

Anhänge

1 Technische Parameter der Tiefbohrung «St.Gallen GT-1»

Die Tiefbohrung «St.Gallen GT-1» und das umgebende Gebirge sind durch verschiedene Parameter gekennzeichnet, welche im Rahmen der Bohrlochuntersuchungen und -tests im Jahr 2013 erhoben wurden und seitdem als Grundlagen für die technische (Risiko-)Beurteilung des bestehenden Bauwerks und des damit korrespondierenden Untergrunds dienen. Sie bilden zudem die Grundlage für die Planung und Realisierung eines definitiven Bohrlochverschlusses (Bohrlochverfüllung). Eine Übersicht relevanter Parameter zeigt die folgende Tabelle.

Parameter	Beschreibung / Details
Bohrpfadbeginn	Sittertobel, Rechenwaldstrasse (städtisches Grundstück, ZöBA)
Bohrpfadende	ca. 4 km unterhalb Ortsmitte Abtwil (SG)
Tiefenreferenz	579,2 m ü. M. (Ackersohle)
Bohrlochtiefe vertikal	4'253 m unter Gelände
Bohrlochlänge (Measured Depth – MD)	4'450 m MD, effektiv ca. 4'372 m MD (da teilweise verlegt im unteren Bereich durch verlorenes Equipment und Bohr-Material)
Anzahl Bohrsektionen	5 (1'180 mm, 23“, 16“, 12 1/4“, 8 1/2“)
Anzahl Verrohrungen	5 (Standrohr, Ankerrohrtour, Technische Rohrtour, Technischer Liner, Lochliner unzementiert)
Ruhe-Wasserspiegel Bohrung	ca. 114 m unter Gelände (gemessen Juli 2013)
Initialer Bohrlochsohlendruck	371 bar (gemessen Juli 2013)
Maximale Druckabsenkung durch Fördertests im Bohrloch	bis ca. 150 bar (Förderung ohne Pumpe, gemessen Juli 2013)
Temperaturbereich nachgewiesen an Oberkante Malm-Horizont (stationär)	ca. 140 bis 145 °C (gemessen Juli 2013; vgl. auch ungestörte Bohrlochmessungen vom September 2020 mit 132°C bei 3'680 m MD (3'518,5 m TVD))
Höchste nachgewiesene Fördertemperatur am Bohrungskopf (stationär)	ca. 95 °C (beobachtete, sehr hohe spezifischen Wärmeverluste von 790 W/m resp. Delta ca. 50K über Bohrlochlänge, überwiegend durch geringe Wasserproduktivität begründet)
Nachgewiesene Rohstoffe	Gasvorkommen als Co-Förderung mit salzhaltigem Tiefenwasser nachgewiesen ab ca. 4'000 m – 4'400 m Bohrlochlänge (Malm)
Zusammensetzung Erdgas	ca. 95 % Methan (CH ₄ , entspricht Erdgasqualität für St.Galler Gasnetz), kein Schwefelwasserstoff (H ₂ S) enthalten, fast kondensatfreies Trockengas, überwiegend als freie Gasphase (Anteil aus Entlösung aus Wasser spielt eine untergeordnete Rolle bei dem geförderten Gasvolumen)
Zusammensetzung Wasser	Gesamt-Mineralisierung ca. 20 g/l, NaCl-Typ (Meerwasserqualität)
Erdgas-Muttergestein(e)	potenziell Permokarbon-Trog unterhalb der Bohrung (Karbonkohlen als auch Autunschiefer potenziell vorhanden)
Erdgas-Speichergestein(e)	unbekannt, potenziell kluftgebunden im Malm und/oder Dogger oder weitere darunterliegende, potenzielle Speichergesteine
Produktivität Wasser (Co-Förderung mit Gas)	0,05 l/(s*bar) bzw. 0,14 (m ³ /h)/bar, entspricht durchschnittlich ca. 6l/s bei 1'500 m Druckspiegelabsenkung im Bohrloch bei gleichzeitig hoher Produktivität Erdgas
Produktivität Erdgas (Co-Förderung mit Wasser)	40 m ³ /(h*bar), entspricht durchschnittlich 6'000 Nm ³ /h

