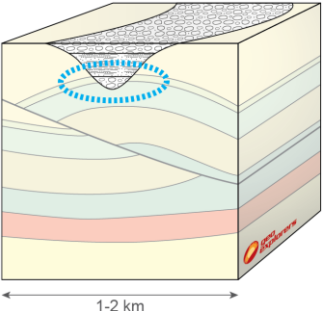
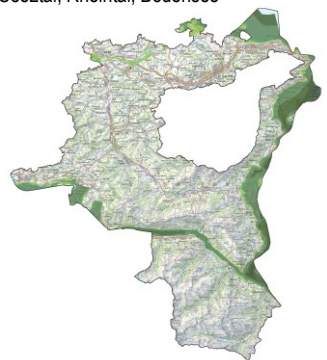


Playtypen im Kanton St. Gallen / Geologie / Ort (Karten siehe auch Abb. 47) Sortiert von untief nach tief	Chancen / Risiken / bestehende Nachweise / Potenzial / Nutzungsart (da mit einer Bohrung häufig mehrere Plays bzw. potentiell durchlässige Horizonte angebohrt werden, können Risiken minimiert werden und durch das Anschliessen von mehreren Plays das Potenzial erhöht werden; nachfolgend wird nur auf die vielversprechendsten Plays eingegangen; Anzahl Dubletten: Annahme nur in Tälern, begrenzte Anzahl Bohrplätze, Berücksichtigung thermischer Kurzschluss; i. V. zu anderen Abschätzungen sind unsere Angaben konservativer; Energie-Herleitung mit 3000 Laststunden pro Jahr; das totale Potenzial für den Kanton ist vage und der Maximalwert als besten Fall zu verstehen)	Erkundungsziele / Vorgehen / Kosten / Dauer (ohne Wartezeiten bzgl. Finanzierung, Entscheidungsfindung usw.)																																
Playtyp: Basale Kieslagen/Schotter in übertieften eiszeitlichen Rinnen (Lockergestein) Genese: Bis 600m tiefe Rinnen, die sich während den Eiszeiten unter dem Eis gebildet haben und an der Basis mit kiesigen Lagen und darüber meist mit Stillwasser-Sedimenten verfüllt wurden.  bevorzugte Projektorte: Seeztal, Rheintal, Bodensee 	Chancen: - In diversen eiszeitlichen Rinnen (u.a. Muri b. B., Münsingen, Biel, Kloten, Baar, Seon) wurden an deren Basis mehrere 10er Meter mächtige durchlässige, wasserführende Kiese erbohrt und getestet. Es handelt sich um alte, sauerstoff-arme und gering mineralisierte Grundwässer. Diese eignen sich gut für eine Wärmenutzung. Auch im Untersuchungsgebiet liegen solche übertieften Täler vor (Seeztal, Rheintal und entlang Bodensee). Gemäss Seismik und Bohrungen liegen deren Tiefen im Seeztal bei ca. 200-300 m u. T., im Rheintal bis 600 m u. T. und entlang vom Bodensee bei ca. 250 m u. T.. Entlang dem Bodensee werden vereinzelt >20-30 m mächtige basale glaziofluviale Kiese beschrieben. Im Seeztal bei Walenstadt wurden rund 60 m mächtige basale Kieslagen und im Rheintal in Oberriet min. 12 m mächtige Kieslagen ab ca. 258 m Tiefe angebohrt. - Das Grossprojekt am Flughafen Zürich bestätigt nach diversen Sondierbohrungen und Testbrunnen, dass mit Cluster-Lösungen thermische Leistungen von 5-20 MW_{th} möglich sind. Zudem hat sich gezeigt, dass es sich bei diesen tiefen Grundwasserleitern um zusammenhängende und geschlossene Aquifere mit geringen Grundwasser-Fliessraten handelt. Pumpversuche und Nutzungen ohne Rückgabe des geförderten Grundwassers offenbaren zudem, dass sich die Aquifere nur sehr langsam regenerieren und somit ein dauerhafter Entzug ohne ausgeglichene Bilanz (z. B. im Fall der Trinkwassernutzung) nicht nachhaltig ist, weil der Grundwasser-Spiegel konstant sinken würde. Entsprechend geeignet sind die basalen Schotterlagen für Aquiferspeicherlösungen für Wärme und Kälte. - Aufgrund der geringen Tiefe rasch und günstig zu erkunden. Nachweise sind innerhalb eines Jahres möglich. - Hohe Schüttungsraten von 3'000 bis 5'000 l/min pro Brunnen wurden nachgewiesen. Risiken: - Solche Rinnen sind vorhanden, aber die basalen Rinnenbereiche wurden nicht erbohrt/getestet. Abgesehen von Daten für das Seeztal wurden diese noch nicht gezielt geophysikalisch untersucht. Entsprechend vage sind die