

geologie-news



Paul Bossart

Editorial

Liebe Leserin, lieber Leser

Endlich ist es soweit: Nach rund zwei Jahren Bauzeit sind die Erweiterungsarbeiten im Felslabor Mont Terri in Saint Ursanne abgeschlossen: Wir haben das «Window of Opportunity» geschickt genutzt: Zusammen mit unseren 21 nationalen und internationalen Forschungspartnern haben wir ein neues Forschungsprogramm erarbeitet und die Erweiterung des Felslabors in Angriff genommen. Die Geschichte der sicheren Lagerung der radioaktiven Abfälle ist aber noch lange nicht fertig geschrieben. Das gilt auch für die CO₂-Lagerung im Untergrund. Die neuen Experimente im erweiterten Felslabor werden einen frischen Drive in diese Geschichte bringen. Und das wichtigste – die Besucherinnen und Besucher können sich auch weiterhin ein Bild davon machen, wie ein Tiefenlager funktioniert, welcher wissenschaftlich-techni-

sche Aufwand dahintersteckt und wieviel Anstrengung nötig ist.

Das Felslabor Mont Terri zählt zu den international führenden geologischen Felslabors zur Erforschung der Tiefenlagerung von radioaktiven Abfällen und der CO₂-Lagerung in Verbindung mit Tongesteinen. Es befindet sich rund 300 Meter tief unter der Erdoberfläche. Seit 1996 sind 167 Experimente gestartet worden, wovon gut zwei Drittel abgeschlossen sind. Damit es auch in Zukunft genügend Platz für neue Forschungsprojekte hat, erteilte der Kanton Jura als Eigentümer des Labors im Jahr 2016 die Baubewilligung für die Felslaborerweiterung «Galerie 2018». Die Bauarbeiten dauerten von Februar 2018 bis Oktober 2019. Die Erweiterung umfasst 514 Meter zusätzliche Galerien und Nischen, was fast zu einer Verdopplung der Grösse des Labors führt. An den Gesamtkosten von 4,75 Mio. CHF beteiligen sich alle Forschungspartner.

Paul Bossart

swisstopo
wissen wohin

Das Felslabor Mont Terri – Spitzenforschung im Kanton Jura

Das neue Forschungsprogramm im Opalinuston

Im Jahr 2015 wurden auf Initiative von swisstopo die Partner des Mont Terri Konsortiums eingeladen, Ideen für neue Experimente im Einklang mit den strategischen Forschungsschwerpunkten ihrer jeweiligen Organisationen einzureichen. Die Entscheidung zur Erweiterung des Labors wurde vor allem durch die Entwicklung eines neuen Forschungsprogramms beeinflusst, dessen Umsetzung die Schaffung neuen Platzes erfordert. Aus dieser Projektausschreibung ergaben sich zwei Forschungsschwerpunkte, die zur Einreichung von 45 Vorschlägen führten, wovon sich 11 bereits in der Realisierung befinden (Abb. 5). Zusammenfassend sind dies erstens die Fortsetzung der Forschungsprojekte zur Lagerung radioaktiver Abfälle und zweitens zur geologischen Speiche-

