
- Empfehlung, den SED-Good-Practice-Leitfaden (Kraft et al., 2020a) zu befolgen.
- GRID-Bewertung des geplanten Tiefengeothermieprojekts durch alle Hauptakteure.



## GEOBEST2020+ Workflow

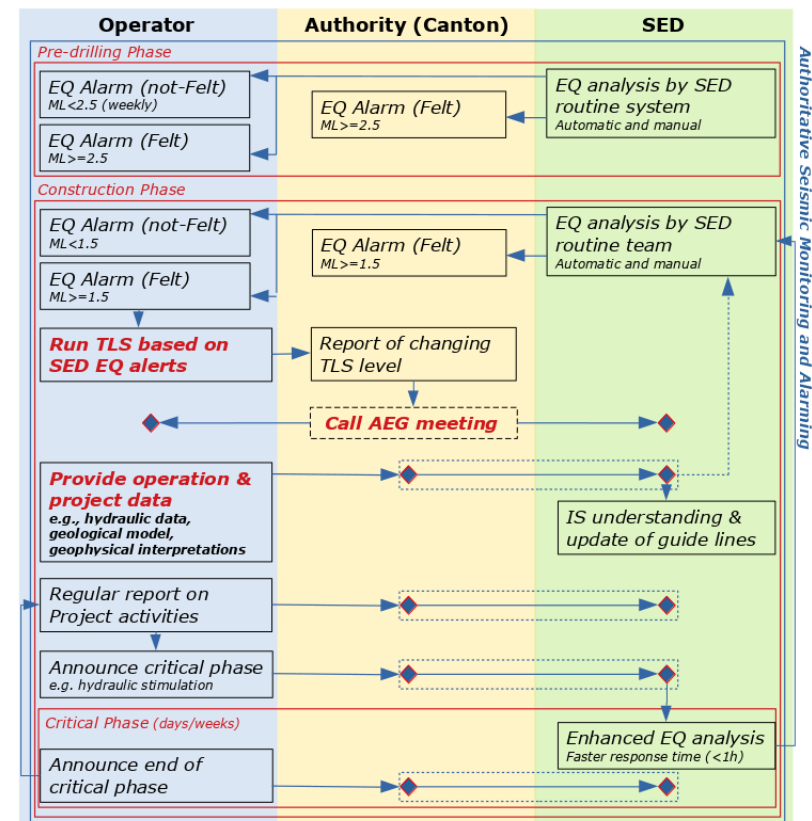
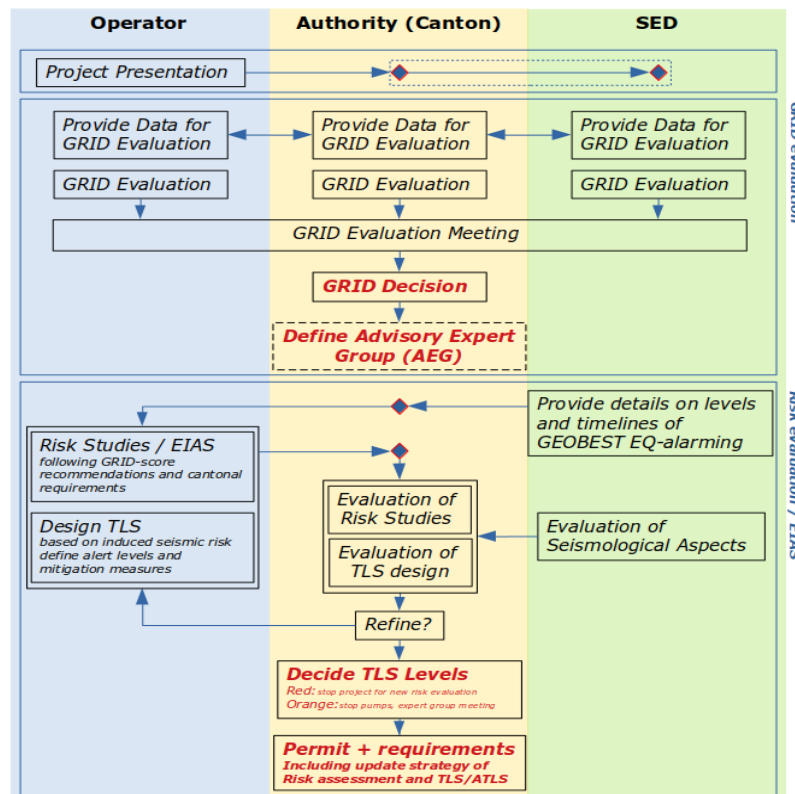
- Seismologische Grundüberwachung durch den SED: Unabhängig vom Betreiber und eine verlässliche Magnitude und Lokalisierung für relevante Erdbeben.
- Der Betreiber muss eigenständig ein Ampelsystem betreiben, das vom Kanton und SED begutachtet wird. Input zum Ampelsystem: SED-Erdbebenmeldungen und Betriebsparameter des Projekts.
- Das Risiko sollte in jeder Projektphase neu bewertet werden, um neue Erkenntnisse, Daten und Erfahrungen einbeziehen zu können.





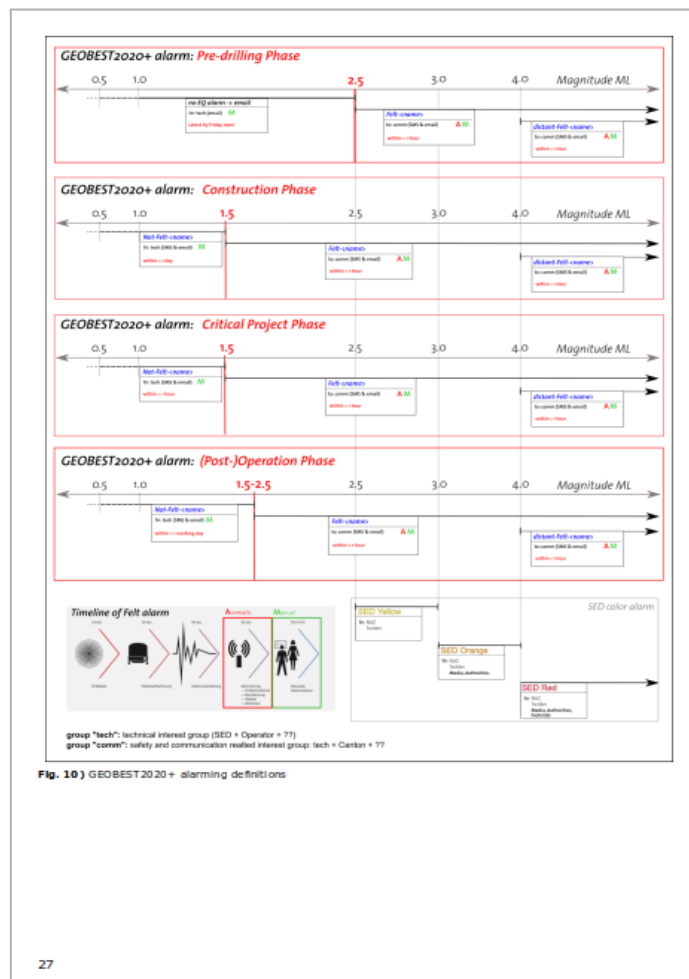
## GEOBEST2020+ Workflow

- GEOBEST2020+ Workflow für alle Phasen von hydrothermalen Projekten (Kraft et al., 2021) in enger Abstimmung mit dem Kanton Waadt (Sandrine Ortet) entwickelt.
- Der Workflow sollte schweizweit grundsätzlich identisch sein, kann aber an die spezifische Situation im Kanton angepasst werden.
- Ist eine praktische Umsetzung des SED-Good-Practice-Leitfadens (Kraft et al., 2020).
- Begleitende Expertengruppe aus Vertretern der Hauptakteure für alle Projekte.



## GEOBEST2020+ Workflow

- Der GEOBEST2020+ Workflow enthält auch Einzelheiten zur GEOBEST-Alarmierung und Empfehlungen für die Ausgestaltung eines Ampelsystems.
- Wird in die schweizerischen Amtssprachen (I, F, D) übersetzt und auf der SED Webseite sowie auf <https://www.research-collection.ethz.ch> veröffentlicht.



### B Basic design recommendations for the Traffic Light System

Traffic Light Systems (TLS) are commonly aiming to reduce the induced seismic hazard to mitigate the associated seismic risk by modifying the operation activities of a geothermal project as soon as suspicious changes in close-by seismicity or operation parameters are observed. A purely seismic TLS was first proposed by Bommer et al., (2006) for the Berlin geothermal project in El Salvador. The approach has then been adopted in several other geothermal projects (e.g., Diehl et al. 2017; Häring et al., 2008; Ader et al., 2019). In Bommer-type systems, TLS-color-level thresholds are usually static and defined primarily based on expert judgment (e.g., Wiemer et al., 2017). An up-coming alternative are the so-called Adaptive Traffic Light Systems (ATLS). They have the benefit of being forward-looking, probabilistic in their forecasts, and adaptive, in the sense that the forecast seismicity and resulting hazard are updated continuously. However, ATLS are model-dependent, and they require sufficient local data (seismic and hydraulic) to be implemented. Although ATLS are still under development, they already proved to be efficient at mitigating risk during some geothermal operations (e.g., Brocardo et al., 2017; Gischig et al., 2014; Mignan et al., 2017).

#### B.1 Typical TLS-color levels

TLS and ATLS provide several **TLS-color levels** that are based on the observed seismicity, ground motion, or predicted earthquake occurrence probabilities (in the case of ATLS), and the operation parameters of ongoing activities at the geothermal site. TLS-color-alert levels then imply specific predefined mitigation measures for the ongoing activity at the geothermal site:

- **TLS-Green:** (recommended)  
Seismicity and operation parameters are well in the acceptable, expected range. Regular operation can go on.
- **TLS-Yellow:** (optional)  
Minor unexpected change in seismicity, occurrence probability, or operation parameters. Operations can go on but may have to be modified. The Operator is at a higher alert level and is prepared to respond quickly to further changes in the system. Alert level should only last for a short period (hours) until the predefined criteria for reducing the alert level are met.
- **TLS-Orange:** (mandatory)  
Moderate unexpected change in seismicity, occurrence probability, or operation parameters. Operation typically has to stop for a longer period (hours to days) until the predefined criteria for reducing the alert level are met.
- **TLS-Red:** (mandatory)  
Significant unexpected change in seismicity, occurrence probability, or operation parameters. Operations typically have to stop for an extended period (weeks to months). A detailed analysis of the unexpected seismicity and an update of the risk study may be mandatory. Then, the Canton, probability based on recommendations from the AEG, defines the criteria for reducing the alert level.
- **TLS-Distant-Orange:** (recommended)  
A larger earthquake occurs outside but close to the alarming perimeter. Operation may have to be stopped (see B.2.3/p.29). The Operator is at a higher alert level and is prepared to respond quickly to further changes in the system. Alert level may last for a longer period (days) until the predefined criteria for reducing the alert level are met.



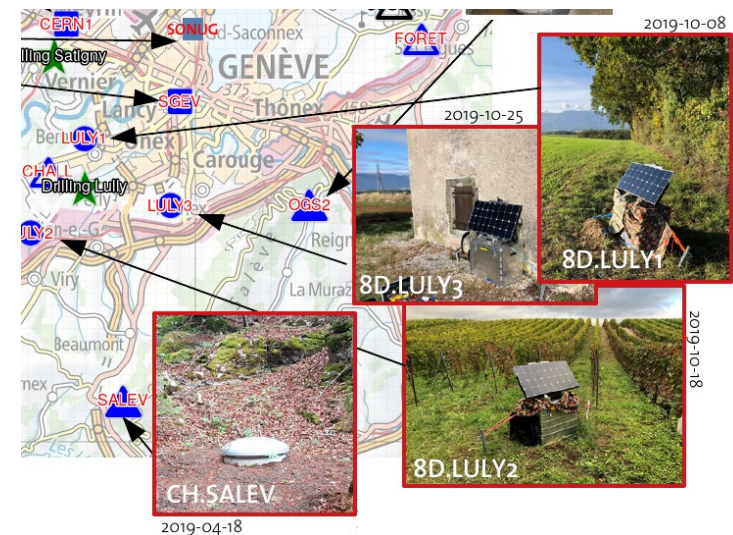
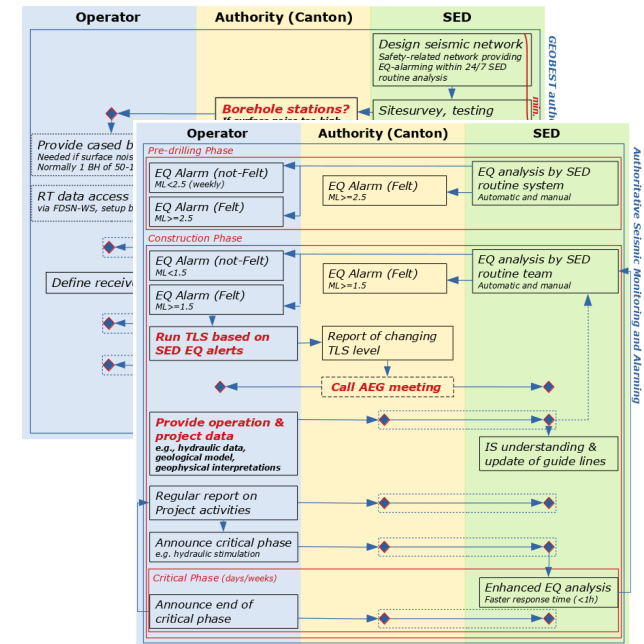
# GEOBEST2020+ Dienstleistungen für Kantone

## Vor Projektbeginn

- Hilfe bei der Definition von Bewilligungsanforderungen, die die Problematik der induzierten Seismizität berücksichtigen.
- Beratung zur natürlichen Seismizität an möglichen Projektstandorten. Bereitstellung dieser Daten für Risikostudien des Betreibers.

