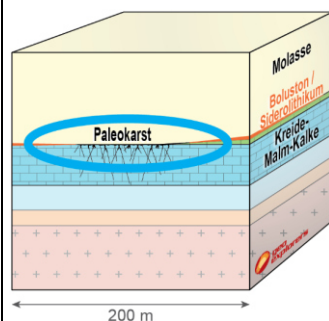


Playtyp:

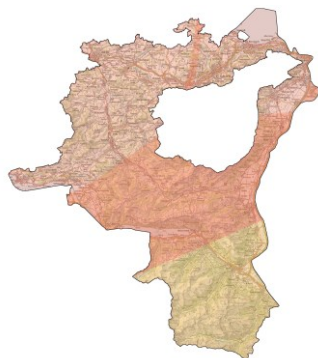
durchlässiger Paläokarst am Top (Kreide-) Malm-Kalke mit Klüften

Tektonik:

Verkarstete (Kreide-) Malmkalke des tiefen autochthonen Mesozoikums, einer ehemaligen Landoberfläche, bevor diese mit tertiären Sedimenten abgedeckt wurden und durch die Alpenbildung überprägt wurde (Klüftung, Faltung, Brüche)

**bevorzugte Projektorte:**

lokal, ganzer Kanton, bevorzugt mittleres Kantonsgebiet

**Chancen:**

- In der ganzen Schweiz wird am Top Malm immer wieder Paläokarst angebohrt (ehemalige verkarstete Landoberfläche). Dieser Paläokarst = Siderolithikum = Eozän ist unterschiedlich ausgeprägt (massive Kalke mit o. ohne Karst, zusätzlich mit o. ohne Klüften) und unterschiedlich mit Sedimenten verfüllt / überlagert (z. B. durchlässige Huppersande o. undurchlässige eisenschüssige Bolustone).
- Immer wieder wurden bei EWS - Bohrungen aber auch einzelnen Tiefbohrungen reichlich Wasser am Top Malm o. Erdgas angetroffen. Hinsichtlich einer ergiebigen Nutzung und Zirkulation wurde der Paläokarst noch nicht getestet.
- Ähnliche Antiklinalstruktur mit allfälliger Klüftung zieht sich wie i.F. der fündigen Bohrung Entelbuch-1 von Benken SG bis Krummenau.

Risiken:

- Lokale Vorkommen, die unterschiedlich ausgebildet sind. Die Vorkommen und deren Ausprägung sind kaum vorhersagbar oder geophysikalisch explorierbar. Zwar wird der Paläokarst sehr oft angebohrt, aber häufig ist dieser mit dichtem Boluston verfüllt bzw. überlagert und somit undurchlässig und nicht wasserführend.
- EWS - Bohrungen zeigen, dass die Vorkommen innerhalb einer Parzelle einmal stark wasserführend sein können und am anderen Ort nicht.
- Die meisten bestehenden Tiefbohrungen haben trotz Vorkommen von Paläokarst / Siderolithikum keine besonderen Durchlässigkeiten gezeigt. Die fündigen Bohrungen zeigen, dass eine zusätzliche Klüftung von Vorteil ist. **Es scheint, dass die Wahrscheinlichkeit grösser ist, undurchlässigen Paläokarst anzubohren, als durchlässigen.**
- Hinzu kommt, dass nicht gesichert ist, dass verbundene Paläokarst-Systeme vorliegen und somit eine Zirkulation zwischen Produktions- und Rückgabebohrung möglich ist.

Nachweise:

- Diverse EWS mit Wasserführung in angetroffenem Paläokarst.
- Tiefbohrungen Entelbuch-1 und Altishofen-1 haben durchlässigen und gas- / wasserführenden und geklüfteten Paläokarst angetroffen (Entelbuch mit >74 Mio. m³, >3'300 m³ Wasser + Kondensat, versiegende Wasserförderung nach dem Leeren des Gasreservoirs).
- Viele Tiefbohrungen haben Paläokarst am Top Malm erbohrt, welcher aber nicht ausreichend durchlässig war (z. B. Basel-1, Triemli, Thun-1). Die vorgefundenen eozänen Bolustone versiegeln die Klüfte & Karsterscheinungen. Es gibt auch Bohrungen die keinen Paläokarst am Top Malm erbohrt haben (z.B. St. Gallen GT-1).