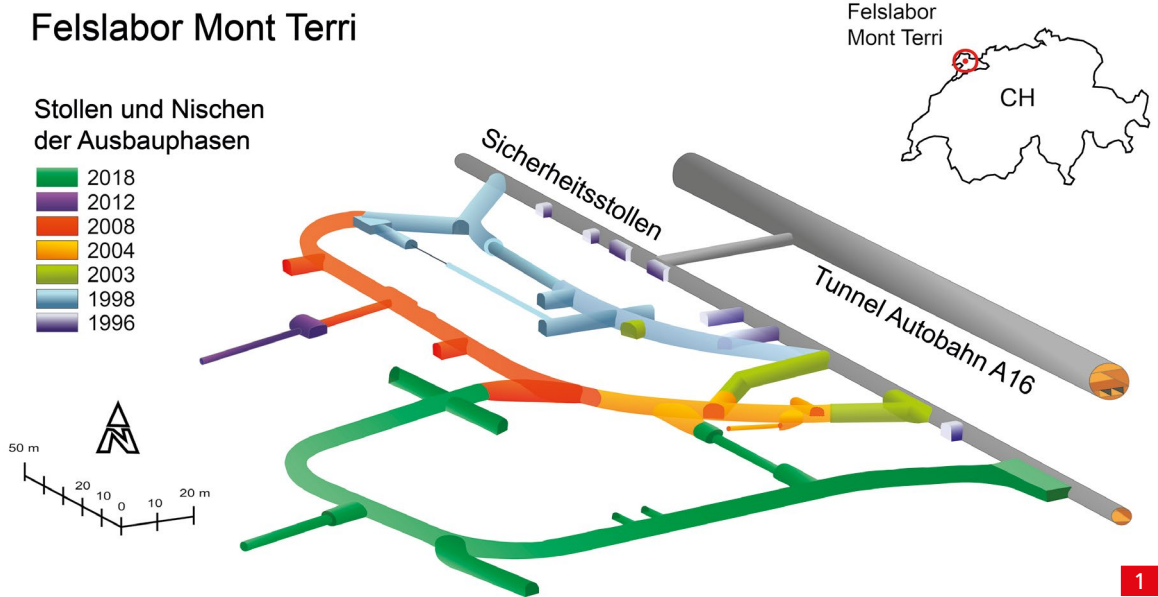
rung von CO₂ im Opalinuston. Im ersten Fall liegt der Schwerpunkt auf langfristig angelegten Demonstrationsexperimenten, der Durchführung von groß dimensionierten Versiegelungs- und Bohrversuchen und schließlich der Verbesserung der geotechnischen Sicherung von Tunneln und Kavernen im Opalinuston. Zur Erinnerung: Opalinuston ist in der Schweiz das bestätigte Wirtgestein für die Lagerung von radioaktiven Abfällen. Im zweiten Fall, im Zusammenhang mit der geologischen CO₂-Speicherung, gilt Opalinuston als Referenzgestein. Ein solches Gestein muss wasser- und gasundurchlässig sein, um einen CO₂-Transport von einem tiefen Reservoir, worin das Gas eingelagert ist, in die Biosphäre zu vermeiden. Bei einem undichten Deckgestein, insbesondere entlang von tektonischen Brüchen, besteht die Gefahr, dass CO₂ in höher gelegene Grundwasserleiter eindringt, diese verunreinigt und schließlich in die Atmosphäre entweicht.



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Landestopografie swisstopo
www.swisstopo.ch

Abb. 1: Perspektivische Ansicht des Felslabors Mont Terri, Stand 2019. Das Felslabor befindet sich neben der Sicherheitsgalerie des Mont-Terri-Autobahntunnels (A16 Autobahn, welche die Schweiz mit Frankreich verbindet und den Kanton Jura durchquert). Die verschiedenen Baustadien sind farblich dargestellt.



Die Erweiterung des Labors ermöglicht die Durchführung zielgerichteter Experimente in der sandigen Fazies. Damit erhöhen wir das Verständnis der Prozesse, welche die Tunnelstabilität beeinflussen. Dies sind z.B. die Luftfeuchtigkeit (CD-A), das Vorhandensein von tektonischen Brüchen (PF) und das Entstehen einer Auflockerungszone rund um den Tunnel während der Exkavation (GC-A). Der Ausbruch führt nicht nur zu einer Verformung des Tonsteins, sondern auch zu einer Veränderung des Wasserdruckes in den Poren (MB-A). Um die langfristige Stabilität der Galerien zu gewährleisten, werden verschiedene Arten von Tunnelsicherungen installiert und miteinander verglichen (TS). Das HC-Experiment zielt darauf ab, den allmählichen Übergang zwischen Opalinuston mit sehr geringer Permeabilität und den darüber liegenden besser durchlässigen Kalkformationen zu charakterisieren. Das Experiment SW-A entwickelt ein neues System zum Abdichten von Bohrungen mit grossem Durchmesser (120 cm) im Massstab 1:1. Das DR-C schlägt vor, die Diffusion von Radionukliden unter erhöhten Temperaturgradienten zu ermitteln. Dieses Experiment simuliert die