## Ab der Planungsphase eins Projektes

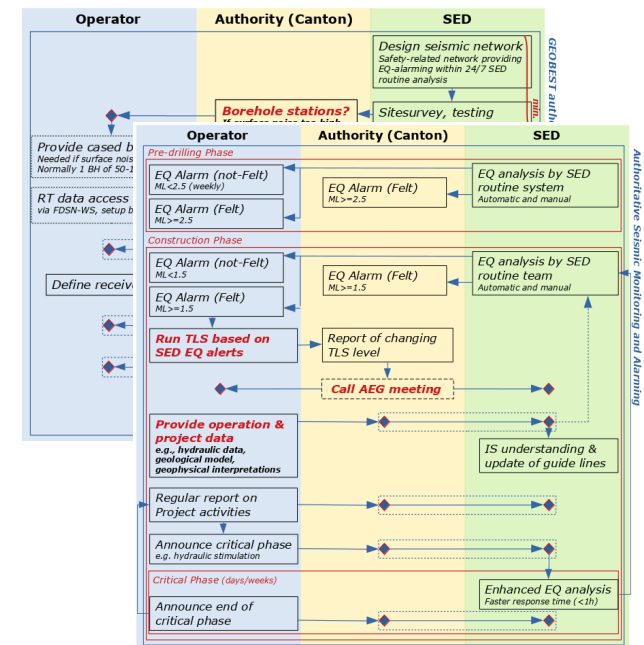
- Teilnahme GRID-Bewertung des Projektes
- Teilnahme an begleitender Expertengruppe
- Begutachtung seismologischer Aspekte in bewilligungsrelevanten Anträgen und Berichten des Betreibers



# GEOBEST2020+ Dienstleistungen für Kantone

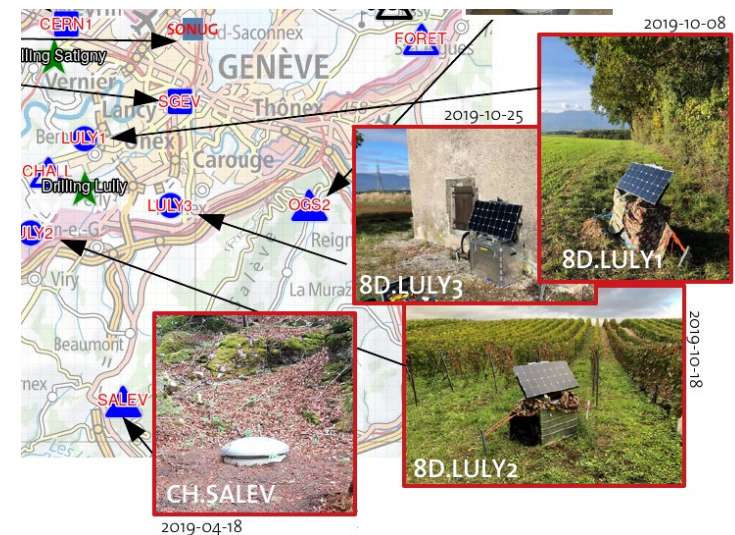
## Ab der Bau- und Betriebsphase eines Projektes

- Seismologische Überwachung des Projektes
- Erdbebenalarmierung an Kanton und Betreiber
- Projektspezifische Webseite mit Echtzeit-Infos zur Seismizität und Hintergrundinfos zum Projekt
- Schnelle Einschätzung, ob relevante Erdbeben induziert oder natürlich sind.
- Verdichtung der Überwachung falls Probleme auftreten



## In der Nachbetriebsphase eines Projektes

- Reduktion der Überwachung auf das nötige Mass





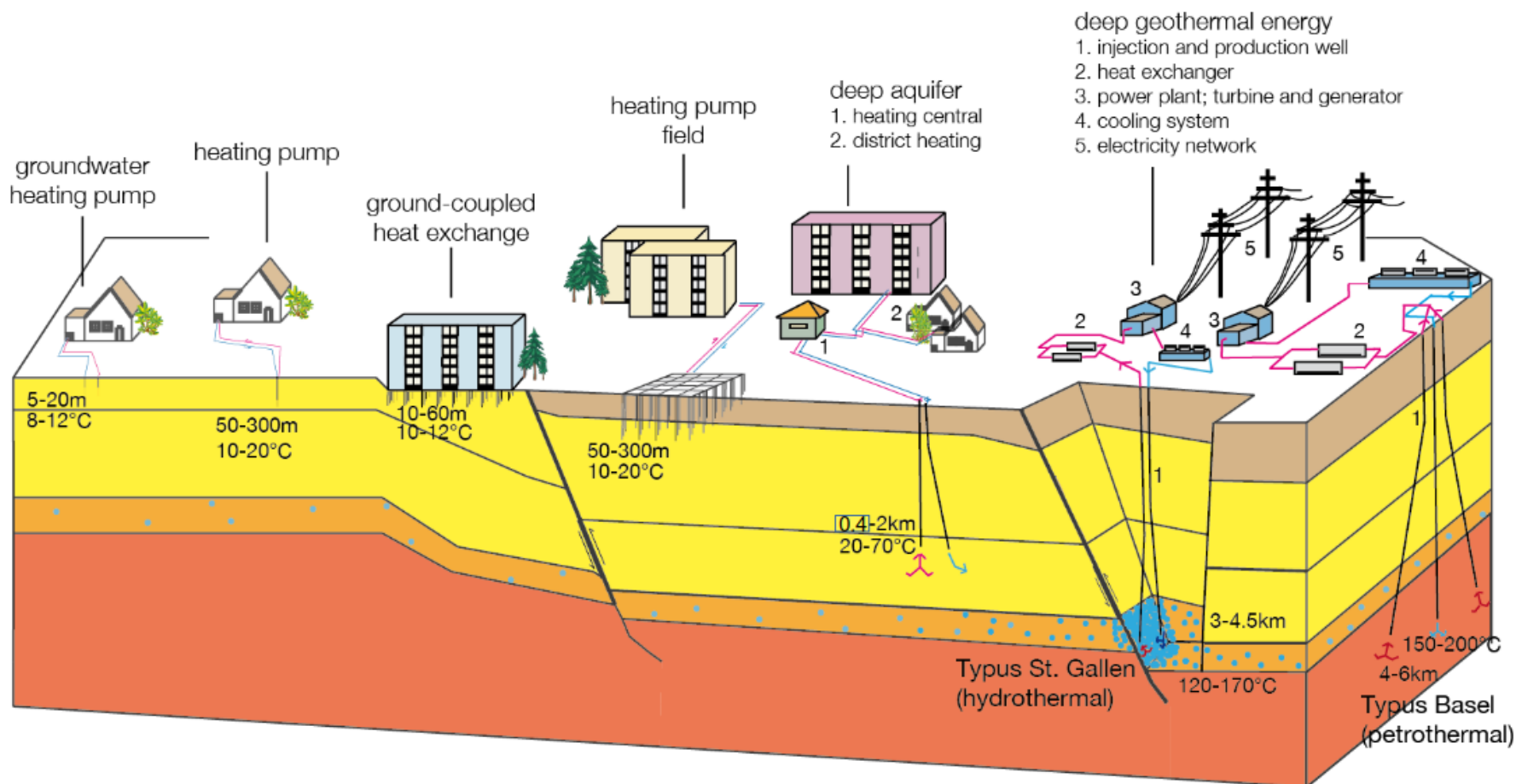
# Same but different!

## GRID-Klassifizierung von Tiefengeothermieprojekten

# Nicht alle Projekte sind gleich!

## shallow geothermal systems

## deep geothermal systems

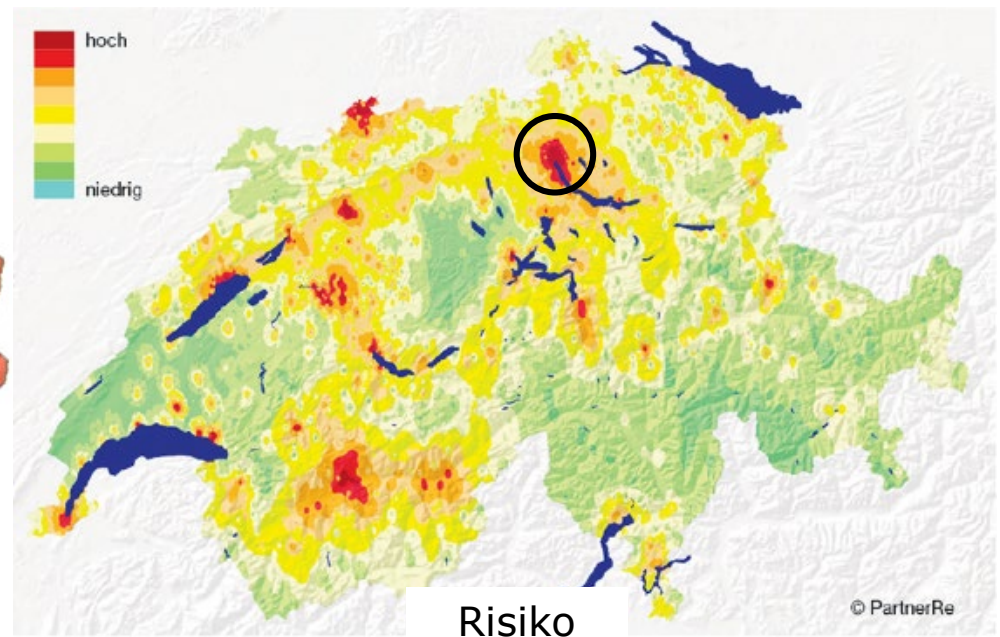




# ... und Gefährdung $\neq$ Risiko!

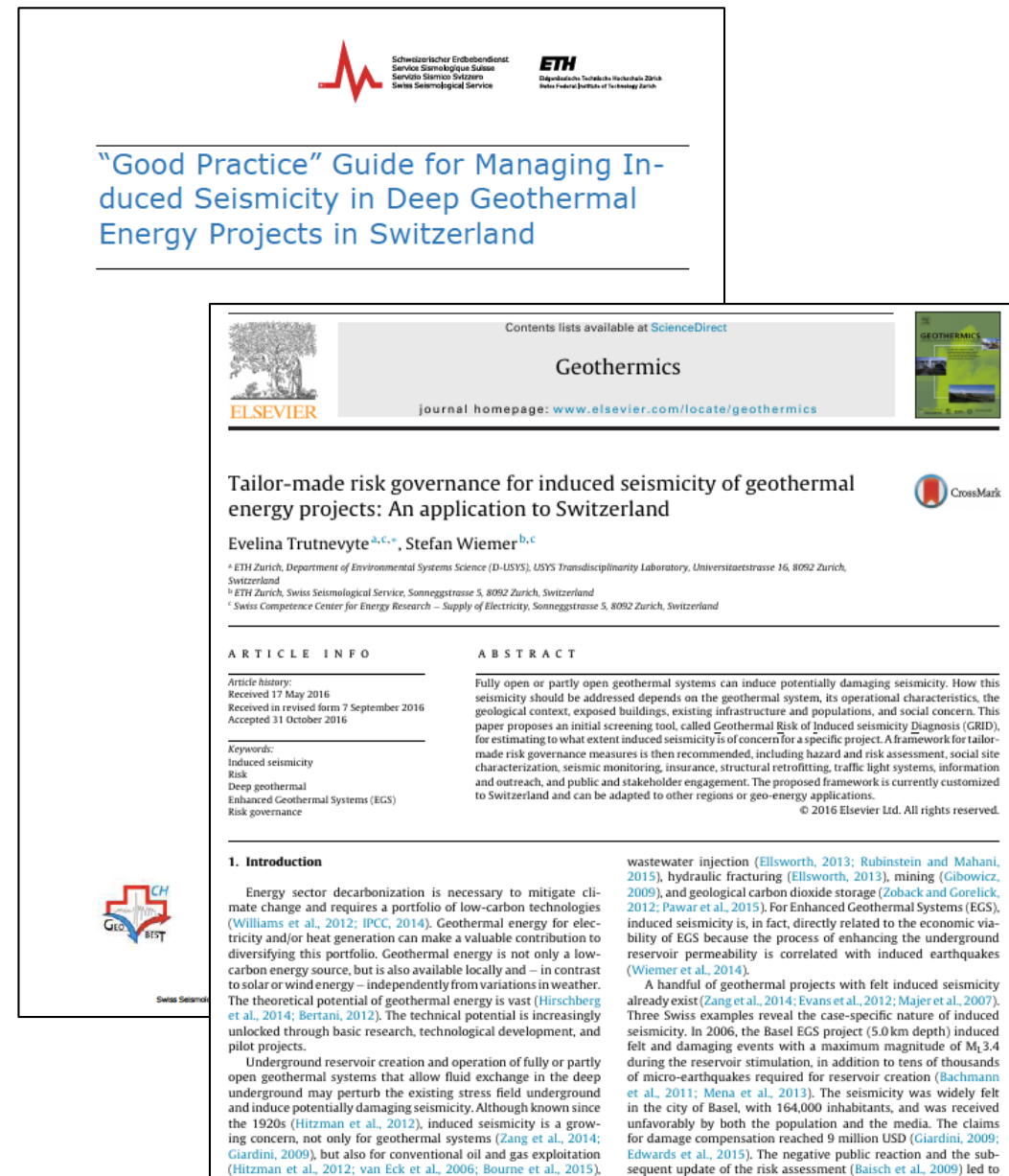


Für geotechnische Projekte : Gesellschaftliche Bedenken



# GRID: Geothermal Risk of Induced Seismicity Diagnosis

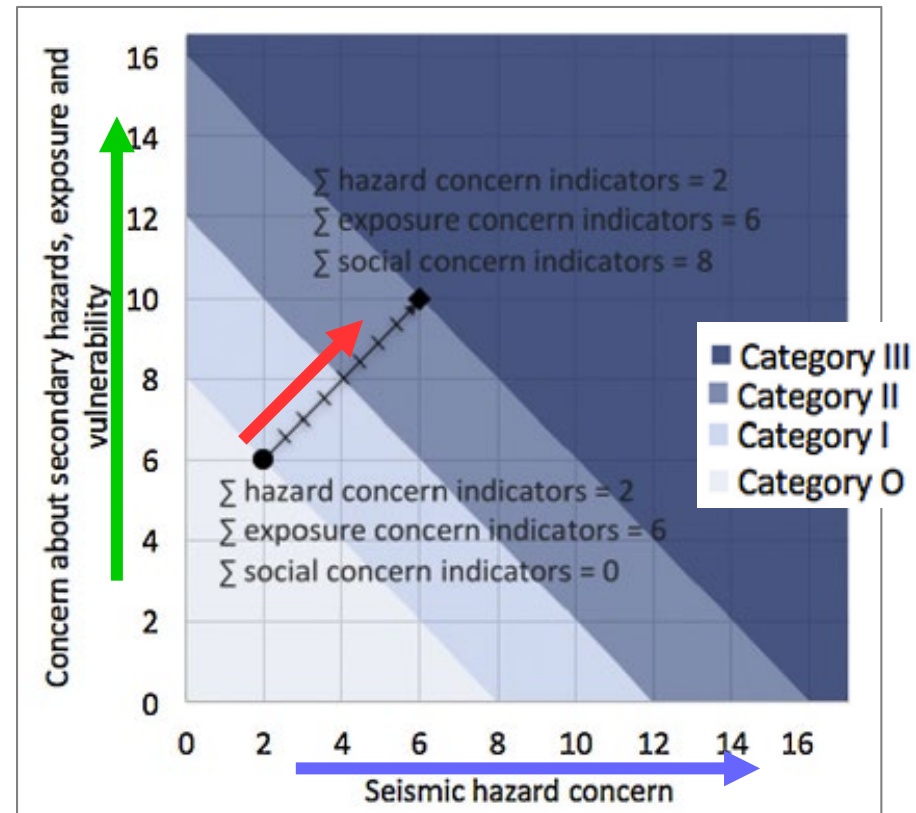
- Welche Risikostrategie für welches Projekt?
- Ziel
  - Objektive und reproduzierbare Beurteilungen und Empfehlungen
- Resultat
  - Leitfaden «gute Praxis» mit Bewertungsrate GRID (Trutnevyte & Wiemer, 2017)
  - Empfehlung für die Anwendung dieser "guten Praxis" in der Schweiz (Kraft et al., 2020; [DOI : 10.3929/ethz-b-000453228](https://doi.org/10.3929/ethz-b-000453228))
  - Detaillierten Informationen über Seismizität in CH, Mechanismen induzierter Erdbeben, seismische Überwachung, adaptive Ampelsysteme
  - Update und F/I/D-Zusammenfassungen werden vor Ende 2020 veröffentlicht





