

Einführung in die Tiefbohrtechnik

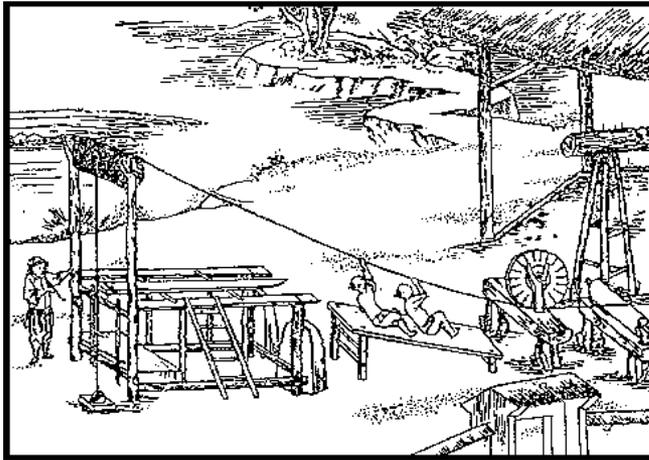
Wie werden Tiefbohrungen hergestellt?

Prof. Dr.-Ing. Matthias Reich

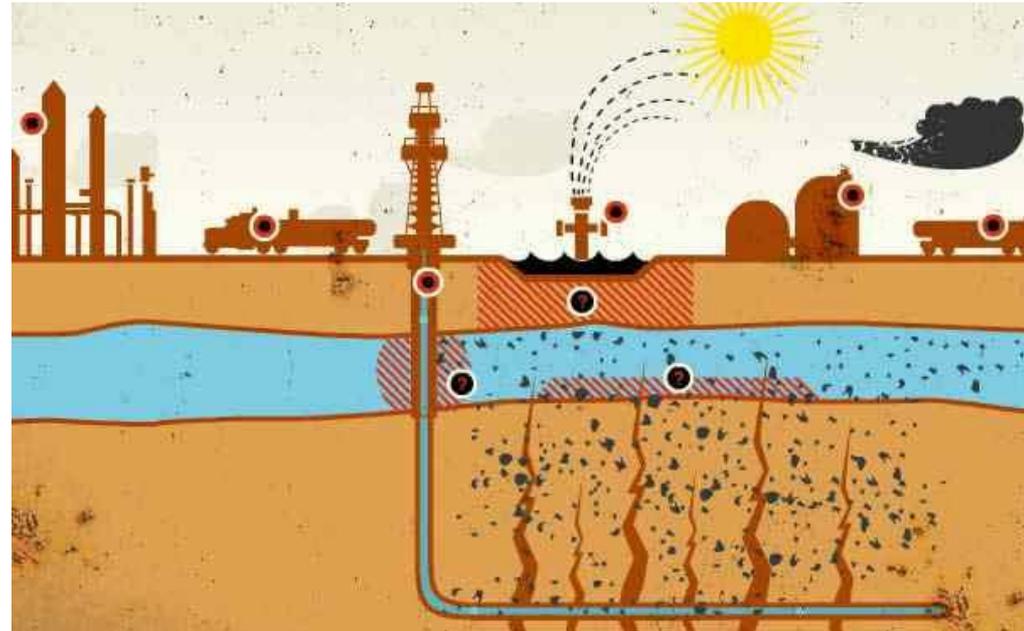
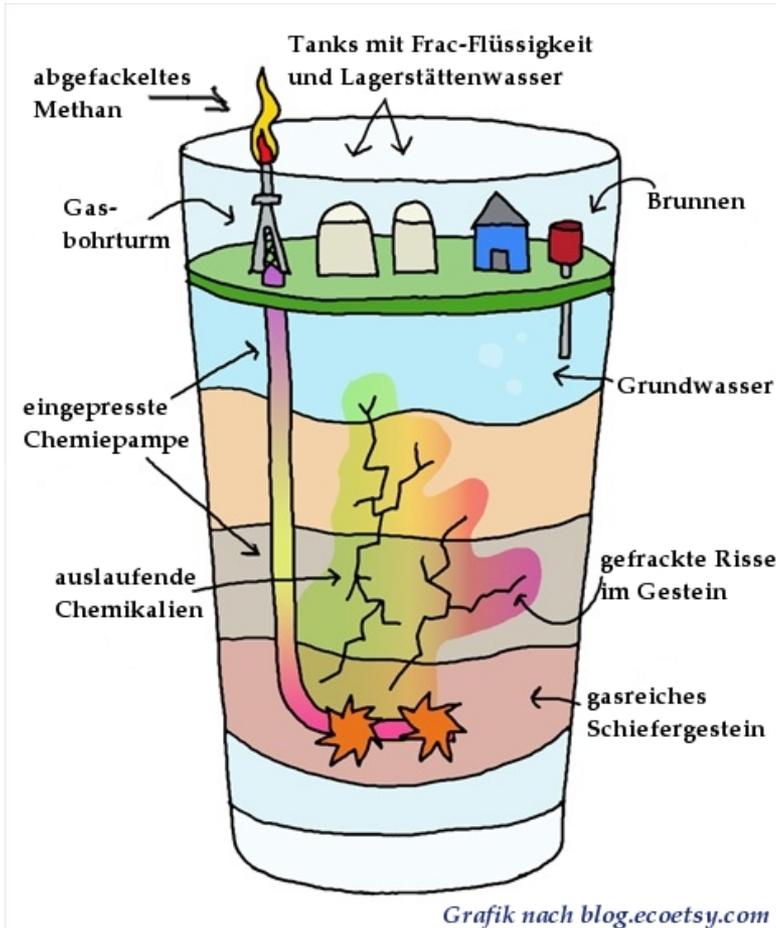
28. Juni 2016, Fachworkshop „Wasserwirtschaftliche und hydrogeologische Aspekte bei der Nutzung des tiefen Untergrundes“, Schloss Rauschholzhausen