Vergleich Wasser- und Gas-Produktivität	Gas-Produktivität fällt mit laufender Förderzeit in geringerem Maße ab als die Wasser-Produktivität (beide Produktivitätswerte nach 50 h maximaler Förderdauer noch nicht stabil)
Erschlossener Gasvorrat (Gas-initially-in-Place, GIIP)	3,5–11 Mio. Nm ³ (geschätzt auf Basis Testdaten; aufgrund der Testdauer nicht eindeutig berechenbar)
Gebirgsdurchlässigkeit (Transmissivität)	$T = 3,9 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ bzw. $kh = 1 \text{ D m}$ (Annahme von zwei parallelen impermeablen Berandungen, z. B. geologische Störungen)
Reservoirmodell	Bohrung in einem Reservoir mit beidseitigen parallelen Berandungen in 280 m bis 470 m Entfernung zur Bohrung
Hydrogeologische Besonderheit	mindestens zwei unterschiedliche Speicher kommen für die Injektion in und Förderung aus der Bohrung in Betracht
Erdbebengefährdung / Seismizität	Verwerfungszone ist zumindest im Bereich der Tiefbohrung aktiv / kritisch gespannt; erhöhtes seismisches Risiko besteht bei Fluidinjektionen; Fluidförderung wirkt sich nachgewiesen stabilisierend auf den Untergrund aus
Anzahl technische Barrieren (prov. Bohrlochverschluss)	4 (2013 bis heute): Packer, Bridge-Plug, Fluidsäule Konservierungsflüssigkeit, Bohrlochkopf (obertägig)
Druck Bohrlochkopf (prov. Bohrlochverschluss)	0 bar (2013 bis heute)
Druck Bohrlochsohle (prov. Bohrlochverschluss)	unbekannt seit Bohrlochkonservierung (2013 bis heute, kein Druck-Monitoring im offenen Bohrlochbereich / Bereich Lochliner)

Tabelle 4: Bohrung «St.Gallen GT-1» - eine Übersicht der wichtigsten technischen und geologischen Parameter.

2 Technisch Ausführungen zum provisorischen Bohrlochverschluss

Am Bohrlöchkopf wird der Druck in allen drei Ring- und Steigräumen (Ringraum 18 5/8" – 13 3/8", Ringraum 13 3/8" – 4 1/2" und Steigraum 4 1/2") mittels Manometern regelmässig überwacht (siehe Abbildung 7). Die Druckablesung findet einmal pro Woche manuell durch einen Vertreter der sgsw statt. Bislang wurde kein ungewöhnlicher Druckanstieg gemessen (Bohrkopf drucklos). Die Manometer werden regelmässig zusammen mit dem gesamten, oberirdisch zugänglichen Bohrlöchkopf technisch geprüft und instandgesetzt.