mögliche Leckage eines Einlagerungsbehälters in der Anfangsphase des Tiefenlagers, dann nämlich, wenn die Wärmeleistung der Abfälle noch hoch ist. CO₂-Experimente: Beim sogenannten CS-D-Experiment injizieren wir gelöstes CO₂ in eine tektonische Bruchzone (Abb. 3) und messen die bei der Migration erzeugten Erschütterungen. Ziel ist es, das Risiko einer Leckage im Abdichtungsgestein Opalinuston zu ermitteln. Beim FS-B-Experiment, welches in einem zehnmal grösseren Gesteinsvolumen als das CS-D-Experiment stattfindet, injizieren wir unter hohen Drucken Wasser in den gleichen tektonischen Bruch (Abb. 4) und reaktivieren ihn. Mittels geophysikalischer Messmethoden visualisieren wir die Verschiebungen von wenigen Zehntel Millimetern und die Druckänderungen. Zusätzlich ermitteln wir das Potential der Selbstabdichtung einer solchen Bruchzone; dies ist ein grosser Vorteil von Tonen. Dabei sind mehrere Stimulationszyklen, unterbrochen von Erholungspausen, geplant. Schließlich prüfen wir auch die Dichtheit von homogenen, undeformierten Tonen durch eine kontinuierliche, langfristige CO₂-Injektion (LC).

Abb. 2: Die Organisation des Felslabors besteht aus drei Einheiten:

1) Forschungspartner sind an der Forschung beteiligt und finanzieren die Experimente (links). 2) swisstopo leitet das Forschungsprojekt, betreibt das Felslabor und ist verantwortlich für die Sicherheit unter Tage (Mitte). 3) Die jurassische Überwachungskommission prüft die Forschungsgesuche und erteilt die jährlichen Bewilligungen (rechts).

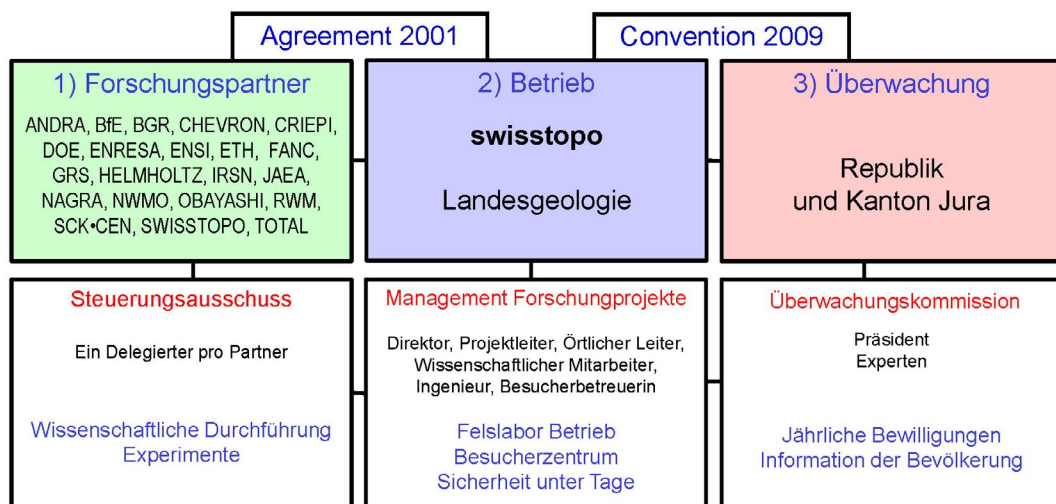
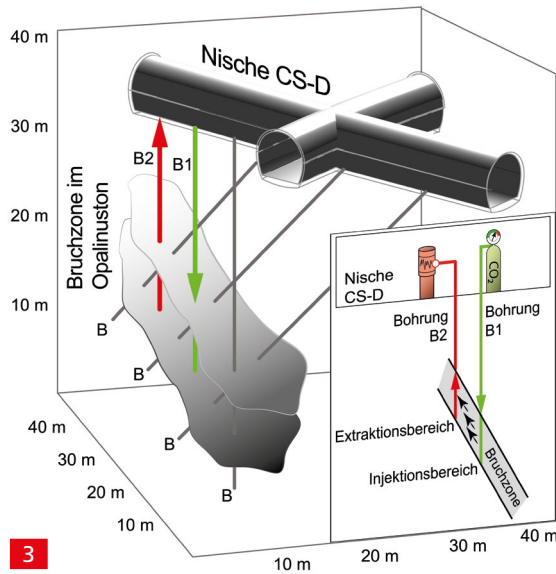