Highlights der Tiefbohrtechnik

- Vor 2700 Jahren Bohrungen mit mehreren Hundert Metern Tiefe
- 1859 erste Ölbohrung in Titusville (Pennsylvania)
- 1901 Erfindung der modernen Rotary-Bohrtechnik
- 1930 Erfindung der Richtbohrtechnik
- 1970-1989: tiefste Bohrung der Welt (12.262 m Vertikalteufe)
- Seit 1995: Reservoir Navigation bis zu 13 km Länge



Tiefbohrtechnik im Internet



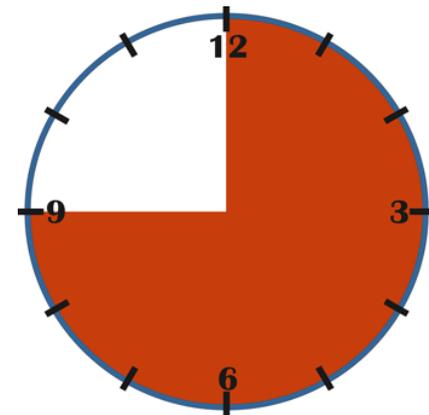
Wie sieht eine Tiefbohrung aus?

so **nicht!**



Studium „Petroleum Engineering“ an der TU Bergakademie Freiberg:

- 4 Semester Grundstudium (Vordiplom)
- 4 Semester Hauptstudium
- 1 Semester Diplomarbeit
- 120 Schichten Praktikum
- **Abschluss: Dipl.-Ing.**
- danach meist mehrjährige Trainee-Programme



Entstehung einer konventionellen Lagerstätte (1)