# GRID-Klassifikation vor Projektstart

| Faktoren der Erdbebengefährdung                                                             | 0 (wenig beunruhigend)                                                                            | 1 (beunruhigend)                                                                                              | 2 (sehr beunruhigend)                                                                                                                                                          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Reservoirtiefe                                                                              | < 1 km                                                                                            | 1 - 3 km                                                                                                      | > 3 km                                                                                                                                                                         |
| Totales Injektionsvolumen während Stimulation                                               | < 1'000 m <sup>3</sup>                                                                            | ≤ 10'000 m <sup>3</sup>                                                                                       | > 10'000 m <sup>3</sup>                                                                                                                                                        |
| Tägliches Injektions- oder Extraktionsvolumen während des Projekts                          | < 1'000 m <sup>3</sup> /Tag Injektion<br>oder<br>< 5'000 m <sup>3</sup> /Tag Extraktion           | ≤ 10'000 m <sup>3</sup> /Tag Injektion<br>oder<br>≤ 50'000 m <sup>3</sup> /Tag Extraktion                     | > 10'000 m <sup>3</sup> /Tag Injektion<br>oder<br>> 50'000 m <sup>3</sup> /Tag Extraktion                                                                                      |
| Gesteinstyp                                                                                 | Sedimente                                                                                         | innerhalb 500 m Abstand vom kristallinen Grundgebirge                                                         | Kristallines Grundgebirge                                                                                                                                                      |
| Abgrenzung zwischen Hintergrund und induzierter Seismizität                                 | Erdbebenzonen 1a/1b in SIA (2020)*                                                                | Erdbebenzone 2 in SIA (2020)*                                                                                 | Erdbebenzonen 3a/3b in SIA (2020)*                                                                                                                                             |
| Druck der Fluidinjektion                                                                    | < 0.3 MPa                                                                                         | 0.3 - 10 MPa                                                                                                  | > 10 MPa                                                                                                                                                                       |
| Distanz zu bekannten und möglichen aktiven Verwerfungen                                     | > 5 km                                                                                            | ≤ 5 km                                                                                                        | < 2km                                                                                                                                                                          |
| Faktoren des Erdbebenrisikos (in 5 km Umkreis)                                              | 0 (wenig beunruhigend)                                                                            | 1 (beunruhigend)                                                                                              | 2 (sehr beunruhigend)                                                                                                                                                          |
| Lokale Verstärkungseffekte **<br><i>weiche Böden = Baugrundklasse D, E, F in SIA (2020)</i> | Keine Gebäude oder Infrastrukturen auf weichen Böden                                              | < 10 % der Gebäude oder Infrastrukturen auf weichen Böden                                                     | ≥ 10 % der Gebäude oder Infrastrukturen auf weichen Böden                                                                                                                      |
| Exponierte Bevölkerung                                                                      | Abgelegen (< 100 Einwohner)                                                                       | Ländlich (< 20'000 Einwohner)                                                                                 | Urban (> 20'000 Einwohner)                                                                                                                                                     |
| Industrielle oder kommerzielle Aktivität                                                    | Geringe Aktivität                                                                                 | Mittlere Aktivität<br>≥ 1 Firma mit 100 - 499 Angestellten<br>oder<br>≥ 1 Industrieanlage von besonderem Wert | Hohe Aktivität<br>≥ 5 Firmen mit 100-499 Angestellten<br>oder<br>≥ 2 Firmen mit über 500 Angestellten<br>oder<br>≥ 2 Industrieanlagen von besonderem Wert                      |
| Relevanz der Gebäude und Infrastrukturen                                                    | Keine Gebäude der Klasse II oder III (SIA, 2020)                                                  | keine Gebäude oder Infrastrukturen der Klasse III (SIA, 2020)                                                 | Gebäude oder Infrastrukturen der Klasse III (SIA, 2020)                                                                                                                        |
| Infrastrukturen mit beachtlichem Umweltrisiko                                               | Keine                                                                                             | -                                                                                                             | Eine oder mehr                                                                                                                                                                 |
| Nicht strukturell verstärktes Kulturerbe                                                    | < 5 % der Gebäude, die als wichtiges lokales, regionales oder nationales Kulturerbe gelistet sind | ≤ 10 % der Gebäude, die als wichtige lokales, regionales oder nationales Kulturgut gelistet sind              | > 10 % der Gebäude, die als wichtiges lokales, regionales oder nationales Kulturgut gelistet sind<br>oder<br>mind. ein Gebäude, das als internationales Kulturgut gelistet ist |
| Anfälligkeit für Sekundärrisiken                                                            | Sehr tief                                                                                         | Mässig                                                                                                        | Hoch                                                                                                                                                                           |
| Gesellschaftliche Faktoren                                                                  | 0 (wenig beunruhigend)                                                                            | 1 (beunruhigend)                                                                                              | 2 (sehr beunruhigend)                                                                                                                                                          |
| Risikopotential für die Bevölkerung                                                         | Keines                                                                                            | Besteht                                                                                                       | Signifikant                                                                                                                                                                    |
| Verletzliche oder sich stark widersetzen Interessengruppen                                  | Keine                                                                                             | Bestehen                                                                                                      | Signifikant                                                                                                                                                                    |
| Negative Erfahrungen mit ähnlichen Projekten                                                | Keine                                                                                             | Bestehen                                                                                                      | Signifikant                                                                                                                                                                    |
| Mangel an Vertrauen in Projektbetreiber oder Behörden                                       | Keine                                                                                             | Besteht                                                                                                       | Signifikant                                                                                                                                                                    |
| Vorteile für lokale Bevölkerung                                                             | Direkte Vorteile mit oder ohne finanzielle Entschädigung                                          | Nur finanzielle Entschädigung                                                                                 | Keine                                                                                                                                                                          |



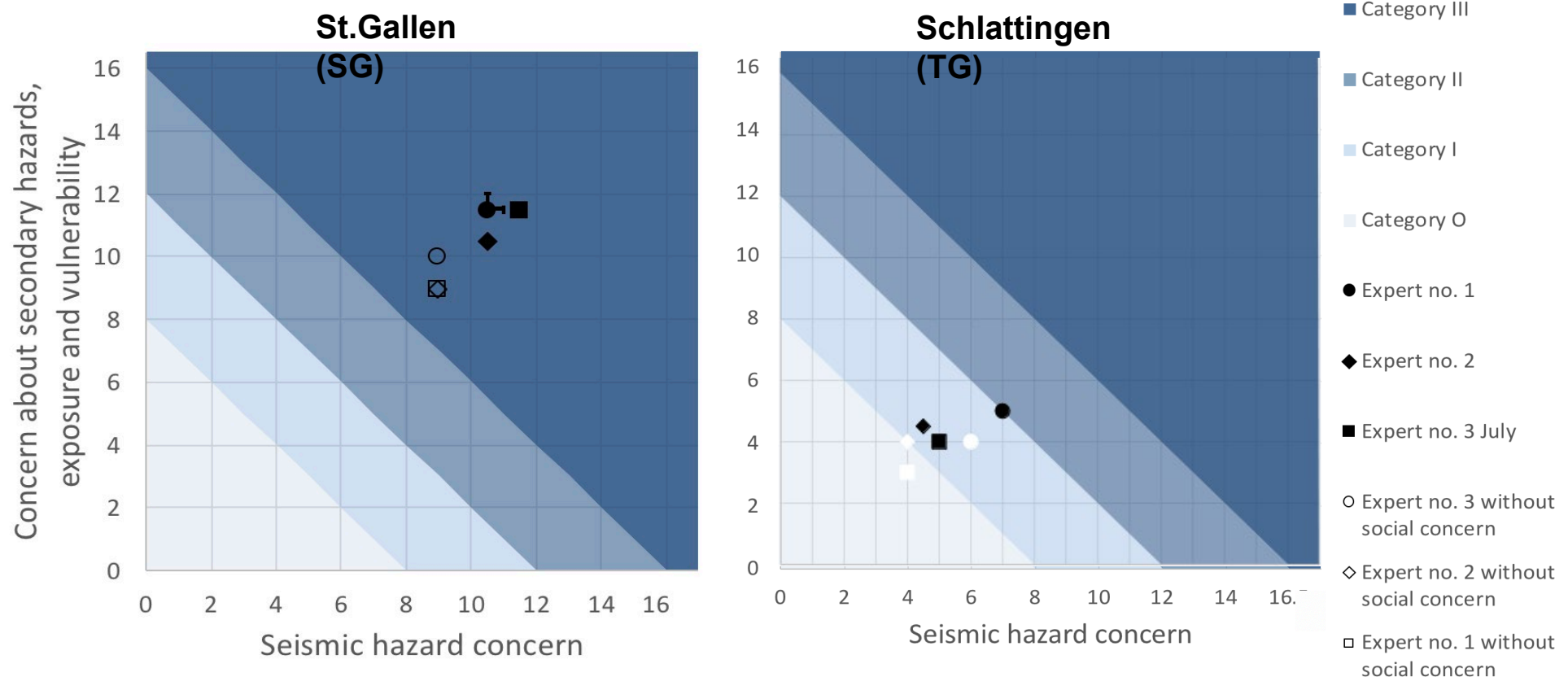
(Kraft et al., 2020)

\* <https://s.geo.admin.ch/8cb9c5fc86> (map.geo.admin.ch → Seismic zones; SIA, 2020)

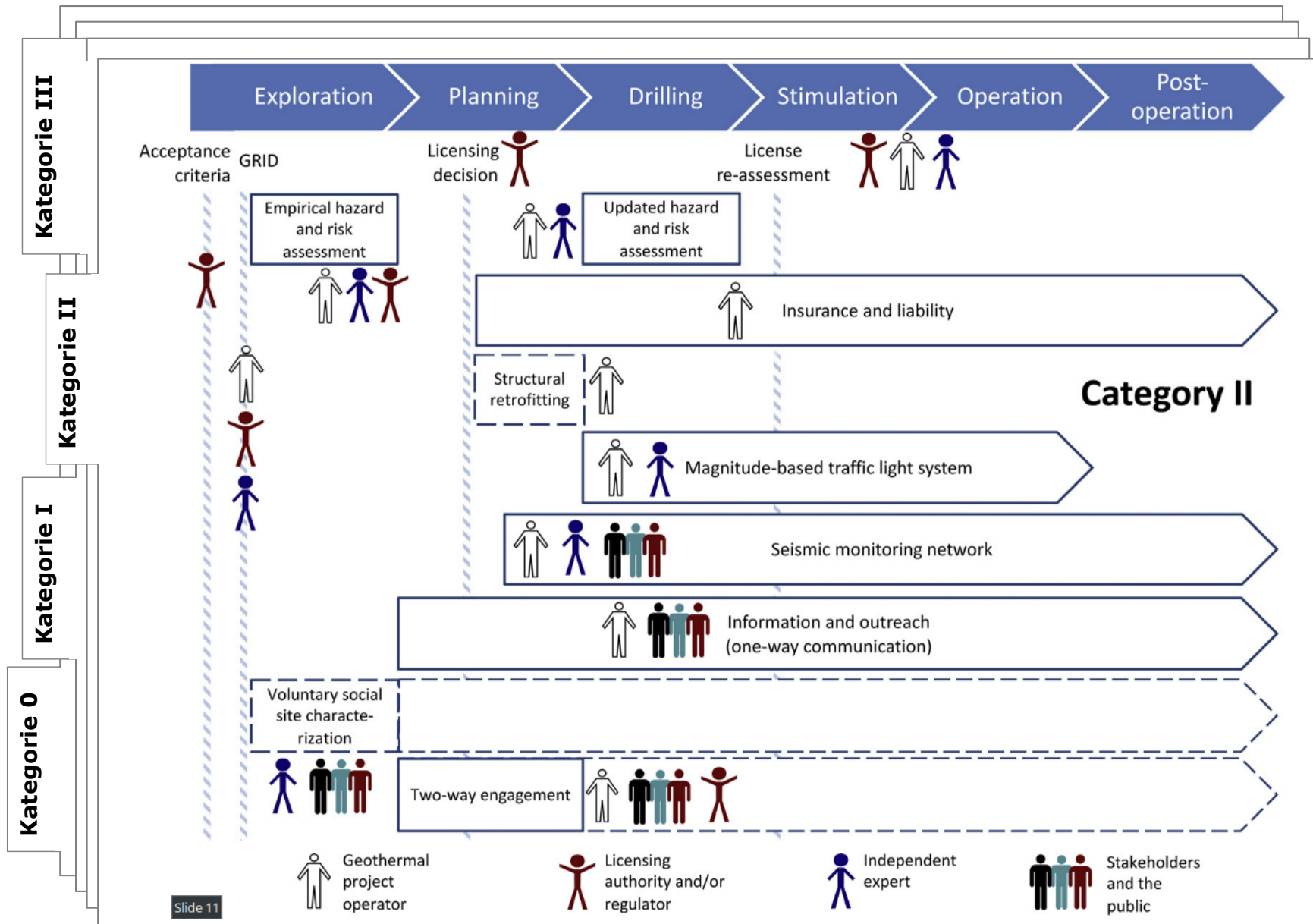
\*\* Wenn Baugrundklasse nicht definiert, kann Abb. 15 des ungekürzten Berichtes verwendet werden.

# Vorgeschlagene GRID-Klassifikation für Schweizer Projekte

- Unabhängige Bewertung durch drei Experten: lokale Behörde, Betreiber, SED
- Gemeinsame Diskussion der Ergebnisse
- Abschliessende unabhängige Anpassungen, wenn der Experte dies für notwendig hält.