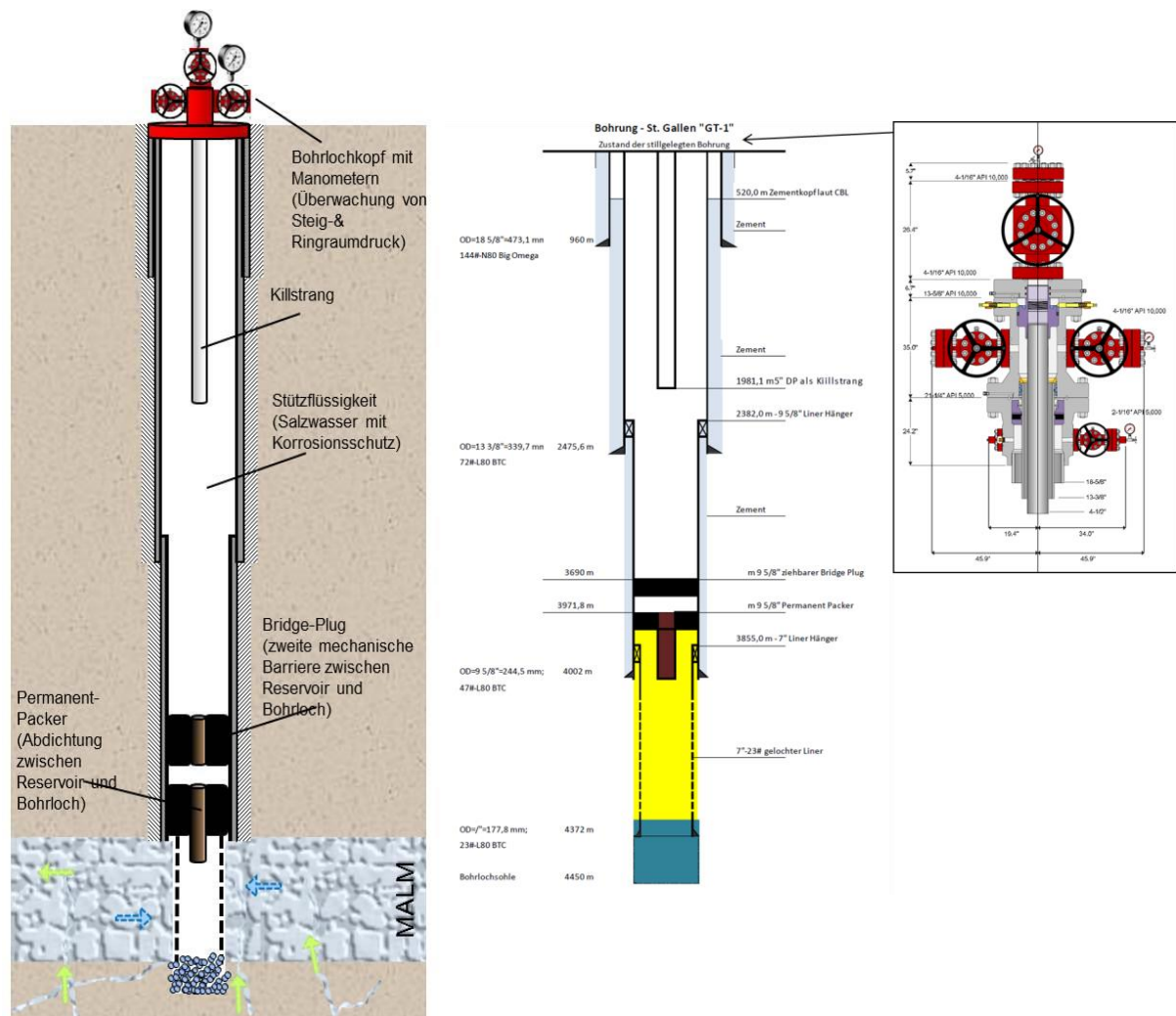


Abbildung 6: Aktueller Ausbauzustand Bohrung «St.Gallen GT-1» (links: schematisch, rechts: technisch), nicht massstabsgetreu (farblos: Stützflüssigkeit, gelb: Gas-Wasser-Gemisch, türkis: Verstopfungsmaterial).



Abbildung 7: Bohrlochkopf (links) mit Drucküberwachung der einzelnen Ring- und Steigräume (rechts).

3 Konzept definitiver Bohrlochverschluss

Die folgende Abbildung stellt das Verfüllungsschema für einen definitiven Bohrlochverschluss konzeptuell dar.

