

Interventionsprogramm – Bohrung Ittigen-01

Bauherrschaft: Name

12.03.2018

Bohrlochingenieur: Name

Geologe: Name

Projektleiter: Name

Bei diesem Dokument handelt es sich lediglich um ein Beispiel, das als Vorlage für das «Interventionsprogramm» für Projekte und Operationen das Bohren/die Bohrlungen in der Tiefengeothermie betreffend dienen soll.

Ziel dieses Dokuments ist es, die Kantone bei den Bewilligungsverfahren zu unterstützen und ihnen zu zeigen, was die Bauherrschaft/das Bauunternehmen als Interventionsprogramm für Bohrungen im Rahmen eines Tiefengeothermieprojekts vorlegen könnte (Reparaturen von Bohrlochköpfen, Logging, Stimulation, Suspendierung der Bohrung Lochs usw.). Bei den Interventionsoperationen kann dieses Dokument als Unterstützung für die Überwachung der Tätigkeiten dienen.

Der Detaillierungsgrad eines solchen Dokuments muss den Gefahren und Risiken im Zusammenhang mit der Intervention an Bohrungen entsprechend angepasst werden.

Der Inhalt dieses Dokuments ist fiktiv und muss durch reale Angaben ersetzt werden.

1	Zusammenfassung	3
1.1	Wichtige Angaben	3
1.2	Anwendungsbereich der Arbeiten	3
1.3	Designkriterien – Normen	3
2	Zustand der Bohrung	4
2.1	Status und Ziel	4
2.2	Verschleiß	4
2.3	Wasser im Untergrund (Trink- und nutzbares Wasser)	5
2.4	Kohlenwasserstoffe, H ₂ S und CO ₂	5
3	Interventionsoperationen	5
3.1	Endgültiger Status der Bohrung	5
3.2	Interventionseinheit	5
3.3	Interventionsdesign	6
3.3.1	Spezifikationen der Wireline-Einheit	6
3.3.2	Beschränkung Zugang/Wetter (falls zutreffend)	6
3.3.3	BOP: Blowout-Preventer (falls zutreffend)	7
3.3.4	Information zum Bohrlochkopf	7
3.3.5	Drucktest	7
3.3.6	Dauer der Operationen	7
3.4	Details der Operationen	8
3.4.1	Logging des Reservoirs	8
3.4.2	Säurebehandlung des Reservoirs (Option)	8
4	Risiko- und Gefahrenmanagement	9
4.1	Wichtigste Ziele	9
4.2	Risikoanalyse	9
4.3	Abweichungen	9
4.4	Bohrlochbarriere	10
5	Organisation	10

Abkürzungen/Terminologie

MD = measured depth = gemessene Tiefe

TVD = True vertical depth = effektive Vertikalteufe

RKB = Rotary Kelly Bushing = Verbindungsstück zwischen Drehtisch und Kellystange

GL = Ground Level = Bodenhöhe

TD = Total Depth = Gesamttiefe

BOP = Blowout-Preventer

s.g. = standard gravity = Standardschwerkraft (für eine Flüssigkeit: Verhältnis zwischen Dichte der Flüssigkeit und Dichte des Wassers)

Logging = Messungen in der Bohrung, auch Diagrafie genannt

Wireline = Kabel für das Herunterlassen der Ausrüstung in die Bohrung

Liner = im oberen Rohr (und nicht bis zum Bohrlochkopf) verankertes Linerkopf = Vorrichtung zur Fixierung des Liners

Packer = Ausrüstung aus Elastomer zur Isolation zwischen zwei Rohrtouren

Kick = nicht kontrollierter Eintritt von Fluiden in das Bohrloch (Wasser, Gas usw.)

Mudlogging = Messen von Bohrspülungsparametern. Oder etwas allgemeiner: Messen sämtlicher Parameter im Zusammenhang mit dem Bohren (Untersuchung Bohrklein, Volumen, Temperaturen, usw.), die in Echtzeit zur Steuerung des Bohren Prozesses benutzt werden können.