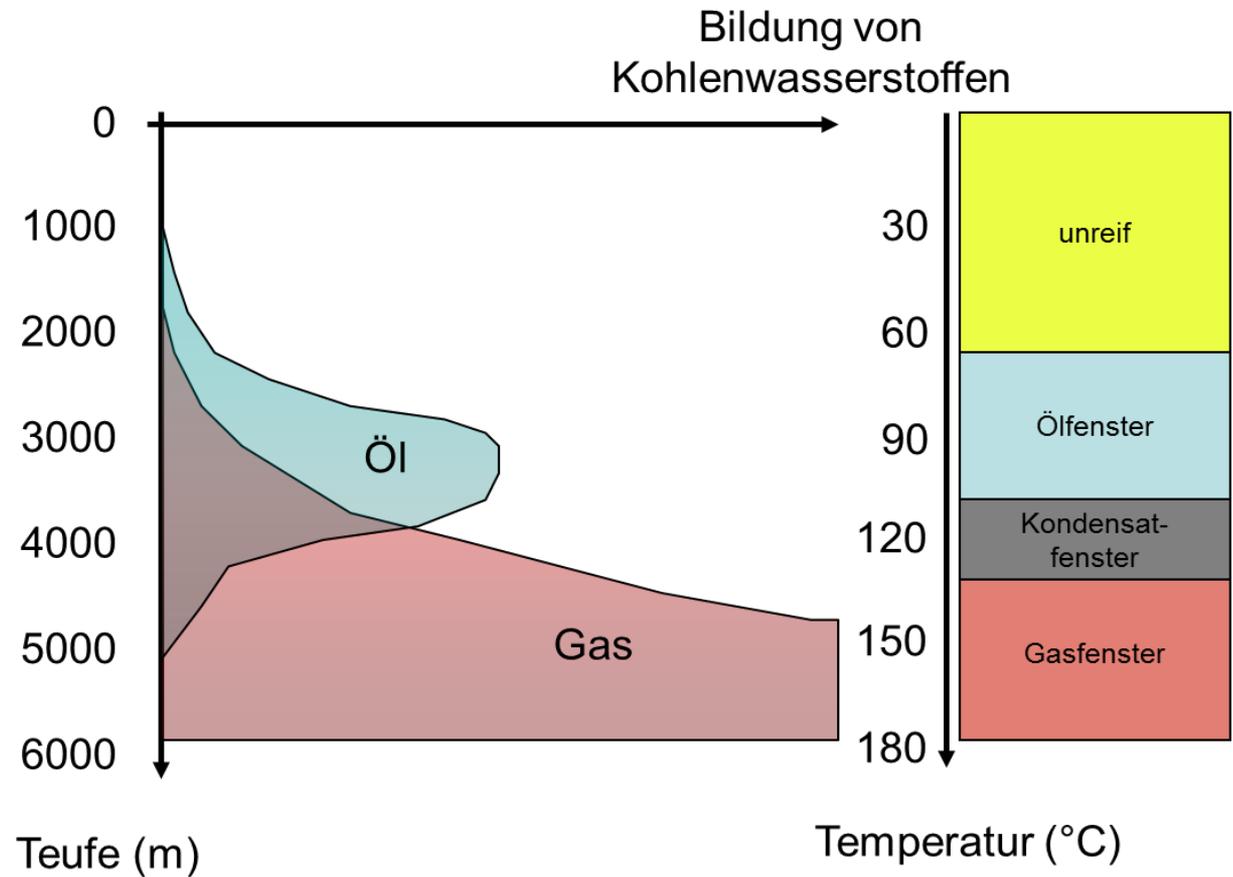


- Einschluss großer Mengen organischen Materials
- Überlagerung durch Sedimente und Transport in große Tiefen