Abb. 3: 3D-Ansicht des neuen CS-D-Experimentes. Das CO₂ wird in gelöster Form in jenes Testintervall der Bohrung B1 injiziert, welches den tektonischen Bruch quert. Aus dem Bohrloch B2 werden Proben entnommen, um die geochemischen Änderungen während der CO₂-Migration zu ermitteln. Die anderen Bohrungen (B) werden für die geophysikalische Visualisierung und zur Messung des hydromechanischen Verhaltens von Tonen verwendet. Die CO₂-Injektion und die Messungen in den Beobachtungsbohrungen dauern mehrere Monate. (Quelle: A. Zappone, ETHZ).



Digitale Tunnelkartierung dank modernster Technik

Ein Team der Landeologie hat die Vortriebsarbeiten mit modernster Technik dokumentiert. Diese ermöglicht eine berührungslose und vollständig digitale Kartierung von Tunnelaufschlüssen und erfüllt gleichzeitig hohe Sicherheitsanforderungen. Die Geologen müssen sich nicht der Steinschlaggefährdung aussetzen und können aus sicherer Distanz Fotos des Tagesabschlags machen. Eine drahtlose Verbindung überträgt die Bilder auf ein Tablet, wo zeitnah die wichtigsten Strukturen und Beobachtungen am Gestein zweidimensional erfasst werden. Eine Aufnahme im Tunnel dauert rund eine halbe Stunde, inklusive der exakten räumlichen Einmessung der Einzelbilder für die spätere Bearbeitung. Anschliessend benötigt der Geologe an seinem Arbeitsplatz rund zwei Stunden für die Erarbeitung eines 3D-Modells des Tagesabschlags. Die daraus gewonnene präzise Vermessung der Oberfläche dient zur Qualitätskontrolle und der Sicherheit im Bau. Fachleute können die 3D-Modelle analysieren und geologische Schnitte für Karten generieren (Abb. 5 und 6). Die Laborerweiterung hat neue Gesteinsbereiche erschlossen und zusätzlichen Platz für künftige Experimente geschaffen. Zudem reichen Galerien und Nischen neu teils in die über dem Opalinuston liegenden Gesteine der Passwang-Formation hinein, was für die Erforschung der wichtigen Übergangszone in viel stärker durchlässige, teils verkarstete Rahmengesteine interessant ist.

Sicherheit

Das Felslabor Mont Terri unterliegt den Sicherheitsvorschriften des ASTRA (Bundesamt für Strassen) für schweizerische Autobahntunnel. Ein Sicherheitskonzept harmonisiert die Regeln im Felslabor mit denjenigen des Mont-



Terri-Autobahntunnels. Ein Ingenieurbüro in Delémont erstellt in Absprache mit dem ASTRA, der kantonalen Überwachungskommission und swisstopo jährliche Updates dieses Sicherheitskonzeptes. Der Örtliche Leiter des Felslabors stellt sicher, dass die Regeln des Sicherheitskonzeptes auch eingehalten werden.

Alle Beteiligten (Dienstleister und Forscher) erhalten ein Sicherheitstraining, das sie im Falle unvorhergesehener Ereignisse im Labor unabhängig agieren lässt. Ausserdem werden die Fluchtwege und die empfohlenen Verhaltensweisen vor Ort aufgezeigt.

Der Bau der neuen Galerie löste eine Neugestaltung des Sicherheitskonzeptes aus unter Berücksichtigung des Baustellenverkehrs und des bei Aushubarbeiten angemessenen Verhaltens.