1 Zusammenfassung

1.1 Wichtige Angaben

Name der Bohrung: Ittigen-01

Bohrlochprofil: vertikal / abgelenkt / horizontal usw.

Risikoprofil der Bohrung: mittel

Kanton: Bern

Gemeinde: Ittigen

Konzessionsnummer: 4738901872-MN-GEO-2017

Bauherrschaft: Geothermie Ittigen AG

Höhe des Bohrplatzes: 432 m über Meer

Distanz Boden–RKB / Erhebung: 9 m

Koordinaten des Bohrlochkopfs:

Geografische Koordinaten:

Breitengrad: 42 Grad 12' 02" N (+ Referenz, ex WGS84)

Längengrad: 7 Grad 01' 31" E

UTM-Koordinaten:

Nord: 5 118 227 m (UTM-Zone: 32T)

Ost: 347 647 m

Adresse: Geothermiestrasse 34, 3063 Ittigen, Kanton Bern.

Reservoir und Tiefe: Ittigen-Massiv auf 2630 m TVD RKB

Druck des Bohrlochdesigns: 250 bar

Designtemperatur der Bohrung: 150 Grad

Vorgesehene Interventionsdauer: 12 Tage

Ziel der Intervention: Produktions-Logging mit Option einer Säurestimulation.

1.2 Anwendungsbereich der Arbeiten

Bei der Intervention an der Bohrung Ittigen-01 handelt es sich um die 7. Intervention an der Geothermie Anlage Ittigen-A.

Dieses Dokument stellt die Interventionstätigkeiten für die Bohrung Ittigen-01 vor:

- Logging-Aktivitäten
- Option einer Säurestimulation

Sollten die Bedingungen in der Bohrung von den Prognosen abweichen und zu anderen Operationen und Risiken führen als im Dokument vorgestellt, wird eine Veränderung des Risikomanagements (Changemanagement Prozess) eingeleitet, und diese Änderungen werden den zuständigen Behörden kommuniziert (Gemeinde, Kanton, Bund usw.).

1.3 Designkriterien – Normen

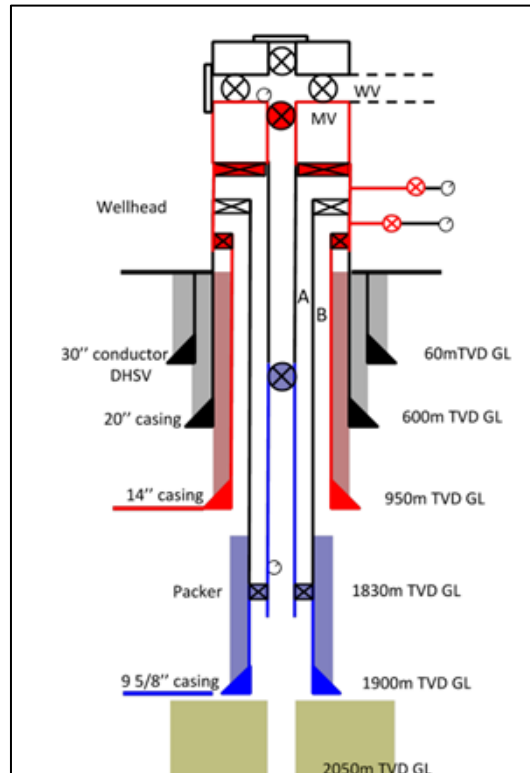
Die Vorbereitung der Bohrtätigkeiten für die Bohrung entsprechen der Norm NORSOK D-010 3 und der Norm WEG Bohrungsintegrität.

Jegliche Abweichung von diesen Normen wird im vorliegenden Dokument beschrieben.

2 Zustand der Bohrung

2.1 Status und Ziel

Im folgenden Schema wird der Zustand der Bohrung vorgestellt: Es wird auf das Dokument «Wichtige Angaben zur Bohrung» verwiesen.