# GRID: ein umfassendes Konzept für Risk Governance

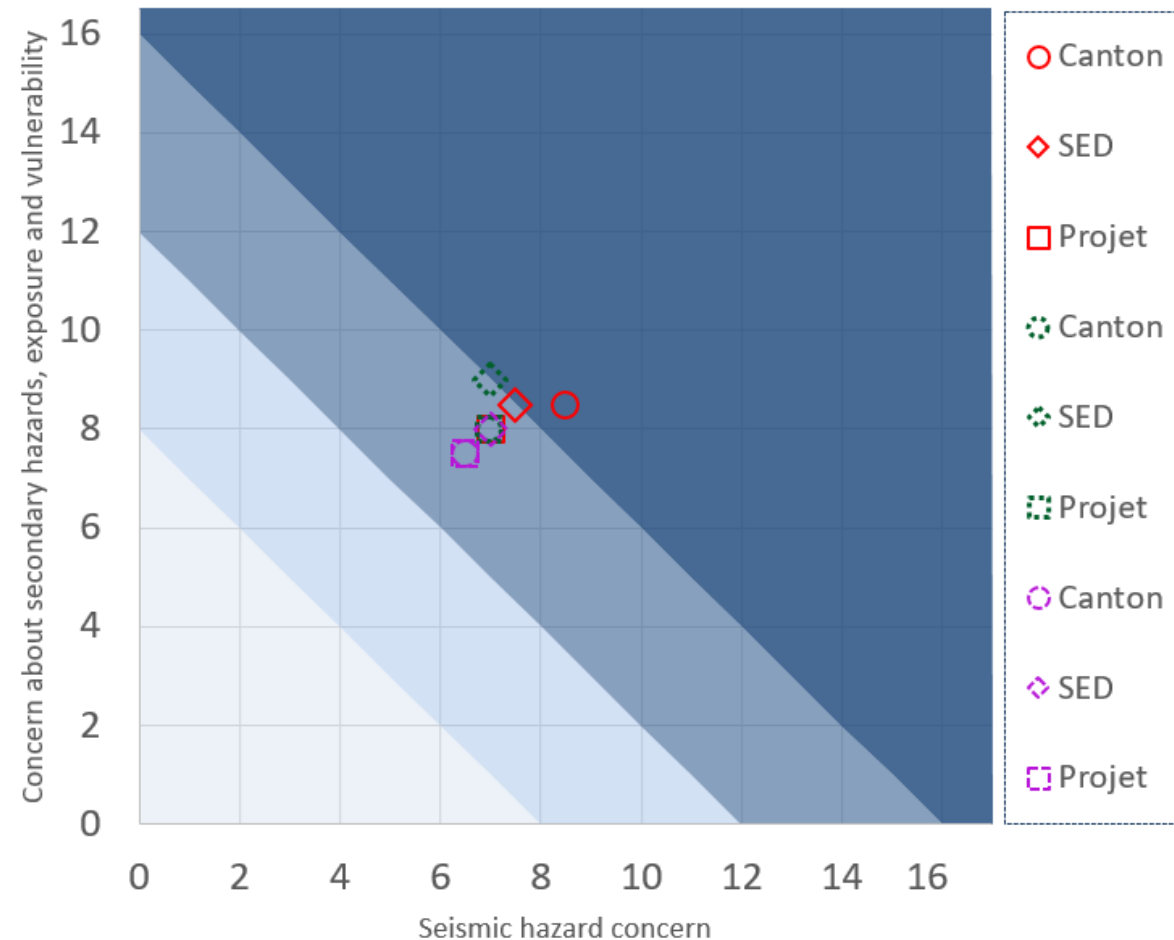


(Trutnevyte & Wiemer, 2017; Kraft et al., 2020, [DOI: 10.3929/ethz-b-000453228](https://doi.org/10.3929/ethz-b-000453228))

## GRID: Zusammengefasst

- Was GRID ist:
  - Ein Werkzeug zur 'objektiven' Projektkategorisierung
  - Eine Hilfe für Entscheidungsträger
  - Eine Möglichkeit, sich mit verschiedenen Risiko-relevanten Themen auseinanderzusetzen
  - Ein frühes Update für die verschiedenen Akteure
- Was GRID nicht ist:
  - Eine Risikostudie
  - Ein Projekt-begleitendes Werkzeug

**Drei Projekte im Kanton Waadt**





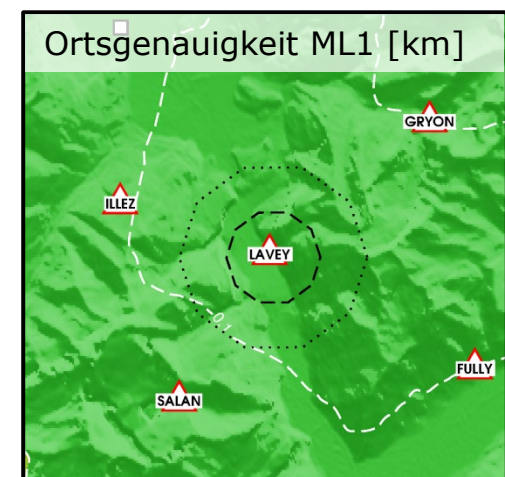
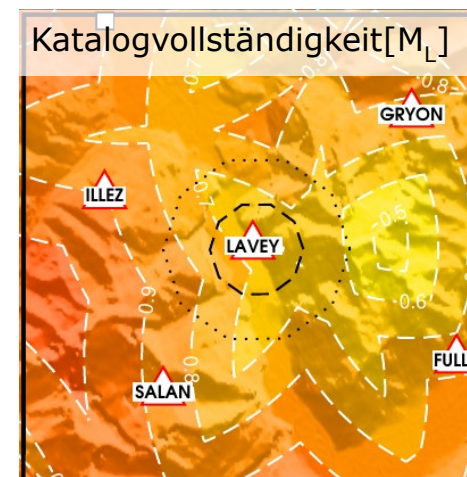
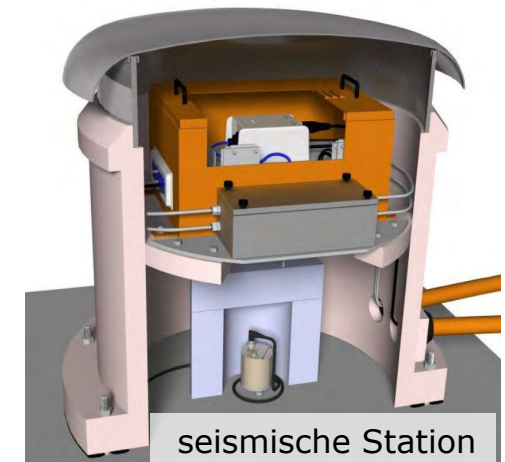
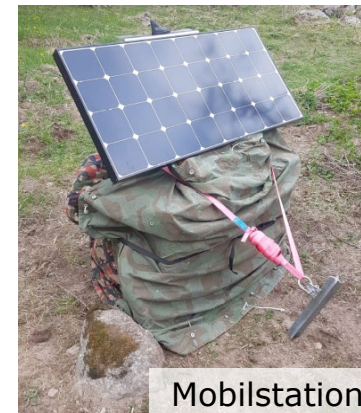
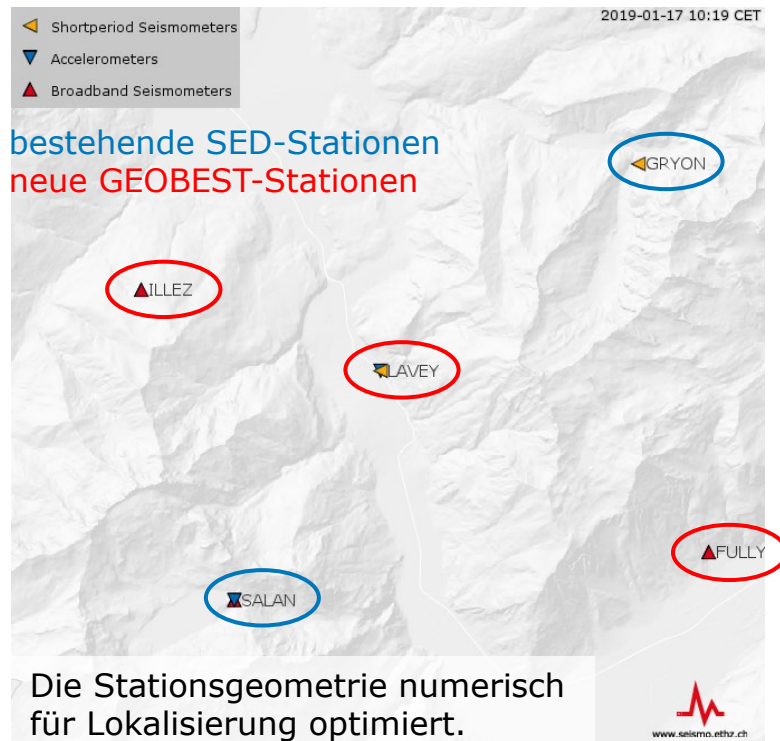
# GEOBEST2020+ seismologische Grundüberwachung



# GEOEBST2020+ seismische Grundüberwachung

## Projektspezifisches, seismologisches Grundüberwachungsnetz

- Soll im Umkreis von 5 km des Projektstandorts alle Erdbeben mit Magnituden  $ML \geq 1,0$  automatisch erkennen und mit einer Ortungsgenauigkeit von 500 m lokalisieren können.
- Nutzung vorhandener SED-Stationen (wo möglich)
- Offener Datenzugang über die FDSN-Webdienste des SED
- Archivierung auf redundanten SED-Servern

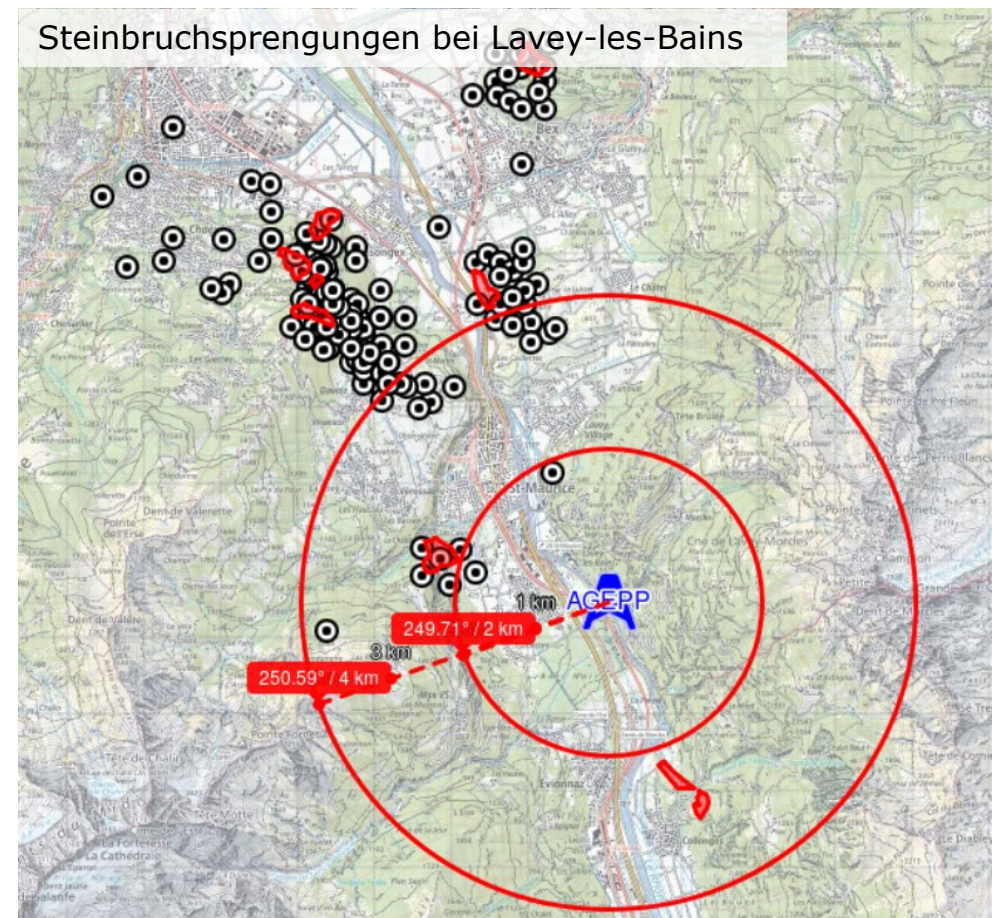
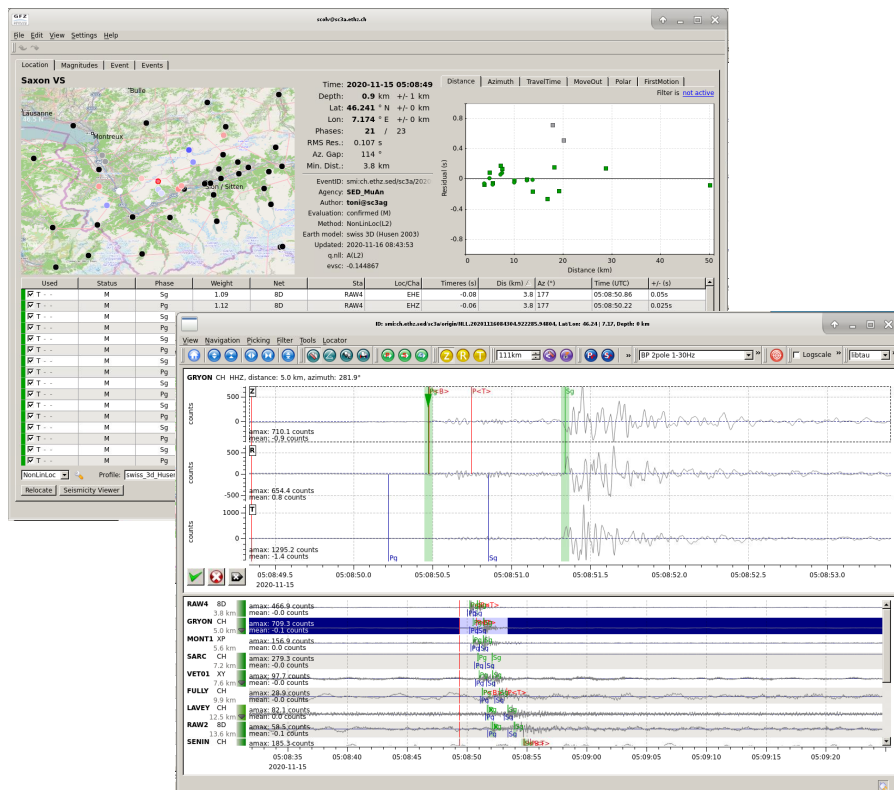


# GEOBEST2020+ seismische Grundüberwachung

## Automatische Verarbeitung und manuelle Überprüfung der seismologischen Daten

- Automatische Detektion und Lokalisierung innerhalb von ~60 sec nach dem Erdbeben
- Manuelle Überprüfung im Rahmen der täglichen Routineanalyse der Seismizität in der Schweiz
- Stellt sicher, dass falsche automatische Detektion (Sprengungen oder Donner) erkannt und vom Alarmverfahren ausgeschlossen werden.