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

Aquifer-Temperatur:	90-200 °C (im Aar-Massiv bis an Oberfläche u. somit kühler)
Förderrate:	0 – 50 l/s (je nach Klüftung, Verfüllung mit Boluston usw., evtl. bis 100 l/s)
therm. Kälteleistung pro Förderbrunnen:	0 – 20 MW_{th} (realistisch, falls durchlässig, sind eher 5 MW _{th})
Fündigkeitschancen:	gering - mittel (kaum explorierbar, lokal, meist von Boluston abgedichtet)
Reproduzierbarkeit:	gering - mittel
Anzahl Dubletten ganzer Kanton:	flächig vorhanden aber nur lokale Strukturen, abhängig von Geologie & Platzbedarf → 2 – 6 Dubletten möglich
Therm. Kälteleistung total Kanton:	ca. 0 – max. 50 MW_{th} (grosse Unsicherheit, erste Nachweise notwendig)
Nutzbare Energie pro Jahr:	ca. 0 – max. 150 Mio. kWh/a

Nutzungsart: Strom, Direktwärmenutzung, evtl. kombiniert mit Nutzung bzw. Verstromung angetroffenes Erdgas

Erkundungsziele:

- Nachweis von nutzbarem, verbundenem, durchlässigem Paläokarst am Top Malm, insbesondere dort wo zusätzlich geklüftet (z. B. dort wo verfalltet (Antiklinal-Struktur) und von Brüchen durchzogen)
- 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, Bohrpfad oder Stimulationsmassnahmen)
- Konzept, wie die lokalen Vorkommen vorgängig lokalisiert und bewertet werden können, damit eine risikoarme Erschliessung möglich wird

Vorgehen für ein Pilotprojekt:

- Top Malm und mögliche Anomalien (Brüche, Falten) mit Reflexionsseismik aufdecken (zu diskutieren, ob bestehende Seismik ausreicht o. noch eine 3D-Seismik notwendig ist)
- Risikoanalyse bzgl. spürbarer Erdbefehgefährdung & Erdgasführung
- Sondierbohrung von Vorteil in Bereiche, die tektonisch gestört sind & somit zusätzlich geklüftet sind, wahrscheinlich werden side-tracks notwendig sein
- Aufgrund hoher Fündigkeitsrisiken & Bohrkosten sollte zwingend auf eine Multiexploration mit verschiedenen Zielhorizonten gesetzt werden.**
- Pumptests, geochemische Messungen usw.
- Stimulationsmassnahmen (Ansäuern) und Langzeitpumptest
- Bei Erfolg Erstellen zweiten Brunnen der Dublette und Zirkulationstests

Kosten (je nach Lage, Fläche Seismik, Bohrtiefe >5 km u. T., Ausbau, Testumfang, Verfügbarkeit Bohrfirmen):

Reflexionsseismik:	2 – 8 Mio. CHF
Sondierbohrung inkl. Pumptest, Monitoring:	50 – 70 Mio. CHF
Zweiter Brunnen inkl. Zirkulationstest:	50 – 70 Mio. CHF

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

Dauer (stark abhängig von Verfügbarkeit, deshalb grosse Bandbreite):

Vorgängige Planung, Bewilligungen:	6 – 12 Monate
Reflexionsseismik inkl. Ausschreibung, Auswertung:	8 – 14 Monate
Sondierbohrung inkl. Ausschreibung, Tests, Auswertung:	14 – 24 Monate
Ausbau zur Dublette mit Zirkulationstest:	10 – 16 Monate

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