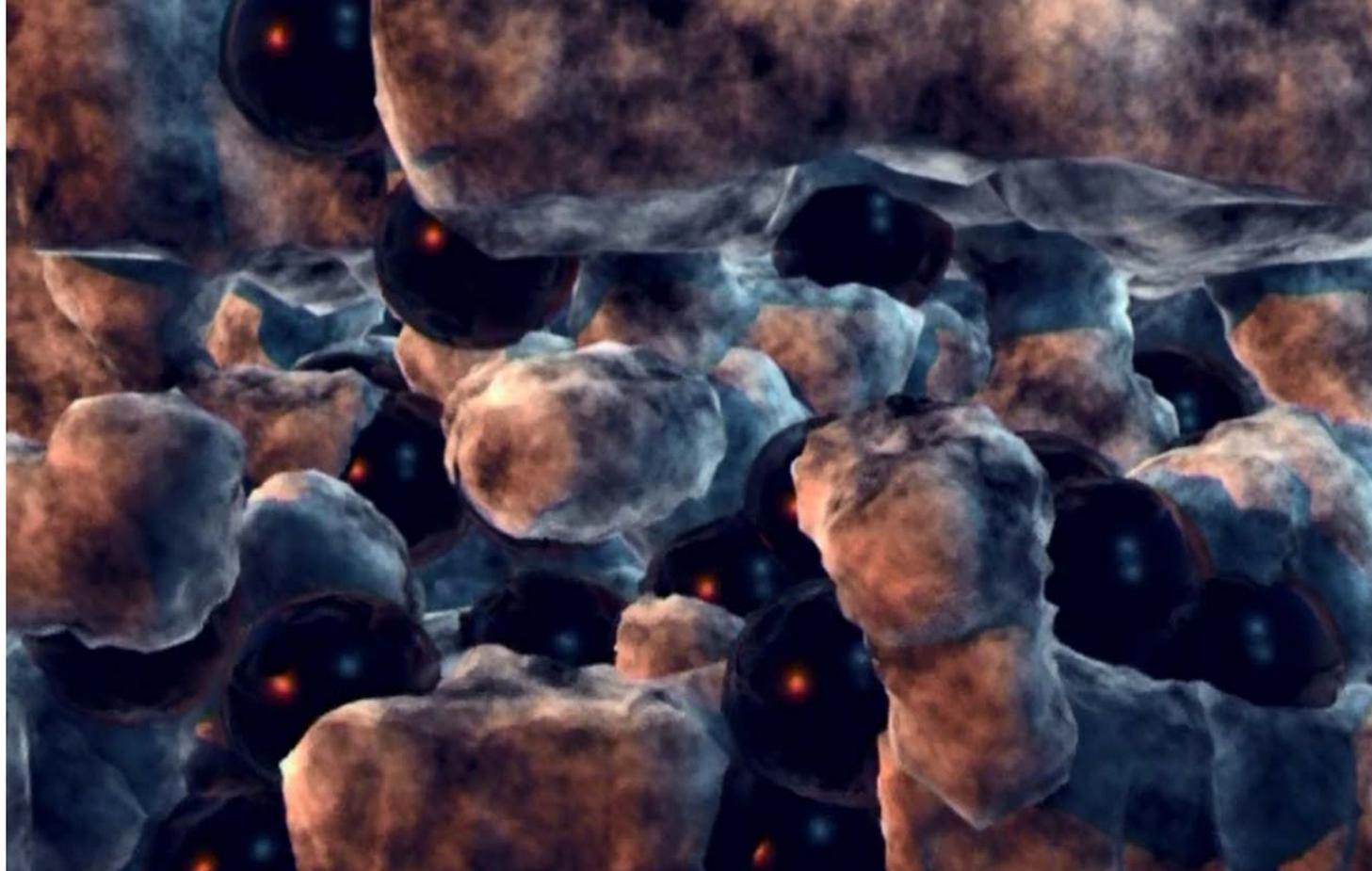
Entstehung einer konventionellen



Lagerstätte (2)