Manuelle Auswertung durch erfahrene Seismolog\*innen

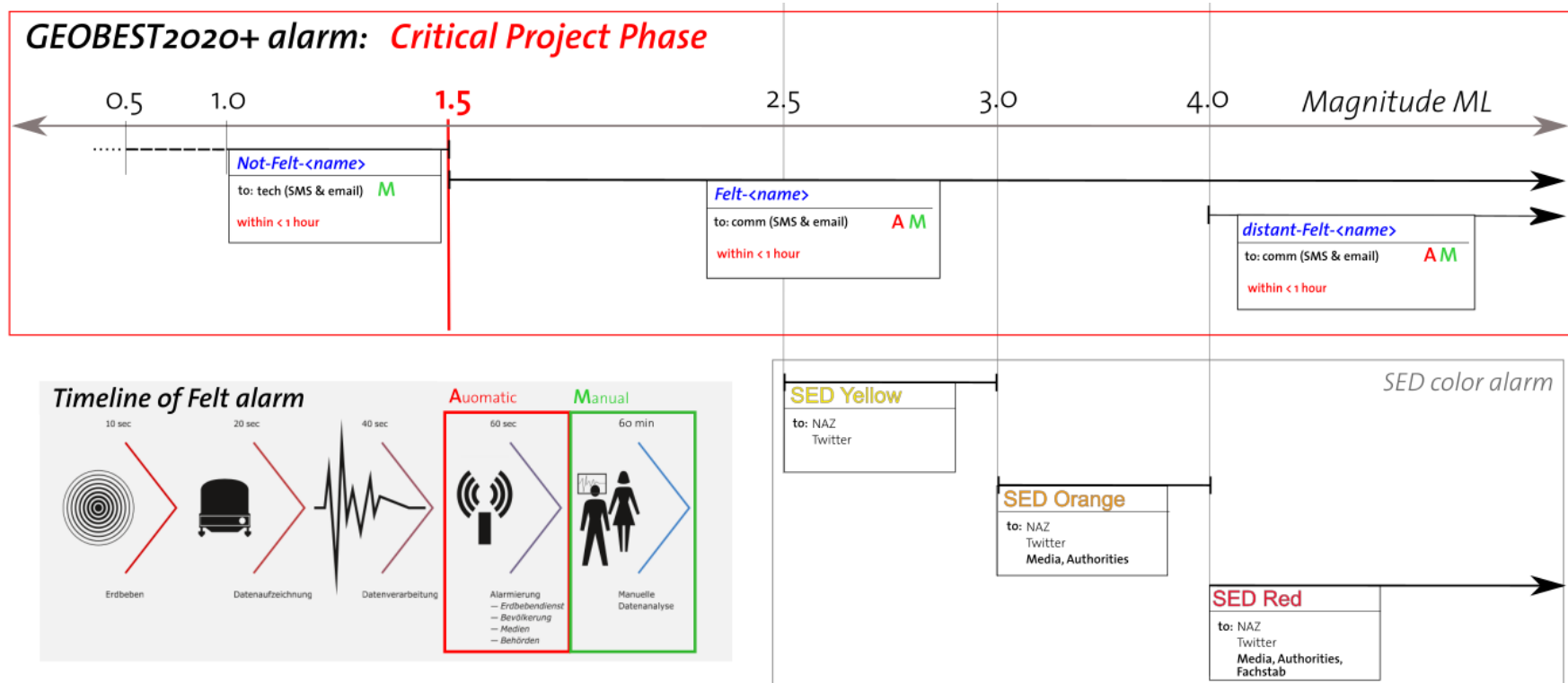




# GEOBEST2020+ seismische Grundüberwachung

## Erdbebenalarmierung per SMS/E-Mail an die vom Kanton definierten Akteure

- Automatischen Alarm für Magnituden  $ML \geq 1.5$  innerhalb von  $\sim 60s$
- Aktualisierung mit manueller Auswertung innerhalb einer Stunde
- Manuelle Lokalisierung aller detektierter Erdbeben innerhalb eines Arbeitstages
- Verkürzte Reaktionszeiten für die manuelle Überprüfung während kritischer Projektphasen.



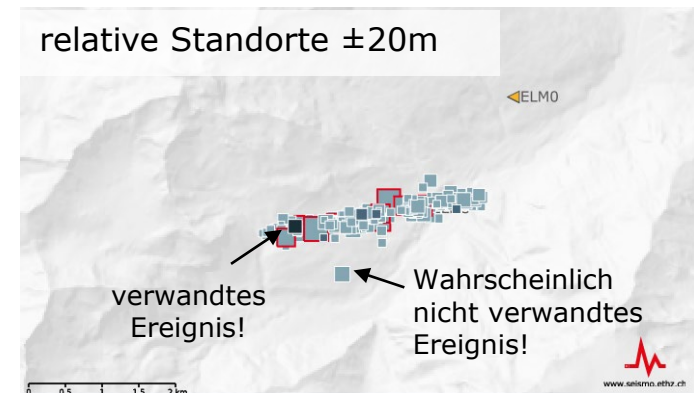
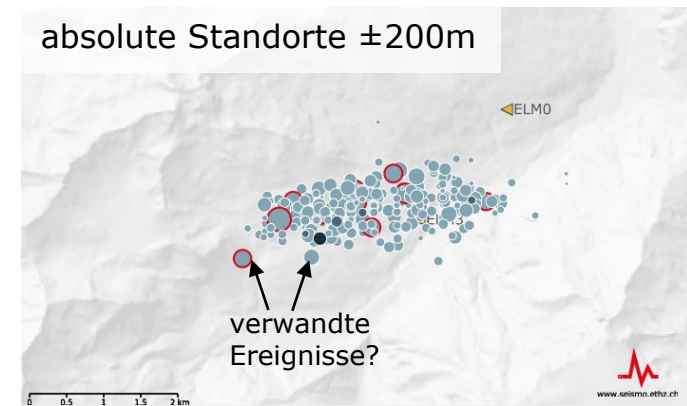
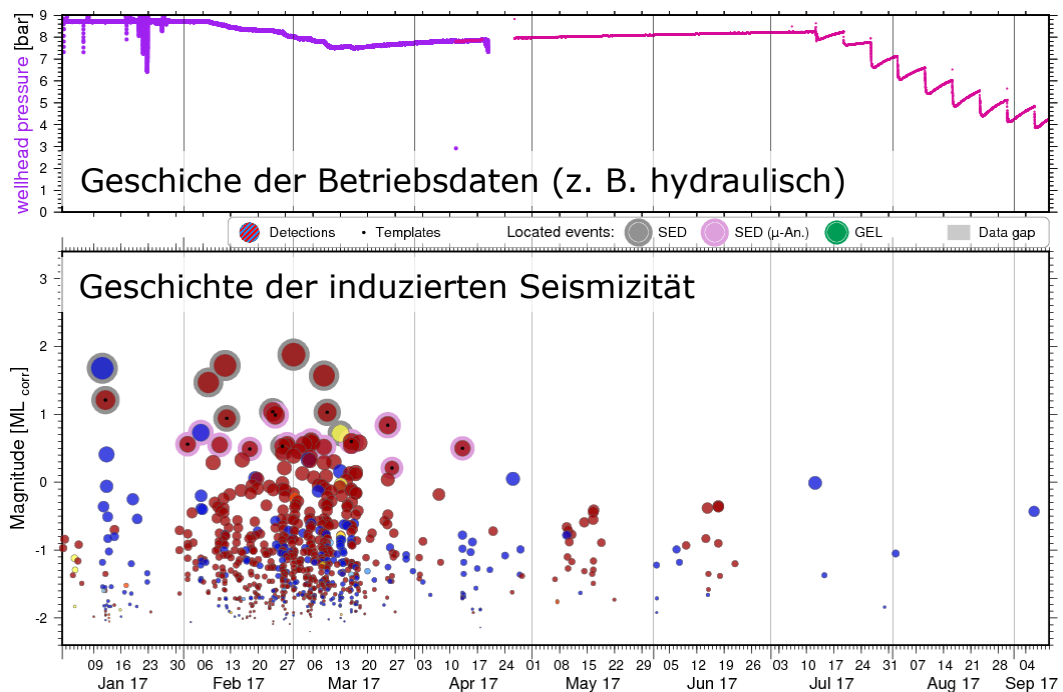
group "tech": technical interest group (SED + Operator + ??)

group "comm": safety and communication related interest group: tech + Canton + ??

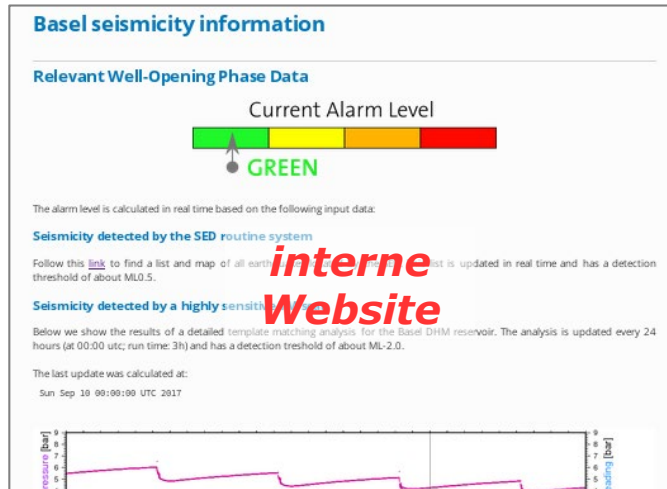
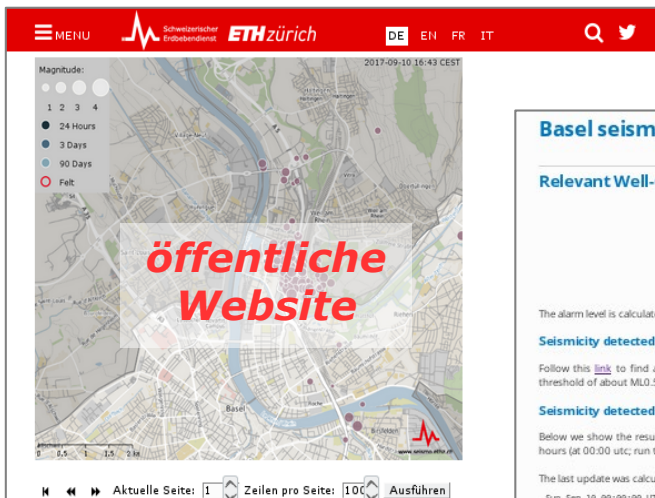
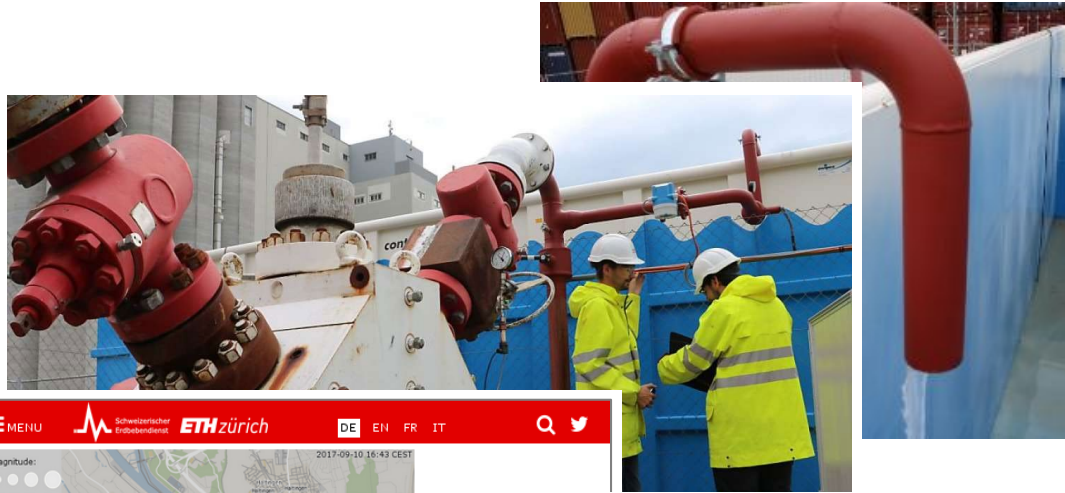
# GEOBEST2020+ seismische Grundüberwachung

## Schnelle erste Einschätzung, ob Beben natürlich oder induziert

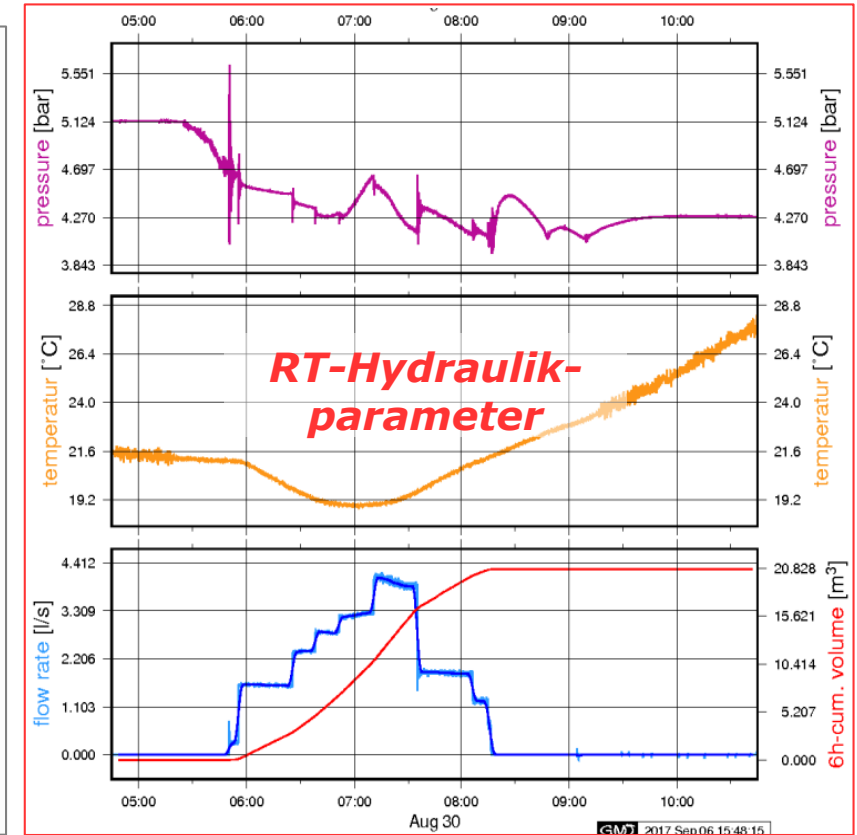
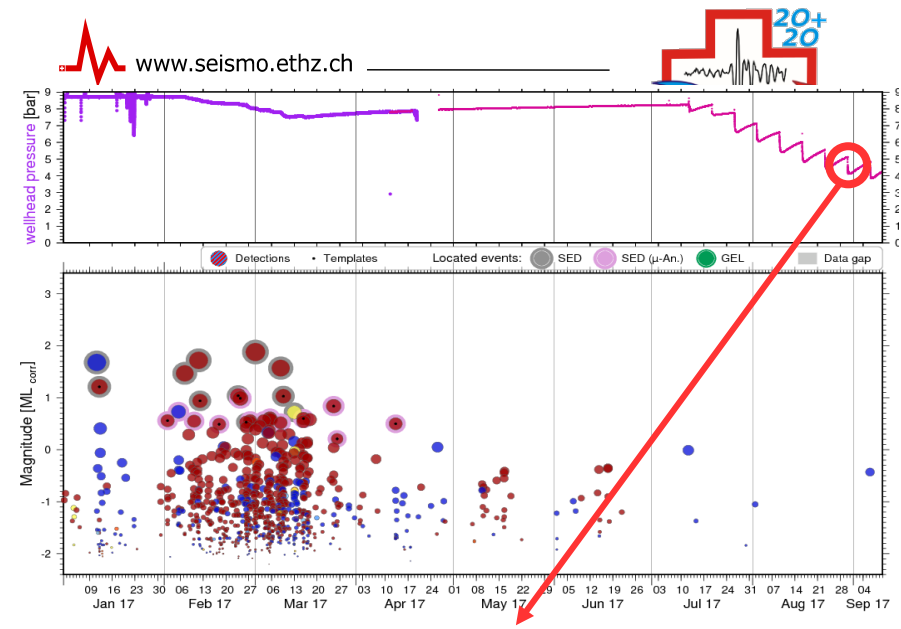
- SED übermittelt dem Kanton eine vorläufige Beurteilung relevanter Erdbeben nahe eines Tiefengeothermieprojekts
- Bewertung auf Grundlage des Ortes und der Tiefe des Ereignisses sowie der seismischen und operativen Geschichte des Projekts
- Relevante Informationen für die öffentliche Kommunikation und den Betrieb des Ampelsystems rasch vorhanden.