Sicherheitsrelevante Ausrüstungen werden regelmässig überprüft. Dies beinhaltet die Schulung der Einsatzkräfte, aber auch umfassende Übungen, welche alle zwei Jahre stattfinden. Ziel dieser Übungen ist es, die Zusammenarbeit des swisstopo-Personals mit der jurassischen Kantonspolizei, den Feuerwehren von Delémont und Porrentruy, dem Rettungsdienst des Regionalspitals des Kantons Jura und der für die Autobahneinrichtungen zuständigen Infrastrukturabteilung zu verbessern.

Die Erweiterung des Labors führt zu neuen sicherheitstechnischen Einrichtungen. Ein Überlebenscontainer wird an der Stelle mit dem weitesten Fluchtweg installiert; mittels Rauchvorhängen lässt sich das Felslabor im Falle eines Brandes in Abschnitte unterteilen; die Kommunikation mit den Rettungsdiensten wird durch den Ausbau eines funktionierenden Polycom-Netzwerks in unterirdischer Umgebung sichergestellt.

Die Besucherinnen und Besucher des Felslabors werden jeweils von mindestens einer Sicherheitsperson begleitet, die eine entsprechende Schulung durchlaufen hat. Die swisstopo-Mitarbeitenden, die diesen Auftrag erfüllen, besuchen regelmässig Weiterbildungen, um ihr Wissen aufzufrischen und sich mit den Entwicklungen auf dem Mont Terri Projektgelände vertraut zu machen (Abb. 7a und 7b).

Dank all diesen Massnahmen, der Schulung der swisstopo-Mitarbeitenden und der Ausbildung von Beteiligten

Abb. 5: Geologische Karte des Mont Terri Felslabors mit dem neuen Laborteil in Grün. (Vergrößerung in Abbildung 6).

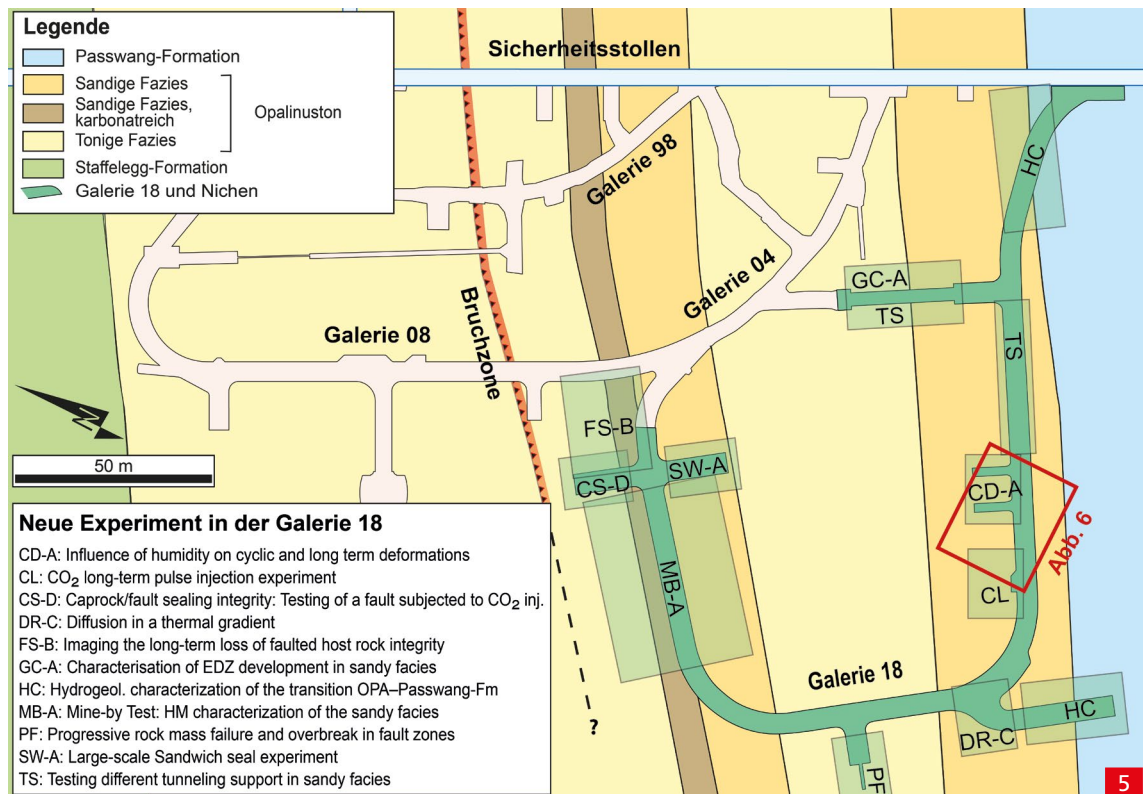
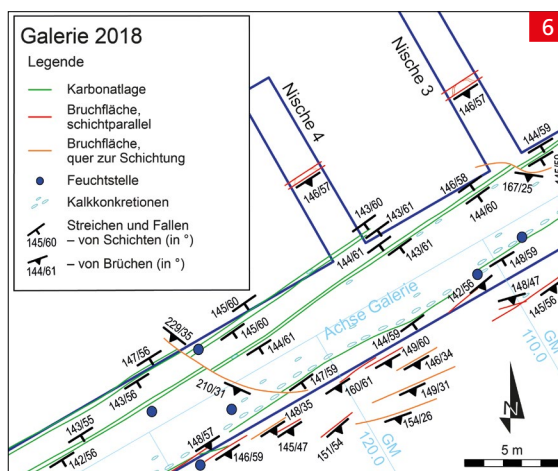