Die Intervention verfolgt folgende Ziele:

- Ein Produktions-Logging (Durchflussmesser in der Bohrung) der verschiedenen Zonen des Reservoirs erstellen, um besser zu verstehen, wie sich die Abflüsse verteilen.
- Option: falls als notwendig erachtet, eine Säurestimulation des Reservoirs durchführen

Anmerkung: Die Ziele sind in dieser Planungsphase entscheidend. Denn alle darauffolgenden detaillierten Operationen werden zur Erreichung dieser Ziele konzipiert. Ebenso werden bei operativen Veränderungen während der Operationen die nötigen Anpassungen vorgenommen, um diese Ziele zu erreichen.

2.2 Verschleiß

Folgender Verschleiß wurden an der Bohrung Ittigen-01 festgestellt:

- Korrosion des Produktionsstrangs
- Wird auf 8 % der Strangdicke geschätzt
- Abnormaler Druck im Ringraum B
- Ein langsamer Druckanstieg (4 bar pro Woche) wurde seit Juni 2018 festgestellt. Es handelt sich um ein konstantes und stabiles Phänomen.

2.3 Wasser im Untergrund (Trink- und nutzbares Wasser)

Anmerkung: Ziel dieses Absatzes ist es, aufzuzeigen, dass die notwendigen Erwägungen und Vorkehrungen angewandt wurden, um das Wasser im Untergrund zu schützen, und dass die Gefahren und die Risiken identifiziert wurden.

Es ist nicht vorgesehen, dass sich diese Intervention auf Trinkwasser- und nutzbare Grundwasserleiter auswirkt oder mit ihnen interagiert. Allerdings stellt dieser Absatz trotzdem die bestehenden Vorkehrungen vor.

Die Bohrung durchquert folgende Trinkwasser- und nutzbare Wasservorkommen:

- Grundwasserleiter von Bern in einer Tiefe von ...
- Grundwasserleiter von Ittigen in einer Tiefe von ... Sie werden mit folgenden Massnahmen geschützt:
- Sammeln aller auf der Betonplattform am Bohrplatz vorhandenen Flüssigkeiten.
- Lagerung aller gefährlichen Chemikalien in einem spezifischen Bereich mit Sicherheitsbehälter.
- Isolation dieser Grundwasserleiter durch eine vollständige Zementierung der Verrohrung. Diese Zementierung wurde durch ein azimuthales CBL-Logging (Cement Bond Log) und durch Drucktests bestätigt.

Die einzige Flüssigkeit, die in die Umwelt abgeleitet wird, ist:

- Niederschlagswasser

Jegliches andere Fluid, die in die Umwelt gelangt, wird als Unfall betrachtet.

Der Umgang mit diesen Unfällen erfolgt gemäss der «Risikomanagementstrategie» der Geothermie Ittigen AG.

Folgende Punkte könnten ebenfalls eingeschlossen werden:

- Verweise auf die Bereiche Au, Zu, Ao, Zo (GSchV, SR 814.201).

2.4 Kohlenwasserstoffe, H₂S und CO₂

Die Bohrung ist weder Kohlenwasserstoffen noch H₂S noch CO₂ ausgesetzt.

3 Interventionsoperationen

3.1 Endgültiger Status der Bohrung

Der endgültige Status der Bohrung entspricht dem Ausgangszustand, da diese Intervention nicht auf eine Änderung der Bohrung abzielt (Logging und Säurebehandlung des Reservoirs).