# Beispiel seismische Grundüberwachung



## Zeitlicher Ablauf der Auswertung



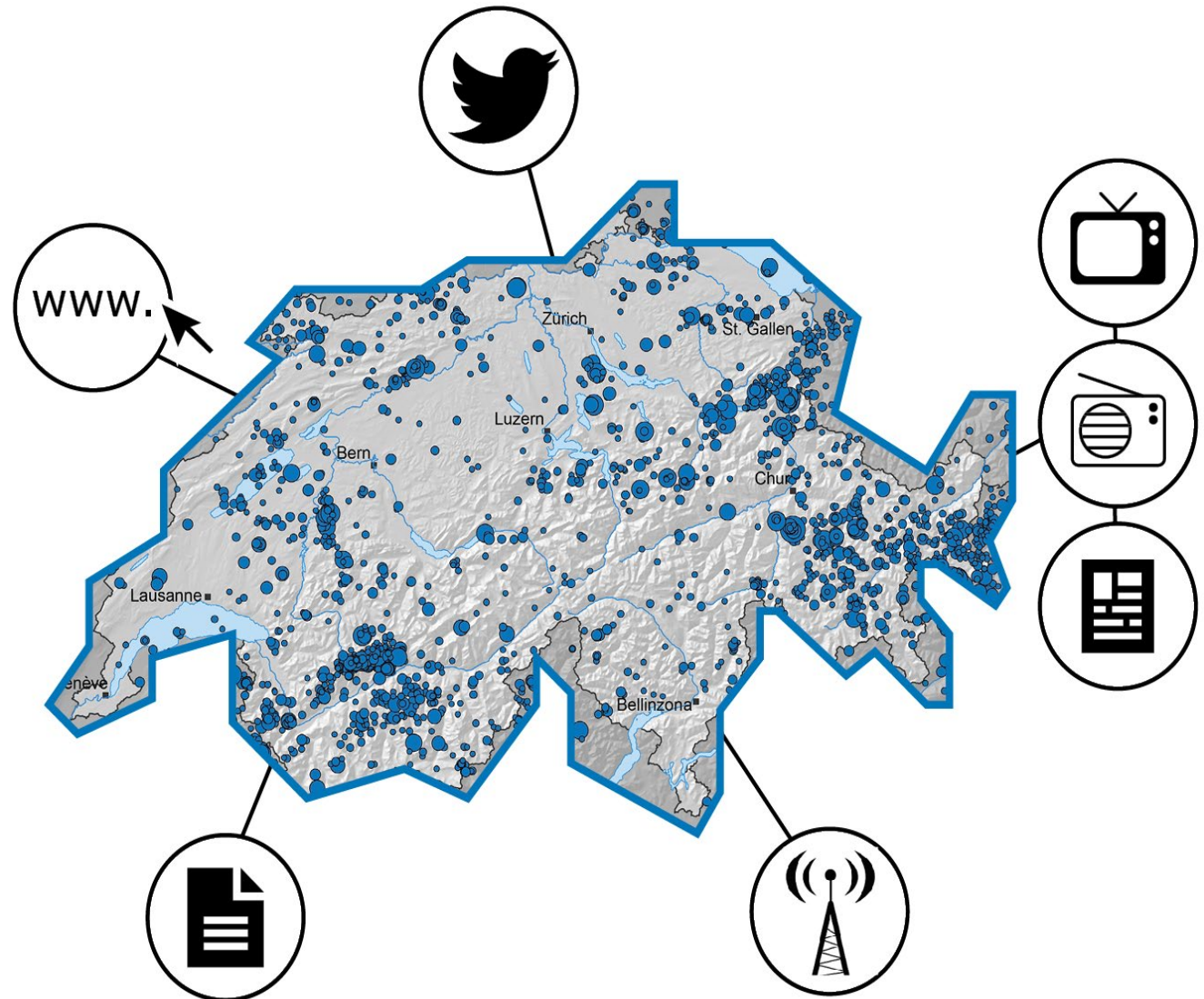




# SED-Kommunikation über Tiefengeothermie

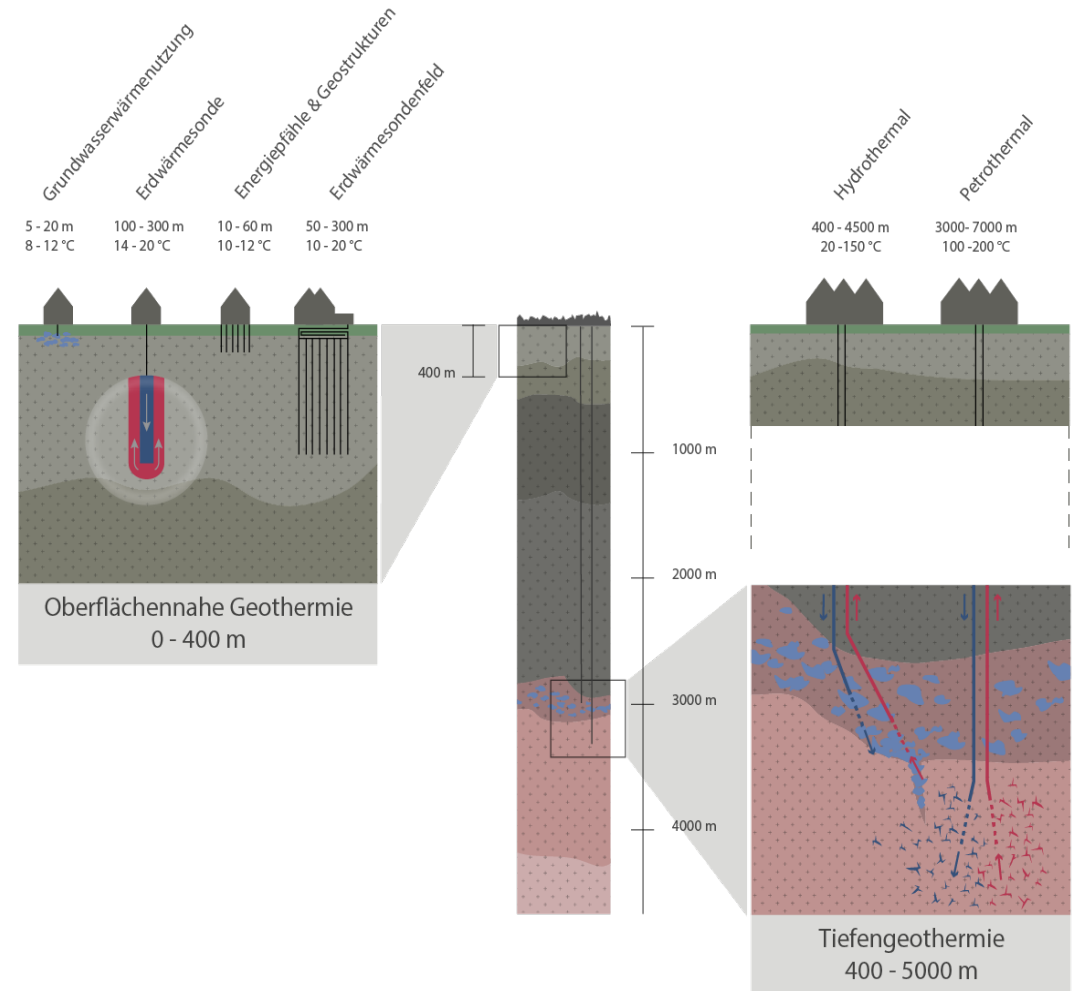
## Wie informiert der SED in Zusammenhang mit Geothermieprojekten?

- Hintergrundinformationen
- Ereignisinformationen
- Projektinformationen



## Hintergrundinformationen

- Abrufbar auf der [Webseite](#) des SED
- Geothermie kurz erläutert
- Zentrale Informationen über Erdbeben in Zusammenhang mit Geothermie
- SED fokussiert auf Tiefengeothermie
- Informationen zur Rolle des SED



## Ereignisinformationen

- Erste automatische Information nach ca. 60 Sekunden auf der Webseite
- Ab einer Magnitude von 2.5
  - Nationale Alarmzentrale NAZ
  - SED Twitter Accounts
  - MeteoSchweiz App
  - Naturgefahrenportal des Bundes
- Ab einer Magnitude von 3
  - Information Medien und Behörden via Mailverteiler
- Spezialalarme
  - Nach Absprache für kantonale Behörden oder Betreiber





## Ereignisinformation

- Für alle verspürten Beben wird bei Bedarf ein Webbeitrag erstellt.
  - 20 oder mehr Verspürtmeldungen
  - grosses / allgemeines Interesse
  - Schäden möglich
  - ab Magnitude 3
- SED informiert GEOBEST2020+ Partnerkantone nahezu in Echtzeit (24/7) über ein solches Ereignis und die vom SED veröffentlichten Informationen.
- Möglicher Zusammenhang mit einem Tiefengeothermieprojekt wird erst nach eingehender manueller Überprüfung der Bebedaten und in Absprache mit den Fachpersonen in diesem Gebiet kommuniziert.
- SED beantwortet Medien- und Bevölkerungsanfragen und leitet Fragen zu projektspezifischen Themen direkt an die richtige Stelle beim Kanton weiter.

20.07.2013

Erdbeben bei St. Gallen deutlich verspürt



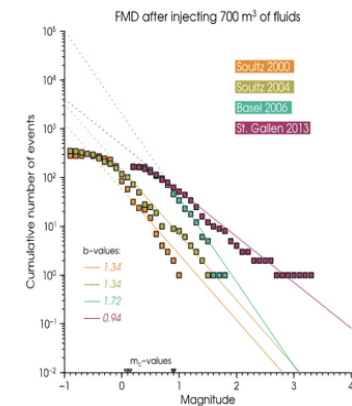
28.08.2013

Erste Untersuchungsergebnisse des SED zum Geothermieprojekt in SG

Der Schweizer  
20. Juli 2013  
4 km bei St. G  
verspürt. Leicl  
Tiefe nicht aus

Das Erdbeben  
und Stimulatio  
St. Gallen. Schl  
Nähe des Boh  
Nacht vom 19  
Ein erstes etw  
morgens am 2  
unmittelbaren

Weiterlesen...

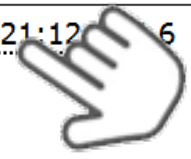


Im Nahfeld des Bohrturms registrierte das seismische Netzwerk des Schweizerischen Erdbebendienstes bis am 27. August 2013 622 Erdbeben mit Magnituden zwischen -1.7 und 3.5. Die seismische Aktivität hat seit dem 14. Juli erwartungsgemäss kontinuierlich abgenommen, wobei die Anzahl registrierter Ereignisse von Tag zu Tag leicht variiert. Die Wahrscheinlichkeit für ein weiteres, spürbares Erdbeben beträgt in den kommenden zwölf Monaten ohne weitere Eingriffe im Untergrund zehn bis zwanzig Prozent. Für ein Beben mit einer Magnitude von 3.5 oder grösser liegt sie zwischen einem und drei Prozent.

## Übersicht Bebeninformationen

- Eintrag auf der Liste auf der Startseite  
[www.seismo.ethz.ch](http://www.seismo.ethz.ch)
- Klick auf Datum für zu einer Detailansicht
- Ab Magnitude 2.5 wird eine ShakeMap angezeigt. Sie bildet die instrumentelle Intensität ab und ermöglicht eine erste Beurteilung der Auswirkungen
- Instrumentelle Intensität basiert auf den aufgezeichneten Bodenbewegungen an verschiedenen Stationen
- Steht 3 bis 5 Minuten nach einem Ereignis zur Verfügung
- Klick auf Karte führt zur interaktiven Ansicht