Rinnentiefe, Rinnengeometrie und interner Aufbau. Es kann somit derzeit nur auf Basis von anderen Rinnen angenommen werden, dass sich diese Rinnen auch eignen. - Auch ist unklar, ob die übertieften Täler (Seeztal und Rheintal) mit den eiszeitlichen Tunneltälern im Alpenvorland gleich gestellt werden dürfen. Wahrscheinlich variieren diese genetisch, so dass der lithologische Aufbau an der Basis verschieden sein kann. Generell werden im Rheintal basal nur Grundmoränen/Seesedimente vermutet (z.B. Eberle 1984, Grundwasserbericht Fürstentum Liechtenstein 2018) anstatt glaziofluvialen Kiesen / umgelagerten Moränen wie in den Rinnen/Tunneltälern im Alpenvorland. - Geringes Temperaturniveau (ca. 15 bis 30 °C), was sich aber umgekehrt gut für die Aquiferspeicherung eignet. - In Bohrung Balzers T11 bis 400 m u. T. dichte Moränen / Seetone, keine basalen Kiese (evtl. am Rinnenrand?) Nachweise (Beispiele): - Flughafen Zürich: Nachweis dass sicher >3-4'000 l/min pro Brunnen möglich ist; erste Dublette erstellt; 30-50m basale Schotter; gemäss ersten Daten/Simulationen mit Brunnen-Cluster 20 GWh einspeicherbar - Muri b. Bern: Nachweis dass pro Brunnen ca. 5'000 l/min möglich sind; 1x Brunnen-Cluster mit 9 MW_{th} in Planung; >100 m mächtige Wechselfolge von glaziofluvialen Kiesen und verschwemmten Moränen - Seon bei Lenzburg: seit 1988 in Betrieb; Singlette mit bis 1650 l/min für Trinkwasser & Wärmenutzung 1.35 MW; 38m basale Schotter; da nur Entzug sinkt GW-Spiegel konstant um ca. 75 cm/a Potenzial (pro Brunnen und total im Kanton St. Gallen): <table><tr><td>Aquifer-Temperatur:</td><td>15 – 30 °C</td></tr><tr><td>Förderrate:</td><td>20 – 80 l/s (Annahme: basale Schotter wie in anderen Rinnen vorliegend)</td></tr><tr><td>therm. Kälteleistung pro Förderbrunnen:</td><td>0.5 – 3 MW_{th} (abhängig von ΔT von 4 bis 10 °C bzw. 3K-Regelung)</td></tr><tr><td>Fündigkeitschancen:</td><td>mittel – hoch</td></tr><tr><td>Reproduzierbarkeit:</td><td>mittel – hoch</td></tr><tr><td>Anzahl Dubletten ganzer Kanton:</td><td>10 – 30</td></tr><tr><td>Therm. Kälteleistung total Kanton:</td><td>5 – 50 MW_{th}</td></tr></table>	Aquifer-Temperatur:	15 – 30 °C	Förderrate:	20 – 80 l/s (Annahme: basale Schotter wie in anderen Rinnen vorliegend)	therm. Kälteleistung pro Förderbrunnen:	0.5 – 3 MW_{th} (abhängig von ΔT von 4 bis 10 °C bzw. 3K-Regelung)	Fündigkeitschancen:	mittel – hoch	Reproduzierbarkeit:	mittel – hoch	Anzahl Dubletten ganzer Kanton:	10 – 30	Therm. Kälteleistung total Kanton:	5 – 50 MW_{th}	Erkundungsziele: - Definition Rinnentiefe, -geometrie, -aufbau - Nachweis basale durchlässige, wasserführende Schotter - Grundlagendaten erheben zu Grundwassergefälle, Geochemie, Alter, ... - Ermittlung Brunnenleistung, Aquifereigenschaften - Bewirtschaftungskonzept Vorgehen für ein Pilotprojekt: - Rinnengeometrie mit Reflexionsseismik (2D-Linien) ermitteln 1-3x Sondierbohrungen in Rinnenbasis → Definition lithologischer Aufbau Rinne und Nachweis Schotterlagen, Bestimmung Durchlässigkeit, Wasserführung, Wassertemperatur - Erstellung Testbrunnen mit Pumptests und Erhebung Aquifereigenschaften - Simulationen, Bewirtschaftungskonzept, Definition Standorte Brunnen - Erstellung weiterer Brunnen für Zirkulationstest - Bei Erfolg Konzessionsantrag und Erschliessung Aquifer Kosten (je nach Bohrtiefe 0.3 km u. T., Anzahl Bohrungen, Ausbau, Testumfang, Verfügbarkeit