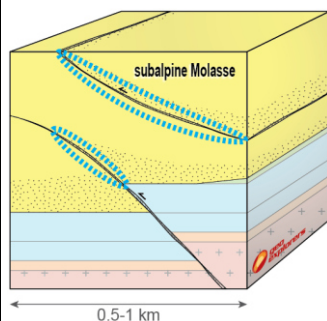


Playtyp:

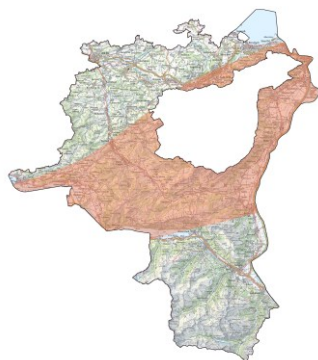
Geklüftete kompetente Gesteinsschichten entlang von Bruchzonen in der subalpinen Molasse

Tektonik:

Störzonen / Überschiebungsbahnen in der subalpinen Molasse nördl./unter den helvetischen Decken

**bevorzugte Projektorte:**

mittleres Kantonsgebiet, siehe auch Karten in Abb. 47

**Chancen:**

- Aufgrund der bestehenden Kenntnisse liegen mächtige Sandstein- und Nagelfluhbänke vor, welche potentiell porös und folglich durchlässig sowie wasserführend sein können. Zudem liegen viele, grössere Bruch- und Störzonen (Überschiebungen) vor. Kompetente Gesteine (z. B. Sandsteinbänke) die von diesen Bruchzonen geschnitten werden, können potentiell geklüftet und somit durchlässig sein. Gründe, warum die Geothermie-Bohrung Weggis-1 & Weissbad-1 erstellt wurden.

Risiken:

- Während im nördlichen Mittelland Sandstein- und Konglomerat-Lagen ausreichend porös, durchlässig und wasserführend sein können (funktionierende Brunnen z.B. in Zürich und Kloten mit 5-8 l/s bestehen), nimmt die Porosität und Durchlässigkeit nach Süden deutlich ab. Dies zeigen alle Tiefbohrungen. Die Bohrungen z.B. Fehraltorf, Tuggen-1, St. Gallen GT-1, Weissbad-1, Dornbirn-1, Weggis-1, Entlebuch-1 usw. weisen geringe Durchlässigkeiten und niedrige Matrix-Porositäten von max. 10% auf. Selbst durchbohrte grössere Bruch- und Störzonen waren nicht bzw. ungenügend wasserführend (<1 l/s).
- Hinzu kommt, dass die potentiellen Sandstein- und Konglomeratlagen weniger stark zu einer intensiven Klüftung neigen, wie es die reinen Kalkstein- und Dolomitlagen zeigen. Zudem zeigen die Bohrung St. Gallen GT-1 und Weggis-1, dass möglicher Porenraum in den Bruchzonen durch sekundäre Kalzit-Ausfällungen verfüllt ist.
- Auf Basis des Kenntnisstands muss angenommen werden, dass je weiter südlich/tiefer mit zunehmender Versenkung und stärkerer diagenetischer Überprägung, die Chance schwindet, ergiebige wasserführende Lagen zu erbohren.
- Die Erdgas-Problematik muss bei der technischen Umsetzung berücksichtigt werden. In der Subalpinen Molasse wurde wiederholt bei Tief- und EWS-Bohrungen Erdgas angetroffen.

Nachweise:

- Bohrungen in der Subalpinen Molasse vom Entlebuch bis zum Rheintal weisen in der Tiefe geringe Durchlässigkeiten, keine ergiebigen Wasserzuflüsse, niedrige Matrix-Porositäten auf. Zu nennen sind z.B. Fehraltorf, Tuggen-1, St. Gallen GT-1, Weissbad-1, Dornbirn-1, Weggis-1, Entlebuch-1
- Die Geothermiebohrung Weggis-1 hat mächtige Sandstein- und Nagelfluh-Lagen sowie Bruchzonen erbohrt. Diese zeigten aber eine nicht verbundene Matrixporosität (bis max. $\pm 10\%$) und zu geringe Durchlässigkeiten auch in Bruchzonen. Während Pumptests von ca. 1 l/s wurde das Bohrloch innert Stunden leergepumpt. St. Gallen GT-1 hat ohne zu testen ähnliche Beobachtungen gemacht.