2017-03-06 21:12 6



Linthal GL

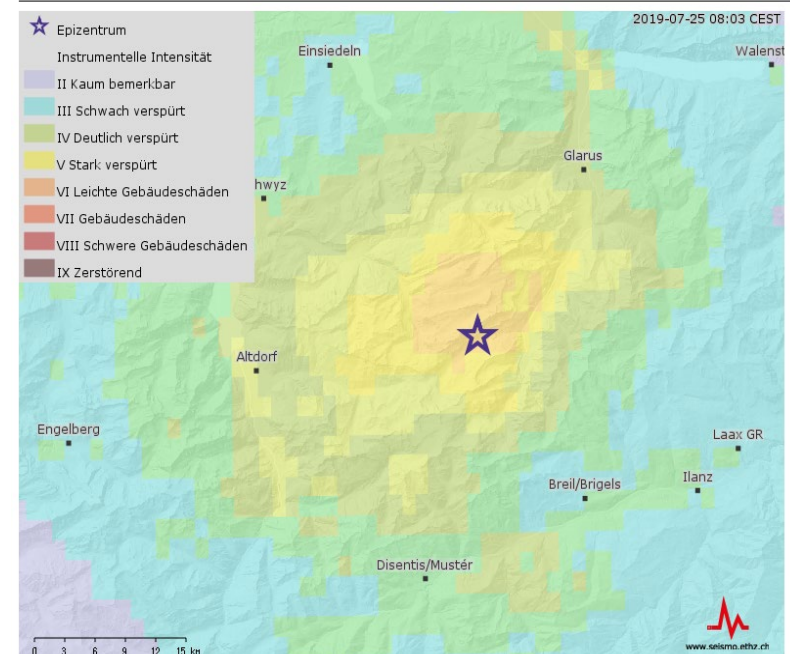
### Erdbeben

#### Ereignisinformationen

**Karte** Details Daten Erdbebenmeldung

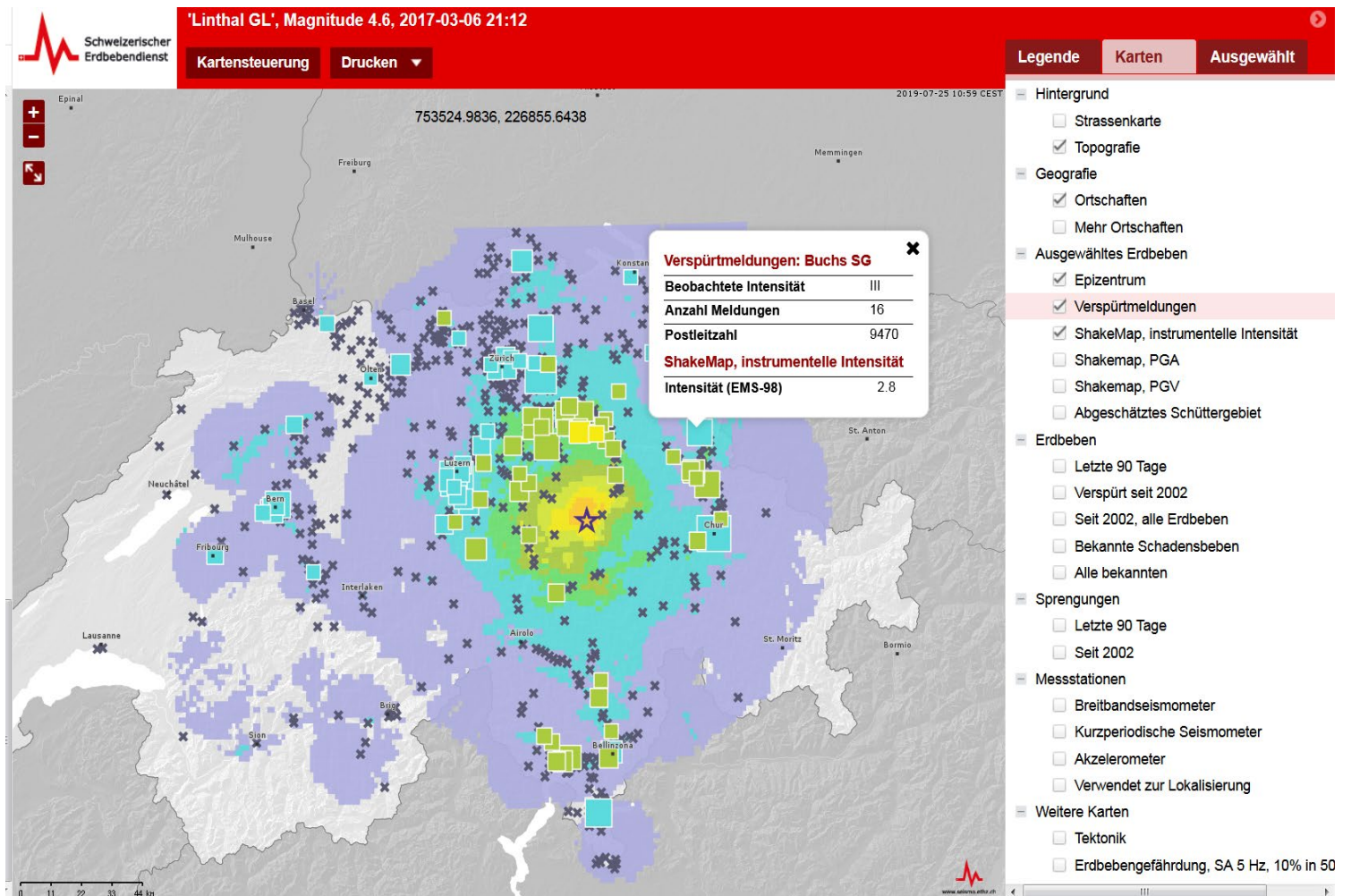
Ereignis vom 2017-03-06 21:12, Linthal GL, Magnitude 4.6

Klicken Sie auf die Karte für eine interaktive Darstellung



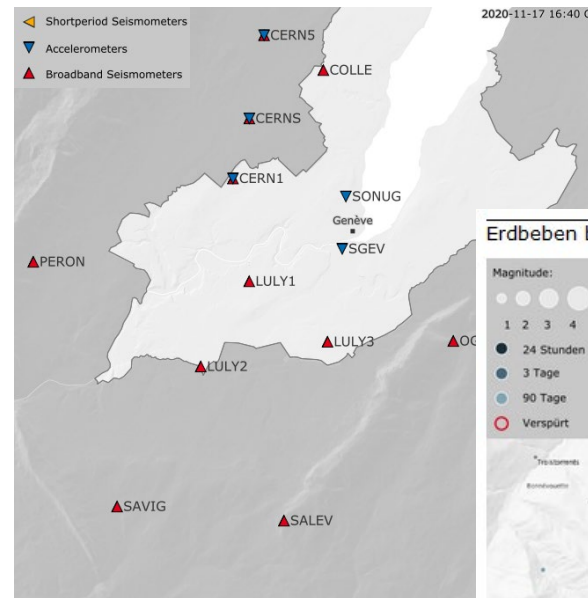
## Bebeninformationen auf interaktiver Karte

- Einblenden von weiteren Informationen wie...
  - Verspürtmeldungen
  - Erdbeben
  - Messstationen
  - Etc.

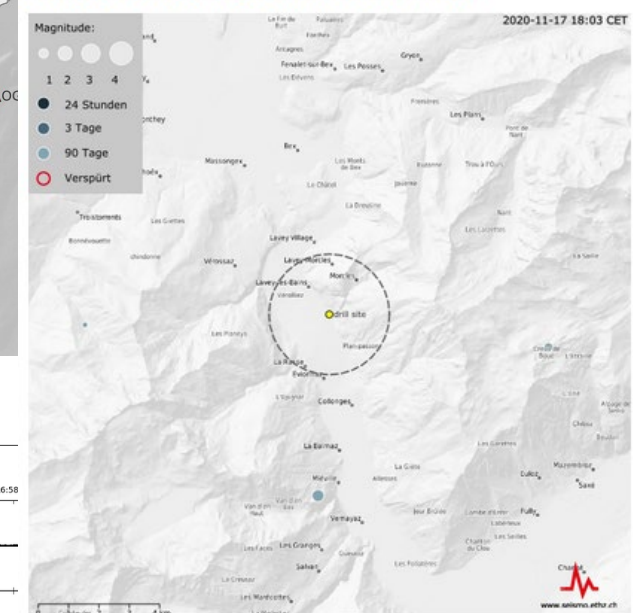


## Projektinformationen

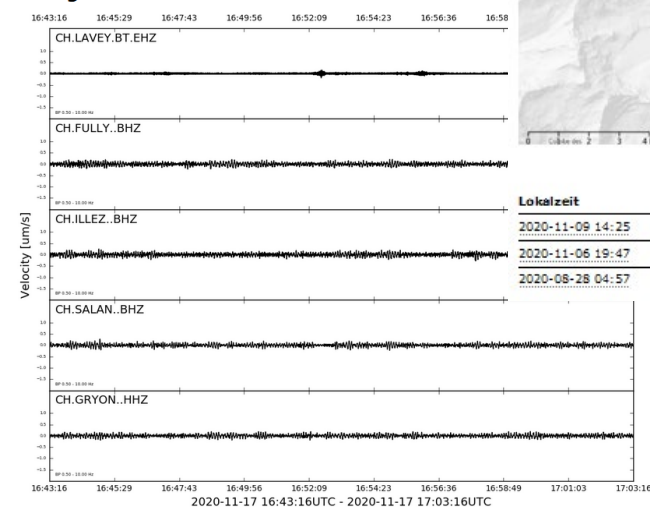
- Nur für Projekte, für in GEOBEST2020+ Partnerkantone
- Einheitliche Struktur
- Ausführliche, unabhängige, öffentlich zugängliche Dokumentation



Erdbeben bei Lavey-les-Bains, letzte 90 Tage



Seismogramme der letzten 20 Minuten



| Lokalzeit        | Magnitude | Ort         | Tiefe | Breite | Länge |
|------------------|-----------|-------------|-------|--------|-------|
| 2020-11-09 14:25 | 1.6       | Martigny VS | 6.8   | 1.6    | 7.02  |
| 2020-11-06 19:47 | 0.9       | Saxon VS    | 5.8   | 0.9    | 7.12  |
| 2020-08-28 04:57 | 0.2       | CHAMPERY VS | 4.7   | 0.2    | 6.92  |



# Projektbeschreibung

## ERDBEBEN

### Geothermie Lavey-les-Bains

#### Projekt

Im Rahmen des Forschungsprojektes GEOBEST-CH überwacht der Schweizerische Erdbebendienst (SED) an der ETH Zürich mit drei zusätzlichen Messstationen das hydrothermale Geothermieprojekte in Lavey-les-Bains (VD) im Rhonetal. Ziel der Überwachung ist einerseits, die Kenntnisse über die natürliche, lokale Seismizität zu verbessern, bevor ab 2019 das Bohrloch erstellt und anschliessend die Anlage betrieben wird. Andererseits soll die Überwachung dabei helfen, Erdbeben schnell und genau zu detektieren sowie abzuklären, ob diese in Zusammenhang mit dem Geothermieprojekt stehen oder natürlichen Ursprungs sind.

Die Firma AGEPP (Alpine Geothermal Power Production) plant in Lavey-les-Bains (VD) im Rhonetal ein hydrothermales Tiefengeothermieprojekt mit einem bis zu 3'000 Metern tiefen Bohrloch. Dies dient dazu, natürlich vorhandenes, heisses Wasser aus der Tiefe zu fördern, um Strom und Wärme zu produzieren. Eine Besonderheit des geplanten Projekts besteht darin, dass geothermales Wasser zwar aus dem Untergrund entnommen, aber nicht wieder zurückgepumpt wird. Das abgekühlte und gereinigte Thermalwasser wird anschliessend dem Wasserkraftwerk Lavey und damit der Rhone zugeleitet. Da in der Vergangenheit induzierte Beben bei Tiefengeothermieprojekten primär beim Einpressen von Wasser in den Untergrund aufgetreten sind, ist gemäss Risikostudie des Betreibers und Einschätzung des Kantons und SED, das Risiko von induzierten Beben bei diesem Projekt geringer als bei den vergangenen Tiefengeothermieprojekten in Basel und St. Gallen.

Weitere Informationen über das Geothermieprojekt: [www.agepp.ch](http://www.agepp.ch).



#### Mehr erfahren

[Das Überwachungsnetz nahe Lavey-les-Bains](#)

[Natürliche, lokale Seismizität Lavey-les-Bains](#)

[Erdbebenliste nahe Lavey-les-Bains](#)

[Echtzeit-Seismogramme Lavey-les-Bains](#)

#### Geothermie in der Schweiz

[Genfer Becken, 2019](#)

[Vinel, 2019](#)

[Lavey-les-Bains, 2019](#)

[St. Gallen, 2013](#)

[Basel, 2006](#)

[Geothermie in Kürze](#)

[Geothermie und induzierte Erdbeben](#)

[Massnahmen zur Eindämmung induzierter Seismizität](#)

# Erdbebenüberwachung

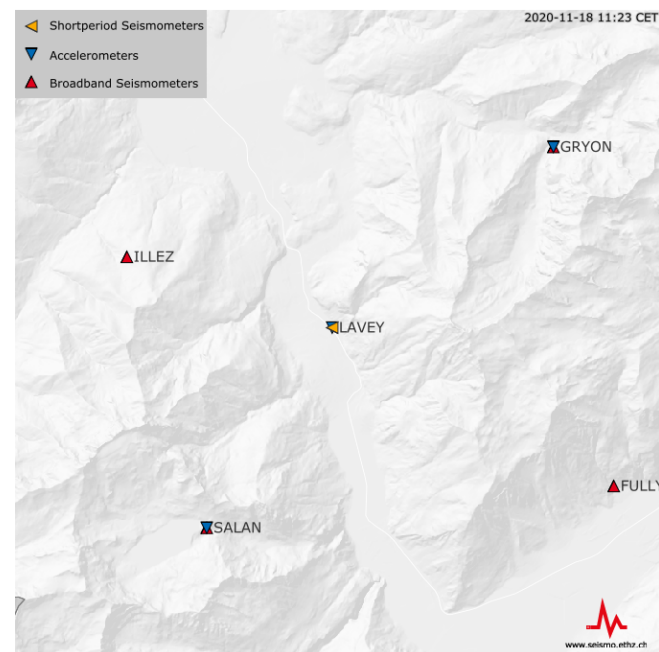
## ERDBEBEN

### Geothermie Lavey-les-Bains

#### Erdbebenüberwachung

Das Anfang 2018 neu installierte Überwachungsnetz besteht aus zwei Oberflächenstationen und einer Bohrlochstation. Die zwei Oberflächenstationen (ILLEZ und FULLY) wurden im Umkreis von etwa 5 Kilometern um die Tiefbohrung positioniert, so dass sie das bestehende SED-Netzwerk optimal ergänzen. Die Bohrlochstation (LAVEY) wurde nahe der Tiefbohrung in einem bereits bestehenden, 170 Meter tiefen Bohrloch des Thermalbads Lavey-les-Bains installiert. An diesem Standort wurde zusätzlich ein Starkbebensensor an der Oberfläche aufgebaut.

#### Seismische Stationen nahe Lavey-les-Bains





# Erdbeben in der Region

## Natürliche lokale Seismizität

Aus den historischen Erdbebenbeobachtungen der vergangenen 400 Jahre sowie den instrumentellen seismologischen Daten der letzten 30 Jahre geht klar hervor, dass das untere Rhonetal zwischen Martigny und dem Genfersee eine nicht zu vernachlässigende, natürliche Erdbebenaktivität aufweist. Davon zeugen Erdbeben wie jenes bei Aigle (1584), dem Lac d'Emosson oder im Mont Blanc Massiv (1905), die eine makroseismische Intensität von VII erreichten und somit als Schadenbeben einzustufen sind. Die deutlich schwächeren aber oberflächennahen Erdbebenserien im Val d'Iliez der Jahre 1953/54 und 1994/96 stehen in Zusammenhang mit dem Befüllen des Lac de Salanfe. Sie zeigen, dass die Erdkruste in diesem Bereich unter Spannung steht und unter Umständen bereits kleinere Störungen des Spannungsfeldes oder der hydrologischen Verhältnisse genügen, um seismische Ereignisse auszulösen.

Im Grundsatz gilt, dass Tiefengeothermieprojekte grosse, aktive tektonische Verwerfungen nicht direkt hydraulisch zu beeinflussen sollten. Obwohl in den Jahren 2005/06 sehr kleine, wahrscheinlich oberflächennahen Beben bei Lavey-Village aufgetreten sind, kann im unmittelbaren Umfeld von Lavey-les-Bains aufgrund der vorhandenen seismologischen Daten keine aktive Verwerfungszone identifiziert werden. Der verfügbare Zeitraum von wenigen Jahrzehnten ist jedoch im Vergleich zu den Wiederkehrzyklen von Erdbeben auf einer bestimmten Verwerfung sehr klein (in der Schweiz betragen diese oft tausende bis zehntausende von Jahren). Die lokale seismologische Überwachung ermöglicht, bereits kleinste Veränderungen in der natürlichen Seismizität schnell zu erfassen und zu beurteilen, ob möglicherweise ein Zusammenhang mit den geotechnischen Aktivitäten im Rahmen des Geothermieprojektes besteht. Der SED informiert AGEPP sowie die Öffentlichkeit in Echtzeit über solche Veränderungen.