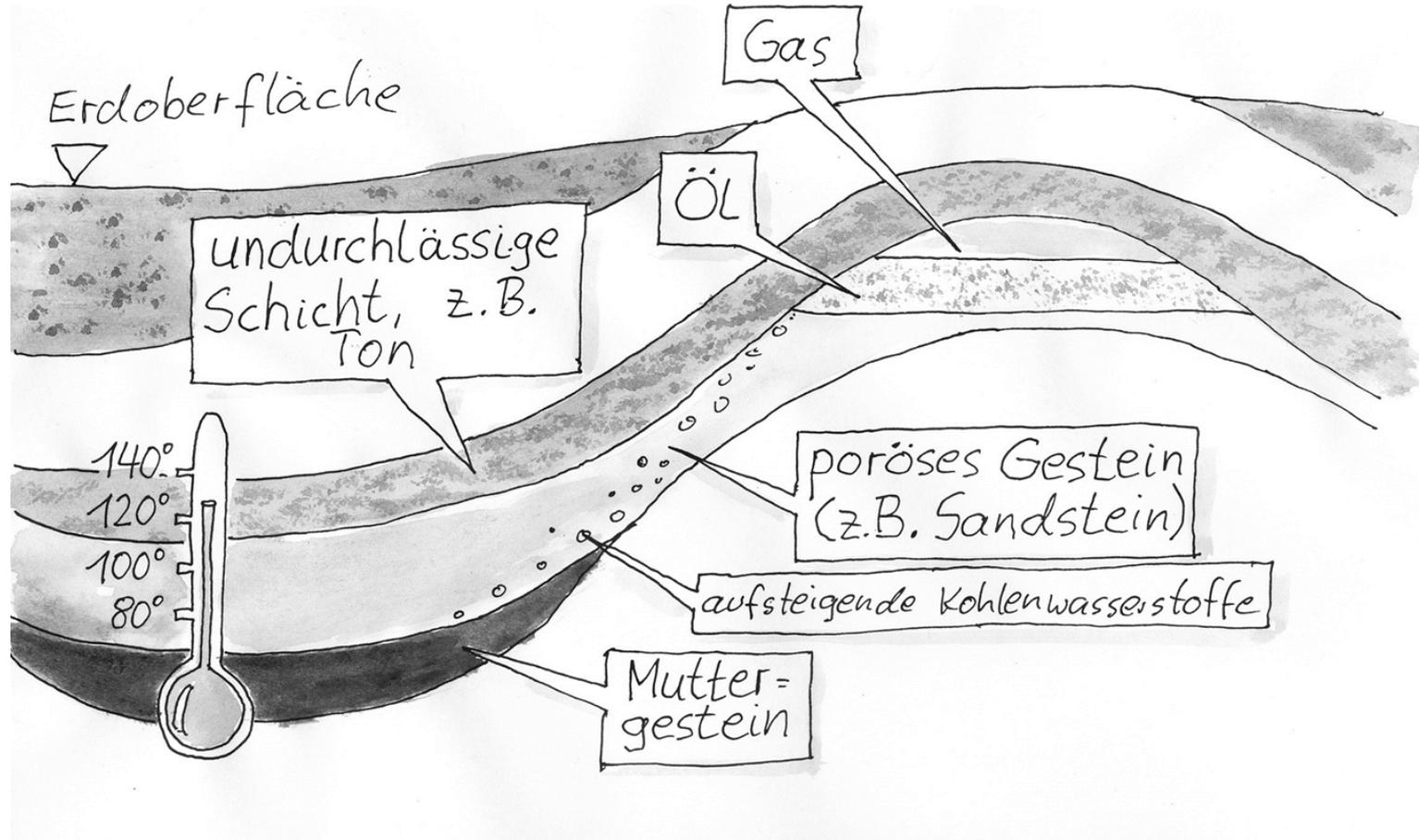


Entstehung einer konventionellen Lagerstätte (3)



Kohlenwasserstoffe werden gebildet und aus dem Muttergestein gepresst

Entstehung einer konventionellen Lagerstätte (4)