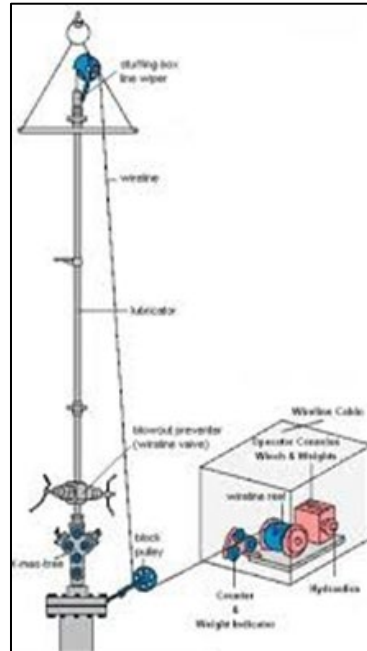
3.2 Interventionseinheit

Folgende Mindestkriterien für die Interventionseinheit wurden festgelegt:

- Art des Netzkabels – Heptan
- Länge des Kabels: 3,5 km
- Maximale Montagelänge: 6 m
- Pumpkapazität: 5000 l/min

- Funktionsdruck BOP (Blowout-Preventer): 200 bar
- Energieversorgung: Dieselmotor mit Backup
- usw.

Folgendes Schema stellt die Anlage am Bohrlochkopf dar:



Quelle: haltin.eu

3.3 Interventionsdesign

Logging im Reservoir

Das Logging des Reservoirs besteht in der Messung des Durchflusses (Fließgeschwindigkeit) auf der gesamten Produktionslänge des Reservoirs, um den Beitrag jedes Intervalls festzustellen. Dieses Logging ist auf 2112 m und auf 2744 m TVD RKB vorgesehen.

Säurebehandlung des Reservoirs

Im Anschluss an dieses Logging soll Säure in das Gestein in der Nähe der Bohrung injiziert werden, um eine Auflösung der Elemente auf Kalzit Basis zu ermöglichen. So können die Druckverluste der Strömung in der Nähe der Bohrung verringert und dessen Produktivität gesteigert werden.

Die Säure wird bis ins Reservoir gepumpt, wo sie bei schwachem Druck in die Poren des Grundwasserleiters gedrückt wird. Am Ende der Operation wird die restliche Säure, die nicht reagiert hat, produziert, um sicherzustellen, dass keine Kontamination erfolgen kann.

3.3.1 Spezifikationen der Wireline-Einheit

In diesem Absatz können die Ausrüstungen, die in die Bohrung abgelassen werden, beschrieben werden.

Auf die Beanspruchung des Wireline-Kabels bei jeder Operation kann ebenfalls eingegangen werden.

3.3.2 Beschränkung Zugang/Wetter (falls zutreffend)

Um einen sicheren Zugang zum Bohrplatz zu gewährleisten und wegen der ⁶ Witterungsbedingungen wurde festgelegt, dass zwischen Dezember und Februar keine

Arbeiten stattfinden. So darf das vorgesehene Enddatum der Arbeiten, plus einen Monat, nicht nach dem 1. Dezember liegen.

3.3.3 BOP: Blowout-Preventer (falls zutreffend)

Für die Operationen wird wegen des artesischen Drucks des Grundwasserleiterreservoirs ein Wireline-BOP (Blowout-Preventer) installiert.

Beim verwendeten BOP handelt es sich um ein Modell xxxxx des Herstellers xxxx, das auf einen Betrieb bei bis zu 345 bar (5000 psi) ausgelegt ist.

Ein Schema des BOP wird nachfolgend angehängt mit

- Verbindungsart, Innendurchmesser, Art des Preventers (BOP-Schneiden)
- usw.

3.3.4 Information zum Bohrlochkopf

Es wird auf das Dokument «Wichtige Angaben zur Bohrung» verwiesen, dass die Angaben zum Bohrlochkopf umfasst.

3.3.5 Drucktest

Der BOP wird gemäss den Anweisungen des Herstellers getestet. Die Testhäufigkeit wird nachfolgend zusammengefasst:

- Wireline-BOP
- Drucktest bei der Installation / alle 14 Tage
- Test des Drucks des Bohrlochdesigns bei der Installation
- Funktionstest alle 7 Tage
- Ventile des Bohrlochkopfs / «Lubricator» (Schmiervorrichtung)
- Drucktest bei jedem Hinein-/Herausfahren aus der Bohrung

Bei jedem 20-minütigen Test ist ein Druckabfall von 2 % akzeptabel, um der Kompressibilität und der in den Leitungen eingeschlossenen Luft Rechnung zu tragen. Der Druckverlauf muss ebenfalls eine asymptotische Tendenz aufweisen.