# Echtzeitseismogramme

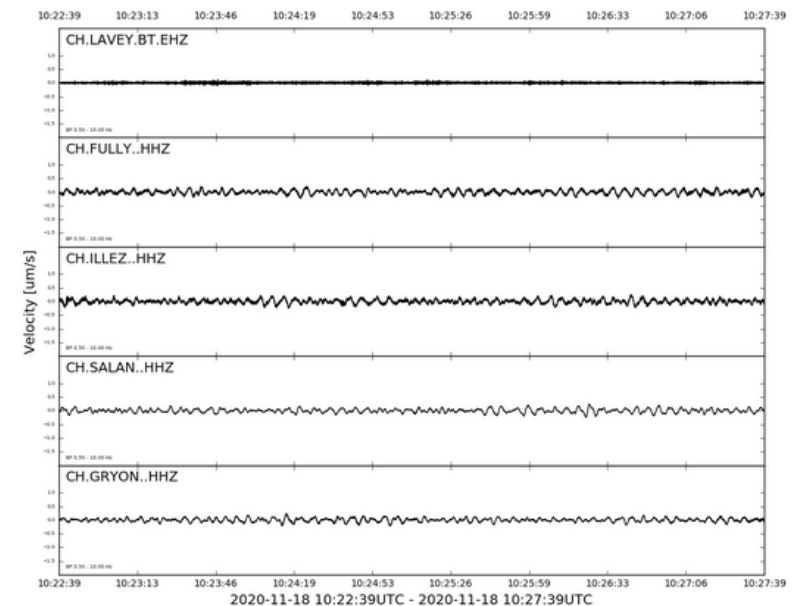
## Echtzeitseismogramme

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen die Seismogramme der Überwachungsstationen im Raum Lavey-les-Bains. Die Seismogramme geben den zeitlichen Verlauf der Bodenbewegung (Schwinggeschwindigkeit) wieder, der innerhalb der letzten fünf Minuten an den Erdbebenstationen LAVEY.BT (GEOBEST), FULLY (GEOBEST), GRON (SDSNet) ILLER (GEOBEST) und SALAN (SDSNet) aufgezeichnet wurden.

Die auf den horizontalen Achsen angegebenen Zeiten entsprechen der Weltzeit (UTC). In der Schweiz gilt als Normalzeit die Mitteleuropäische Zeit (MEZ), bei der der UTC eine Stunde hinzugefügt wird. Während der Mitteleuropäischen Sommerzeit (MESZ) beträgt der Zeitunterschied zur UTC plus zwei Stunden.

Die vertikalen Achsen zeigen die Bodengeschwindigkeiten in Mikrometern pro Sekunde ( $\mu\text{m/s}$ ) an. Die Seismogramme werden vor der Darstellung gefiltert (Bandpassfilter von 2 bis 10 Hz), um kleine lokale Erdbeben besser sichtbar zu machen.

## Seismogramme der letzten 5 Minuten



# Erdbebenliste



## GeoThermie Lavey-les-Bains

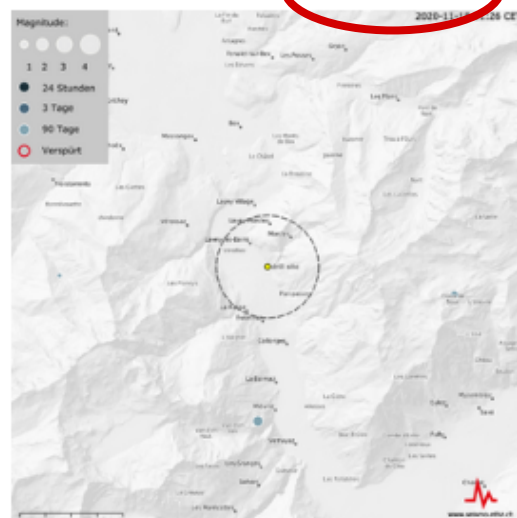
### Erdbebenliste

Folgende Karten und Listen zeigen die Erdbeben seit dem 01.01.2018 im Grossraum Lavey-les-Bains.

Die Liste enthält nur von Seismologinnen / Seismologen manuell überprüfte Lokalisierungen. Auf der Karte können auch aktuelle, automatische Lokalisierungen zu sehen sein. Bitte beachten Sie, dass automatische Lokalisierungen mit grossen Unsicherheiten (bis zu 5 km) behaftet sein können. Aufgeführt sind nur Beben, die sich in weniger als 10 Kilometern Tiefe ereignet haben. Bei Beben in grösseren Tiefen ist ein Zusammenhang mit dem überwachten GeoThermieprojekt sehr unwahrscheinlich. Der schwarze Kreis markiert den Radius von 2 km um das Bohrloch.

Die Erdbeben im Grossraum Lavey-les-Bains sind in der Regel Ausdruck der natürlich vorkommenden seismischen Aktivität und stehen nicht notwendigerweise im Zusammenhang mit dem GeoThermieprojekt der AGEP.

### Erdbeben bei Lavey-les-Bains, letzte 90 Tage



| Lokalzeit        | Magnitude | Ort         | Tiefe | Breite | Länge | Ereignis-Typ | Auswertung | Dienst |
|------------------|-----------|-------------|-------|--------|-------|--------------|------------|--------|
| 2020-11-09 14:25 | 1.6       | Mandigny VS | 6.6   | 1.6    | 7.02  | earthquake   | manual     | SED    |
| 2020-11-06 19:47 | 0.9       | Saxon VS    | 5.6   | 0.9    | 7.12  | earthquake   | manual     | SED    |
| 2020-08-28 04:57 | 0.2       | CHAMPERY VS | 4.7   | 0.2    | 6.92  | earthquake   | manual     | SED    |

### Mehr erfahren

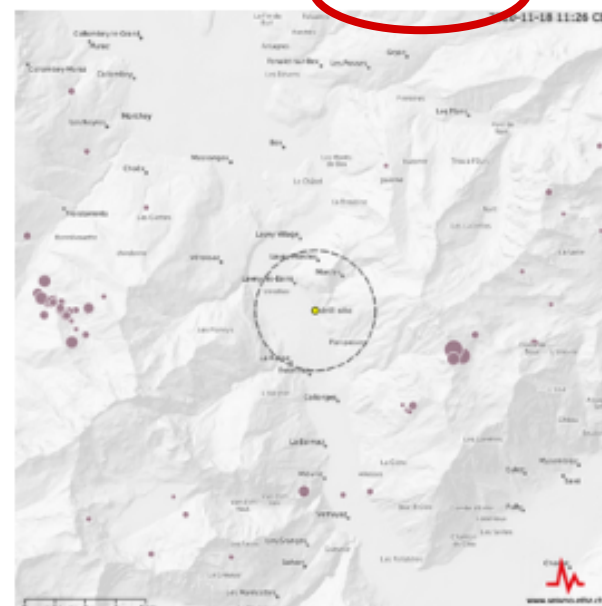
[Freizeitbeobachtungen Lavey-les-Bains](#)

[Das Überwachungsnetz nahe Lavey-les-Bains](#)

[Natürliche, lokale Seismizität Lavey-les-Bains](#)

[Seltene Seismogramme Lavey-les-Bains](#)

### Erdbeben bei Lavey-les-Bains seit 2018



Aktuelle Seite: 1 Zeilen pro Seite: 100 Ausfüllen

| Lokalzeit<br>S T | Magnitude<br>S T | Ort<br>S T  | Tiefe<br>S T | Breite<br>S T | Länge<br>S T | Ereignis-Typ<br>S T | Auswertung<br>S T | Dienst<br>S T |
|------------------|------------------|-------------|--------------|---------------|--------------|---------------------|-------------------|---------------|
| 2020-11-09 14:25 | 1.6              | Mandigny VS | 6.6          | 46.14         | 7.02         | earthquake          | manual            | SED           |
| 2020-11-06 19:47 | 0.9              | Saxon VS    | 5.6          | 46.19         | 7.12         | earthquake          | manual            | SED           |
| 2020-08-28 04:57 | 0.2              | CHAMPERY VS | 4.7          | 46.19         | 6.92         | earthquake          | manual            | SED           |
| 2020-07-28 00:43 | 1.9              | Saxon VS    | 6.3          | 46.18         | 7.08         | earthquake          | manual            | SED           |
| 2020-07-28 12:35 | 0.8              | CHAMPERY VS | 4.6          | 46.20         | 6.92         | earthquake          | manual            | SED           |
| 2020-07-03 19:00 | 0.2              | Mandigny VS | 2.6          | 46.14         | 7.03         | earthquake          | manual            | SED           |
| 2020-05-10 04:19 | 0.4              | Mandigny VS | 0.6          | 46.23         | 6.93         | earthquake          | manual            | SED           |
| 2020-05-03 09:13 | 0.8              | CHAMPERY VS | 4.6          | 46.20         | 6.92         | earthquake          | manual            | SED           |
| 2020-03-15 14:23 | 1.2              | CHAMPERY VS | 4.9          | 46.20         | 6.92         | earthquake          | manual            | SED           |
| 2020-03-15 13:35 | 0.8              | CHAMPERY VS | 4.7          | 46.20         | 6.91         | earthquake          | manual            | SED           |
| 2020-02-16 03:05 | 0.2              | Saxon VS    | 5.6          | 46.22         | 7.15         | earthquake          | manual            | SED           |
| 2020-02-10 09:25 | 1.0              | Saxon VS    | 5.6          | 46.22         | 7.15         | earthquake          | manual            | SED           |
| 2020-01-04 20:56 | 0.2              | CHAMPERY VS | 4.3          | 46.19         | 6.92         | earthquake          | manual            | SED           |
| 2019-12-24 00:27 | 0.6              | CHAMPERY VS | 4.9          | 46.20         | 6.92         | earthquake          | manual            | SED           |
| 2019-12-07 20:36 | 1.4              | CHAMPERY VS | 3.0          | 46.20         | 6.93         | earthquake          | manual            | SED           |

Danke für Ihre  
Aufmerksamkeit!



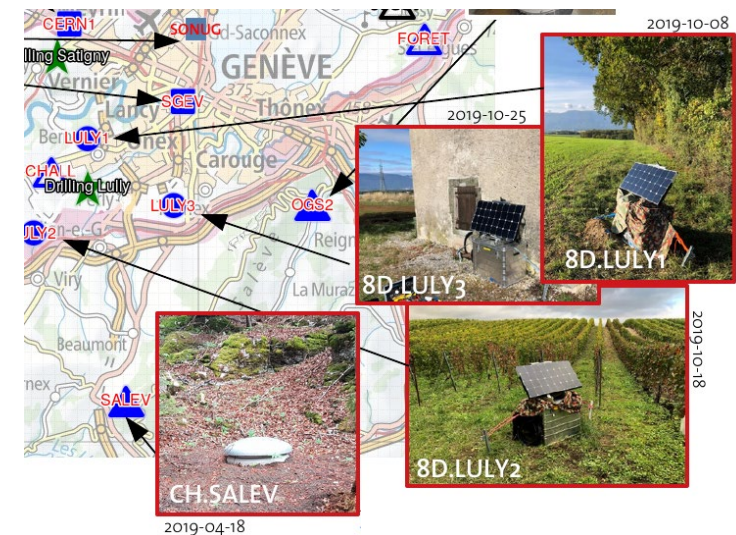
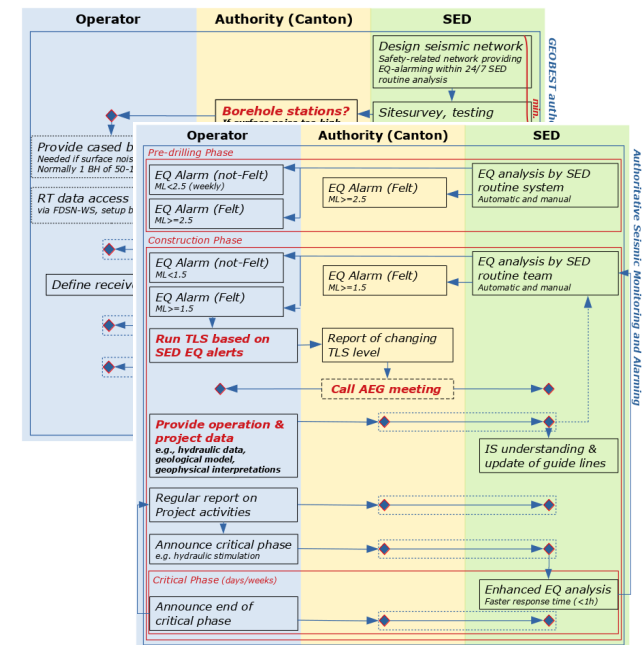
# Wie kann ich als Kanton an GEOBEST2020+ teilnehmen?



## Teilnahme an GEOBEST2020+

- Die Dienstleistungen, die der SED im Rahmen von GEOBEST2020+ anbietet, sind nicht durch den Grundauftrag des SED gedeckt.
- Ohne die finanzielle Unterstützung durch GEOBEST2020+, kann der SED diese Dienstleistungen derzeit nicht anbieten.
- Die Finanzierung des Projektes ist abhängig von der Nachfrage und vom Bedarf der kantonalen Behörden.
- Die seismologische Grundüberwachung wird durch die Instrumente des GEOBEST-Pools abgedeckt und muss mittel- bis langfristig geplant werden.
- Falls Sie kurz- oder langfristig Tiefengeothermie in Ihrem Kanton nutzen und dabei die beschriebenen Dienstleistungen des SED in Anspruch nehmen wollen, freuen wir uns auf ihre Kontaktaufnahme:

[geobest@sed.ethz.ch](mailto:geobest@sed.ethz.ch)



## Teilnahme an GEOBEST2020+

- Die GEOBEST2020+ Dienstleistungen sind für die Kantone in der Regel kostenfrei.

Nur aufwendige seismologische Detailanalysen und das Erstellen von Bohrungen (in der Regel nicht nötig) für die seismologische Grundüberwachung, sind derzeit nicht Teil von GEOBEST2020+.

- Kantone die GEOBEST2020+ Dienstleistungen in Anspruch nehmen wollen, schliessen einen Dienstleistungsvertrag mit dem Schweizerischen Erdbebendienst an der ETH Zürich ab.

Dieser stellt die beschriebenen Leistungen für den Kanton sicher und regelt den Informationsfluss zwischen den Hauptakteuren.

- Nehmen Sie mit uns Kontakt auf!

[geobest@sed.ethz.ch](mailto:geobest@sed.ethz.ch)