Abb. 6: Teilausschnitt aus der Detailkarte im Bereich des neuen Laborteils.



Startpunkt Ihres Felslaborbesuchs ist das Mont-Terri-Besucherzentrum in direkter Nähe des Bahnhofs von Saint Ursanne. Während des Empfangs können Sie sich bereits in unserer Ausstellung mit dem Thema Tiefenlagerung vertraut machen. Danach hören Sie einen kurzen Vortrag, der Sie über die Entstehung und Organisation des Felslabors, radioaktive Abfälle in der Schweiz, zum Stand der Tiefenlagerung und zur CO₂-Speicherung sowie dazugehöriger Experimente informiert. Nach der Diskussion Ihrer Fragen geht es gut ausgerüstet mit Helm und Lokalisierungs-Badge in den Berg (Abb. 8). Mit unseren Minibussen fahren wir durch die Sicherheitsgalerie des Autobahntunnels quasi 174 Millionen Jahre zurück in der Erdgeschichte. Mit dem Besuch im Felslabor Mont Terri erhalten Sie einen vertieften Einblick in die Zukunft der Energienutzung.

konnte bei kritischen Vorfällen bisher richtig reagiert werden. Zum Glück blieb das Felslabor von Unfällen mit Schwerverletzten bisher verschont.

Besuchen Sie uns!

Bei Ihrem Besuch im Felslabor Mont Terri erwarten Sie spannende Experimente zur geologischen Tiefenlagerung von radioaktiven Abfällen und zur CO₂-Speicherung. In einer Tiefe von rund 300 Metern, parallel zum Mont Terri Autobahntunnel im Westschweizer Jura, erstreckt sich das Felslabor mit seinen Stollen und Nischen auf einer Länge von mittlerweile 1,2 Kilometern. Untertage erklärt Ihnen Ihr Tourguide an ausgewählten Standorten aktuelle Forschungen zur Geologie, zu Erdbeben, zum Bau von Tiefenlagern, zur Lagerung von CO₂ und vieles mehr.

Factsheet

Organisation:

- Anzahl Mont Terri Forschungspartner:** 21, aus 9 Ländern (Europa, USA, Kanada, Japan)
- Betreiber Felslabor:** Schweizerische Landesgeologie bei swisstopo
- Eigentümer des Gesteins:** République et Canton du Jura

Finanzierung:

- Jährliche Forschungsbudgets:** zwischen minimal 3 und maximal 6 Mio. CHF, von den Forschungspartnern finanziert



Abb. 7a: Notfallübungsszenario: Simulation einer Person mit Rückenverletzung.

Abb. 7b: Wie löschen wir einen Brand? Übung mit dem Mont Terri Team.