Bohrfirmen, Linienanzahl, -länge): <table><tr><td>Reflexionsseismik (2D):</td><td>0.1 – 0.4 Mio. CHF</td></tr><tr><td>Sondierbohrung(en) ausgebaut für Monitoring:</td><td>0.1 – 0.3 Mio. CHF</td></tr><tr><td>Testbrunnen inkl. Pumptest, Stimulationen:</td><td>0.6 – 0.9 Mio. CHF</td></tr><tr><td>Zweiter Brunnen inkl. Zirkulationstest:</td><td>0.6 – 0.9 Mio. CHF</td></tr></table> Mit zunehmender Duplizierbarkeit verringern sich wie bei den EWS die Kosten (Standardvorgehen, Konkurrenz). Dauer (abhängig von Verfügbarkeit, deshalb grosse Bandbreite): <table><tr><td>Vorgängige Planung, Bewilligungen:</td><td>3 – 6 Monate</td></tr><tr><td>Reflexionsseismik inkl. Ausschreibung, Auswertung</td><td>4 – 8 Monate</td></tr><tr><td>Sondierbohrungen</td><td>2 – 4 Monate</td></tr><tr><td>Testbrunnen inkl. Ausschreibung, Tests, Auswertung</td><td>6 – 12 Monate</td></tr><tr><td>Ausbau zur Dublette mit Zirkulationstest</td><td>6 – 10 Monate</td></tr></table> Wie die letzten Rinnenprojekte zeigen, hängt die Dauer der Erschliessung stark von der Verfügbarkeit der Seismik- und Bohrfirmen ab, aber auch davon wie das Projekt aufgelegt wird (in einzelnen Phasen oder als ein Paket) und wie lange die Entscheidungsfindung bzw. Finanzierung dauert. Grundsätzlich sind erste Nachweise innerhalb von einem Jahr möglich. Nutzbare Energie pro Jahr: 15 – 150 Mio. kWh/a (1.5 – 15 Mio. Liter Heizöl) Nutzungsart: Wärme mit Wärmepumpe, Kältenutzung, Aquiferspeicher	Reflexionsseismik (2D):	0.1 – 0.4 Mio. CHF	Sondierbohrung(en) ausgebaut für Monitoring:	0.1 – 0.3 Mio. CHF	Testbrunnen inkl. Pumptest, Stimulationen:	0.6 – 0.9 Mio. CHF	Zweiter Brunnen inkl. Zirkulationstest:	0.6 – 0.9 Mio. CHF	Vorgängige Planung, Bewilligungen:	3 – 6 Monate	Reflexionsseismik inkl. Ausschreibung, Auswertung	4 – 8 Monate	Sondierbohrungen	2 – 4 Monate	Testbrunnen inkl. Ausschreibung, Tests, Auswertung	6 – 12 Monate	Ausbau zur Dublette mit Zirkulationstest	6 – 10 Monate
Aquifer-Temperatur:	15 – 30 °C																																	
Förderrate:	20 – 80 l/s (Annahme: basale Schotter wie in anderen Rinnen vorliegend)																																	
therm. Kälteleistung pro Förderbrunnen:	0.5 – 3 MW_{th} (abhängig von ΔT von 4 bis 10 °C bzw. 3K-Regelung)																																	
Fündigkeitschancen:	mittel – hoch																																	
Reproduzierbarkeit:	mittel – hoch																																	
Anzahl Dubletten ganzer Kanton:	10 – 30																																	
Therm. Kälteleistung total Kanton:	5 – 50 MW_{th}																																	
Reflexionsseismik (2D):	0.1 – 0.4 Mio. CHF																																	
Sondierbohrung(en) ausgebaut für Monitoring:	0.1 – 0.3 Mio. CHF																																	
Testbrunnen inkl. Pumptest, Stimulationen:	0.6 – 0.9 Mio. CHF																																	
Zweiter Brunnen inkl. Zirkulationstest:	0.6 – 0.9 Mio. CHF																																	
Vorgängige Planung, Bewilligungen:	3 – 6 Monate																																	
Reflexionsseismik inkl. Ausschreibung, Auswertung	4 – 8 Monate																																	
Sondierbohrungen	2 – 4 Monate																																	
Testbrunnen inkl. Ausschreibung, Tests, Auswertung	6 – 12 Monate																																	
Ausbau zur Dublette mit Zirkulationstest	6 – 10 Monate																																	