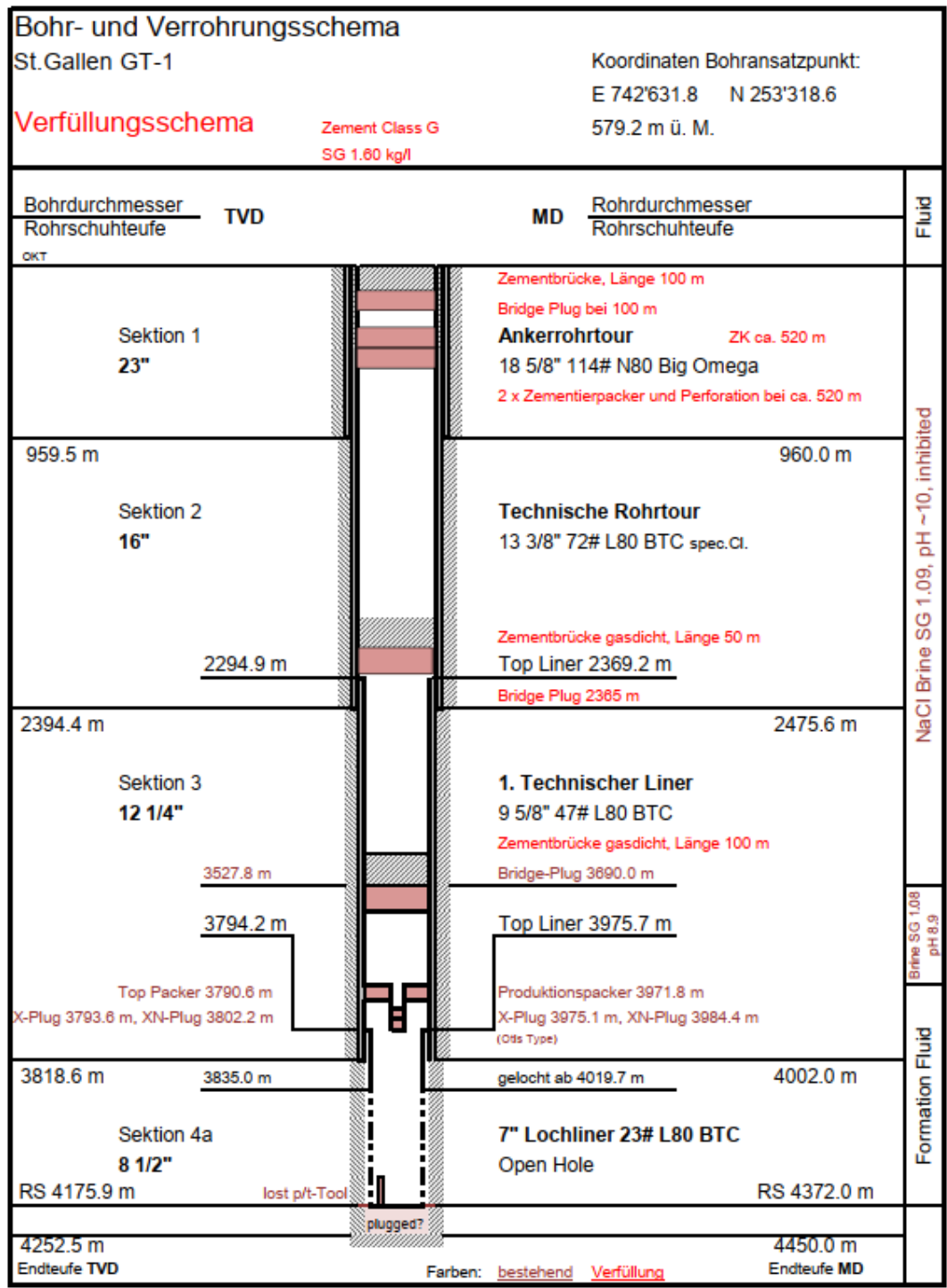


Abbildung 8: Verfüllungsschema - Konzept des vorgesehenen Endzustands der Bohrung (definitiver Verschluss), nicht massstabsgetreu (farblos: Wasser mit Korrosionsschutz).