Abb. 8: Besuchsgruppe im Felslabor. Anhand von Experimenten zur Tiefenlagerung erläutern wir den Besuchern die Zukunft der Energienutzung.



- **Jährliche Betriebskosten:** 1.3 Mio. CHF
- **Total Investitionen:** seit 1996 sind rund 96 Mio. CHF investiert worden
- **Vergabe von Aufträgen:** mindestens 20 % des Forschungsbudgets geht an lokale Kontraktoren im Kanton JU; rund 80 % an schweizerische und ausländische Forschungsinstitutionen und Spezialfirmen

Felslabor:

- **Standort:** A16 Mont Terri Autobahntunnel bei Saint Ursanne, Kanton Jura
- **Zugang:** mittels Auto via Sicherheitsgalerie Mont Terri Autobahntunnel
- **Länge des Felslabors:** 1,2 km
- **Anzahl Nischen mit Versuchen:** 26
- **Überwachung Experimente:** IT-Glasfasernetz, 2 Notstromaggregate, Picket 24/24, 7/7
- **Sicherheit:** 1 Überlebensraum (40 Personen, 2 h), 1 Notfallcontainer (40 Personen, 2 h), Polykom Kommunikationssystem, ausgebildete Sicherheitspersonen

Forschung:

- **Geologie:** Opalinuston, Alter 174 Mio. Jahre
- **Anzahl Experimente:** total 167 Experimente seit 1996, davon 122 abgeschlossen
- **Laufende Experimente:** 45, davon 40 geologische Tiefenlager radioaktive Abfälle und fünf bezüglich Dichtigkeit von Tongesteinen bezüglich der CO₂ Lagerung
- **Nutzen ausländische Partner:** Methodik-Entwicklung, Spielwiese (Fehler sind erlaubt), Wissen wie

man's macht, Sicherheitsanalyse. Demonstrations-experimente

- **CH-Nutzen:** Das Felslabor Mont Terri hat wesentlich zum Entsorgungsnachweis für radioaktive Abfälle im Opalinuston beigetragen, das Felslabor erhöht die Akzeptanz von geologischen Tiefenlagern
- **Standortwahl geologische Tiefenlager:** Aktuell läuft das Sachplanverfahren Geologische Tiefenlager; die Nagra klärt 3 Standorte im Opalinuston (Kantone ZH und AG) vertieft ab; das Felslabor Mont Terri dient rein der Forschung; ein Tiefenlager ist nicht vorgesehen

Kontakt

Christophe Nussbaum
Projektleiter Mont Terri
Tel.: 058 469 05 87

E-Mail: christophe.nussbaum@swisstopo.ch

Interview mit Pascal Mertenat, Leiter der Infrastrukturdienste des Kanton Jura

Herr Mertenat, Sie sind Präsident der kantonalen Überwachungskommission für die Entwicklung des Felslabors von Mont Terri. Was genau überwachen Sie?

Der Kanton Jura als Eigentümer der Anlage erteilt jährlich Bewilligungen für die Forschungstätigkeiten im Labor. Aufgabe der kantonalen Kommission ist es die Überwachung und die notwendige Unterstützung für swisstopo als Betreiber des Labors, sicherzustellen, um die einwandfreie Arbeit des Labors insbesondere aus sicherheitstechnischer Sicht zu gewährleisten. Denn die Sicherheit der Nutzer, der vielen Besucherinnen und Besucher sowie der Autofahrenden, die durch den Autobahntunnel neben dem Labor fahren, muss jederzeit gewährleistet sein. Aus diesem Grund sind in der Überwachungskommission auch ein Vertreter des Bundesamtes für Strassen und unabhängige Experten vertreten.

Viele Jurassierinnen und Jurassiers wissen gar nicht, dass es in Ihrem Kanton ein unterirdisches Labor gibt. Die meisten Besucherinnen und Besucher kommen aus der Deutschschweiz. Was müsste man Ihrer Meinung nach tun, damit das Labor Mont Terri im Kanton Jura bekannter wird?