Potenzial (pro Brunnen und total im Kanton St. Gallen):

Aquifer-Temperatur:	20 – 180 °C (grosse Bandbreite, da Molasse alle Tiefen von 0-6 km abdeckt)
Förderrate:	0.1 – 5 l/s (wahrscheinlich eher bei tiefen Werten)
therm. Kälteleistung pro Förderbrunnen:	0 – 2 MW _{th}
Fündigkeitschancen:	gering – mittel
Reproduzierbarkeit:	gering – mittel
Anzahl Dubletten ganzer Kanton:	2 – 4 Dubletten
Therm. Kälteleistung total Kanton:	<1 – max. 6 MW _{th} (nicht jede Dublette wird die max. Leistung erbringen)
Nutzbare Energie pro Jahr:	<1 – max. 20 Mio. kWh/a (<0.1 – 2 Mio. Liter Heizöl)

Nutzungsart: Direktwärmenutzung, Wärmeverbund, Thermalbäder**Erkundungsziele:**

- Konzept, wie die lokalen Vorkommen vorgängig lokalisiert und bewertet werden können, damit eine risikoarme Erschliessung möglich wird
- Nachweis von geklüfteten und somit durchlässigen Molasse-Sandstein- bzw. Nagelfluhbänken im Kreuzungsbereich mit Bruchzonen
- Grundlagendaten erheben zu Fliesswegen, Infiltration, Geochemie, Alter, ...
- Testen, wie die Ergiebigkeit erhöht werden kann bzw. wie ein möglichst grosses Volumen angeschlossen werden kann (mit Hilfe von angepasster Bohrtechnik, Bohrfeld oder Stimulationsmassnahmen)

Vorgehen für ein Pilotprojekt:

- Internen Aufbau der subalpinen Molasse mit Reflexionsseismik aufdecken
- Risikoanalyse bzgl. spürbarer Erdbebengefährdung & Erdgasführung
- Sondierbohrung in Kreuzungsbereich Bruch – Sandstein- / Nagelfluhbänke; Tiefe variiert je nach Standort und Tiefenlage der Bruchzone; von Vorteil werden mehrere Zonen angebohrt und getestet
- Pumptests, geochemische Messungen usw.
- Stimulationsmassnahmen (Ansäuern) und Langzeitpumptest
- Bei Erfolg Erstellen zweiten Brunnen der Dublette und Zirkulationstests

Kosten (je nach Lage, Seismik, Bohrtiefe 500 – 5'000 m u. T., Ausbau, Testumfang, Verfügbarkeit Bohrfirmen):

Reflexionsseismik:	2 – 8 Mio. CHF
Sondierbohrung inkl. Pumptest, Monitoring:	1 – 50 Mio. CHF
Zweiter Brunnen inkl. Zirkulationstest:	1 – 50 Mio. CHF

Mit zunehmender Duplizierbarkeit verringern sich wie bei den EWS die Kosten (Standardvorgehen, Konkurrenz).

Dauer (abhängig von Verfügbarkeit & Bohrtiefe, deshalb grosse Bandbreite):

Vorgängige Planung, Bewilligungen:	6 – 12 Monate
Reflexionsseismik inkl. Ausschreibung, Auswertung	8 – 14 Monate
Sondierbohrung inkl. Ausschreibung, Tests, Auswertung	8 – 30 Monate
Ausbau zur Dublette mit Zirkulationstest	8 – 24 Monate

Wie die letzten Geothermieprojekte zeigen, muss im Fall von tiefen Bohrungen mit mehreren Jahren für die Entscheidungsfindung, Finanzierung, Planung, Bewilligungen, Ausschreibungsphase usw. gerechnet werden.