3.3.6 Dauer der Operationen

In diesem Absatz soll die Dauer der ausgeführten Operationen, deren Unsicherheiten und deren Stabilität aufgezeigt werden.

Die geschätzte Dauer der Aufgabe wird in der folgenden Tabelle dargestellt.

Die Zeit wurde pro Betriebsteam der Ittigen Geothermie AG geschätzt, basierend auf den vorherigen durchgeführten Interventionen.

Bohrung Ittigen-01 – geschätzte Dauer der Aufgabe	(Tage)		
	P10	P50	P90
Operationen			
Installation der Logging-Einheit	1,74	2,32	2,91
Logging des Reservoirs	1,53	2,45	3,63
TOTAL	9,6	12,8	18,9

Die Dauer der Operationen wurde unter Anwendung eines probabilistischen Ansatzes geschätzt, um ein Unsicherheitsintervall erfassen zu können. ⁷

- P10 bedeutet, dass 10 % der Fälle unter dieser Dauer liegen (das heisst nicht, dass

diese Dauer mit 10%iger Wahrscheinlichkeit eintritt)

- P50 bedeutet, dass 50 % der Fälle unter dieser Dauer liegen (das heisst nicht, dass diese Dauer mit 50%iger Wahrscheinlichkeit eintritt)
- P90 bedeutet, dass 90 % der Fälle unter dieser Dauer liegen (das heisst nicht, dass diese Dauer mit 90%iger Wahrscheinlichkeit eintritt)

Für das Budget, das für die Intervention an der Bohrung vorgesehen wurde, wird mit einer Dauer von P50 gerechnet: 12,8 Tage.

Folgende Punkte könnten ebenfalls in Betracht gezogen werden:

- Die Verwendung eines anderen Modells für die Berechnung der Unsicherheiten (abgesehen von der probabilistischen Monte-Carlo-Simulation)

3.4 Details der Operationen

In diesem Abschnitt sollen die geplanten Tätigkeiten vorgestellt werden. Ebenfalls soll hier ein solider und ausgereifter Plan der Tätigkeiten im Untergrund eingefügt werden.

In diesem Abschnitt sollen jedoch nicht die Nebentätigkeiten, die an der Bohrung stattfinden, erörtert werden (Logistik, Heben von Lasten, Verwaltung der Oberflächenausrüstung, Fluidmanagement usw.).

3.4.1 Logging des Reservoirs

Ziel: Daten mit hoher Qualität gewinnen / Das Verständnis des Reservoirs verbessern

Ablauf der Operationen:

- Installation der Logging-Einheit.
- Montage des Logging-Strangs und Drucktest der Vorrichtung.
- Hineinfahren des Logging-Strangs
- Anfahren der Produktionsbohrung.
- Durchführung des Loggings.
- Herunterfahren der Bohrung.
- Entfernung des Logging-Strangs

Risiken:

- Logging-Strang bleibt in der Bohrung stecken
- Leck der Oberflächenvorrichtung
- Flüssigkeit: Wasser der Bohrung

Anmerkung: keine für diesen Abschnitt

3.4.2 Säurebehandlung des Reservoirs (Option)

Ziel: Das Reservoir säurebehandeln, um Hindernisse in der Nähe der Bohrung aufzulösen / um die Produktivität der Bohrung zu steigern.

Ablauf der Operationen:

- Überprüfung der Injektivität der Bohrung. Steigerung der Injektivität um 500 m³/Tag bis 8 2000 m³/Tag.