Die Tätigkeiten im Forschungslabor Mont Terri werden in Abstimmung mit swisstopo regelmässig öffentlich bekannt gemacht – zum Beispiel über Berichte in den regionalen Medien oder mit Ereignissen wie der Bau der neuen Galerie. Darüber hinaus sind Informationen über die Website des Infrastrukturdienstes verfügbar. Zusätzliche gezielte Informationen würden natürlich die Lokalbevölkerung besser erreichen, aber ich habe das Gefühl, dass jedes Jahr viele Gruppen aus unserer Region das Labor besuchen. Da es sich aber um eine nationale Angelegenheit handelt, ist es meiner Meinung nach genauso wichtig, dass sich Besucher von ausserhalb vor Ort informieren.

Der Verkehr im Autobahntunnel Mont Terri hat in den letzten Jahren enorm zugenommen. Wird es bald eine zweite Röhre geben? Und wenn ja, bleibt der Zugang zum Labor Mont Terri weiterhin gewährleistet?

Nach den Berechnungen des Bundesamtes für Strassen hat es im Tunnel unter der Rangiers-Bergkette zwischen Delémont und Porrentruy bald gleich viel Verkehr wie durch den Gotthard-Tunnel. Bei diesem Verkehrsaufkommen plant der Bund als Eigentümer des nationalen

Strassennetzes vorerst keinen Bau einer zweiten Röhre. Sollte aber einmal eine zweite Röhre gebaut werden, so müsste die Frage des Zugangs zum Labor geklärt werden, da die Sicherheitsgalerie des Mont Terri Tunnels, die derzeit als Zugang dient, nicht mehr nutzbar sein wird. Ich denke, dass man dann einen neuen unabhängigen Zugang planen müsste. Meiner Meinung nach wird es dazu frühestens in ein paar Jahren kommen.

Nach Erweiterung des Felslabors führen nun mehr als 1 Kilometer Galerien und Tunnelstollen durch den Opalinuston. Ein solches Bauwerk ist prädestiniert für ein geologisches Tiefenlager. Wäre ein solches im Kanton Jura denkbar?

Nein. Die Zwischen- oder Endlagerung radioaktiver Abfälle in Saint Ursanne ist strengstens verboten! Die Vereinbarung zwischen dem Bund und dem Kanton Jura besagt klar, dass in diesen Stollen niemals Abfälle eingelagert werden, und dass das Labor ausschliesslich der Forschung dient.

Wie sehen Sie die Zukunft des Felslabors Mont Terri? Was sollte Ihrer Meinung nach noch erforscht werden?
Das Felslabor Mont Terri ist gut zugänglich, was viele Forscher aus Europa und anderen Ländern anzieht. Seit seiner Eröffnung im Jahr 1996 widmet sich das Felslabor vor allem der Forschung zur Lagerung radioaktiver Abfälle. Aber es ist auch für andere Projekte in verschiedenen aktuellen Forschungsbereichen wie der CO₂-Speicherung oder der Seismologie von Interesse.

Last Minute geologie-news

Einmalige Gelegenheit: Geologische Atlasblätter zu günstigen Konditionen

Möchten Sie mehr über die Geologie Ihrer Region wissen? Eine grosse Auswahl an Blättern des Geologischen Atlas der Schweiz 1:25 000 ist zurzeit im Shop von swisstopo zum reduzierten Preis von CHF 10.– statt CHF 50.– erhältlich. Das Angebot gilt bis zum 20. Dezember 2019 (→ www.swisstopo.ch/shop).

Save the Date: 4. Gurtensymposium

Am 4. November 2020 organisieren CHGEOL, Geothermie-Schweiz, die Akademie der Naturwissenschaften Schweiz SCNAT und die Landesgeologie das 4. Symposium auf dem Gurten bei Bern, diesmal geht es um Geothermie: Wo steht die Geothermie in der Energiepolitik?

Auskunft und Beratung

Bundesamt für
Landestopografie
swisstopo
Seftigenstrasse 264
CH-3084 Wabern
Tel.: +41 58 469 05 68
info@swisstopo.ch
www.swisstopo.ch

geologie-news

[abonnieren](#)
[abbestellen](#)



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Landestopografie swisstopo
www.swisstopo.ch