- Pumpen von 10 m³ Säure in die Bohrung
- Verdrängung der Säure im Reservoir mit 300 l/min (78 m³; Bohrlochvolumen) mit klarem Wasser.
- Injektion der Säure in das Reservoir mit geringem Druck: 5–10 bar über 2 Std. (die Parameter werden während der Operation angepasst)
- Pumpen von 2 × 78 m³ (2× das Bohrlochvolumen) klarem Wasser, um die Säure aus der Bohrung zu eliminieren.
- 24 Std. warten, bevor die Produktion der Bohrung wiederaufgenommen wird

Risiken:

- Nicht korrektes Einleiten der Säure. Korrosion des Produktionsstrangs
- Flüssigkeit: klares Wasser

Anmerkung: keine für diesen Abschnitt

4 Risiko- und Gefahrenmanagement

4.1 Wichtigste Ziele

Die wichtigsten Ziele der Risiko- und Gefahrenmanagementstrategie:

- Eine Durchführung der Operationen ohne Austreten von Fluiden in die Umwelt
- Die Errichtung stabiler Barrieren für die dauerhafte und zukünftige Isolation der Bohrung

Für die Umsetzung dieser Strategie wird auf die Risikomanagementstrategie der Ittigen Geothermie AG verwiesen.

4.2 Risikoanalyse

Es wird auf die Risikoanalyse der Bohrung Ittigen-01 verwiesen, die die bei den Operationen in der Bohrung festgestellten Gefahren, ihre Auswirkungen und die Risikominderungsmaßnahmen erfasst.

Diese Risikoanalyse wird in dieser Phase zur Intervention an der Bohrung verwendet. Alle Schlussfolgerungen aus dem Bohren, dem Betrieb der und der Intervention an der Bohrung fließen in diese Analyse ein.

Die grössten identifizierten Risiken für die Operationen in dieser Bohrung sind:

- Verschleiß der Bohrung infolge eines nicht korrekten Einleitens der Säure
- Verlust oder Blockierung des Logging-Strangs in der Bohrung

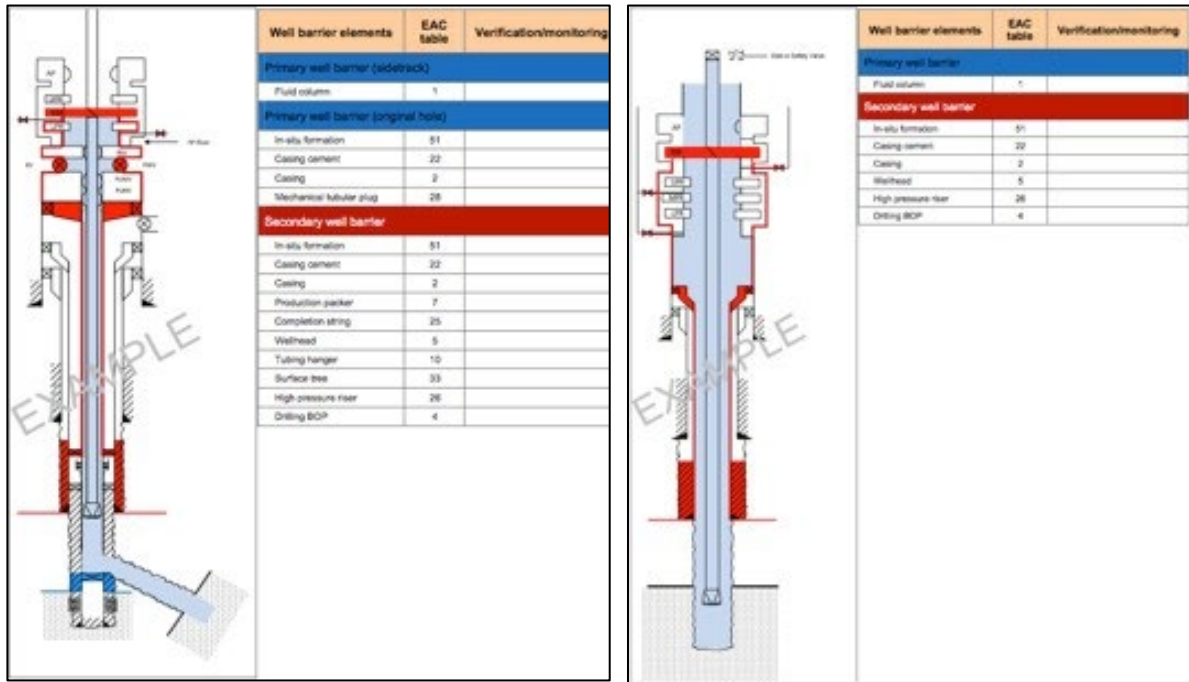
4.3 Abweichungen

Bei der Vorbereitung dieses Bohrprogramms wurden verschiedene internationale Normen und Standards befolgt. Während dieser Planungsphase wurden keine Abweichungen von diesen Normen festgestellt.

4.4 Bohrlochbarriere

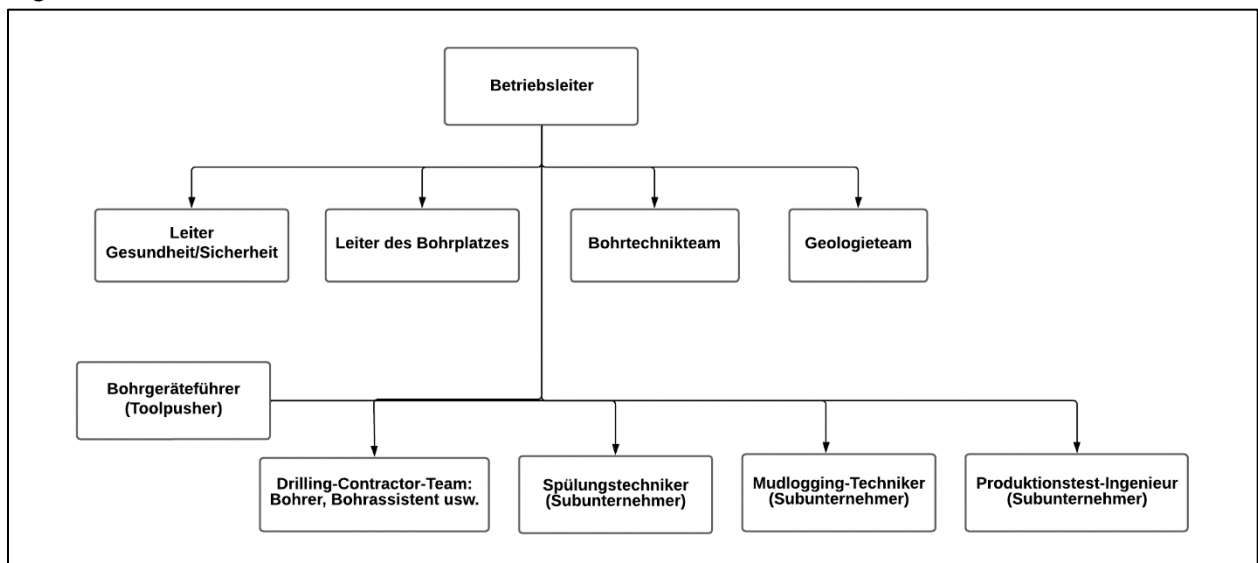
Die Bohrlochbarrieren, die nach der Norm Norsok D-010 dargestellt werden, werden im Folgenden für die wichtigsten Phasen vorgestellt:

- Logging
- Säurebehandlung
- ...



5 Organisation

Das Bohrungsprojekt und die Operationen werden von den folgenden zuständigen Personen organisiert:



Anmerkung: Bei einer öffentlichen Verbreitung dieses Dokuments wird die Kontaktliste entfernt, um jeglichen Einfluss auf die Sicherheit des Betriebs zu verhindern.