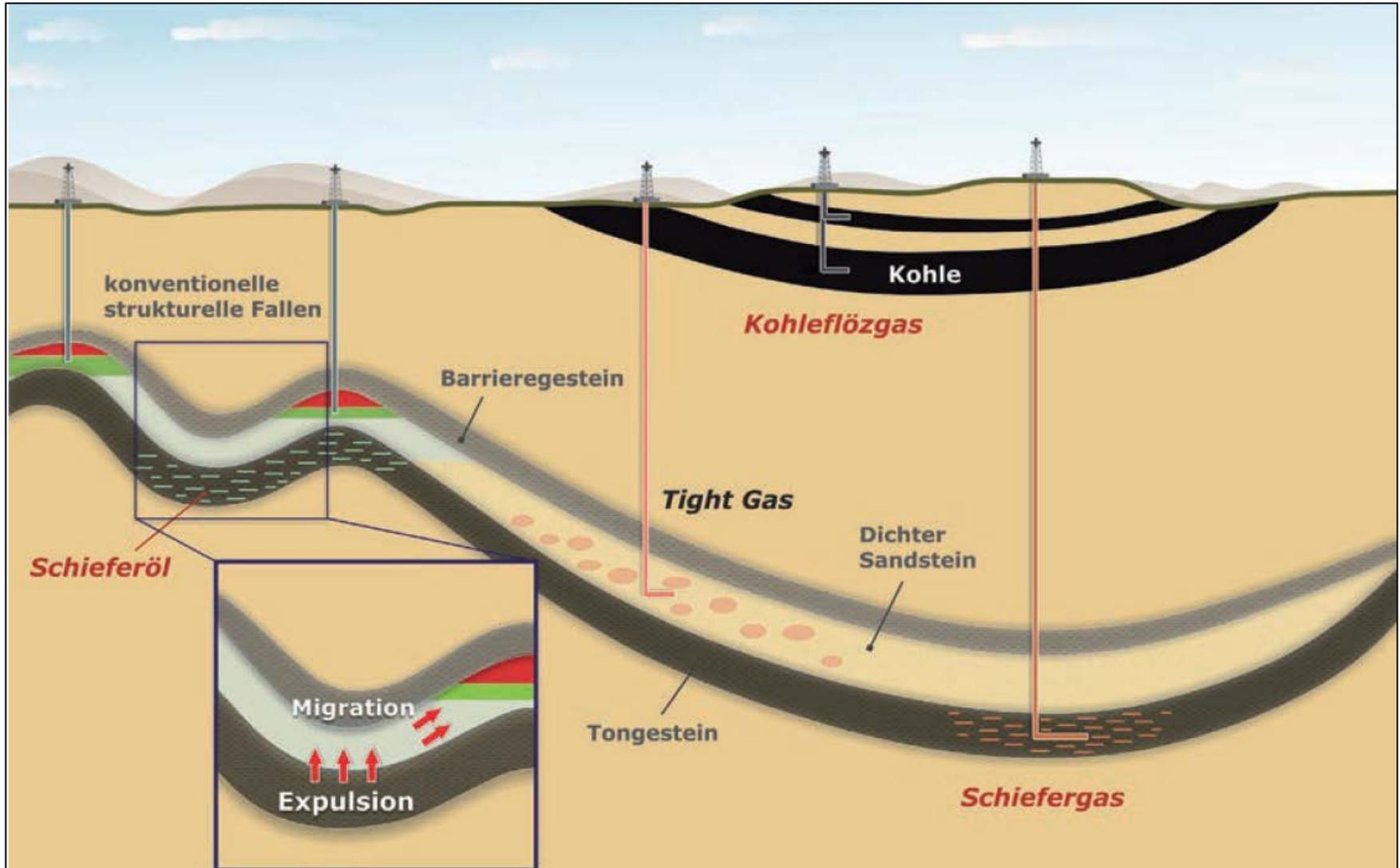


- Kohlenwasserstoffe steigen in den Poren des Gesteins auf
- konventionelle Lagerstätte bildet sich nur unter dichten Gesteinsschichten

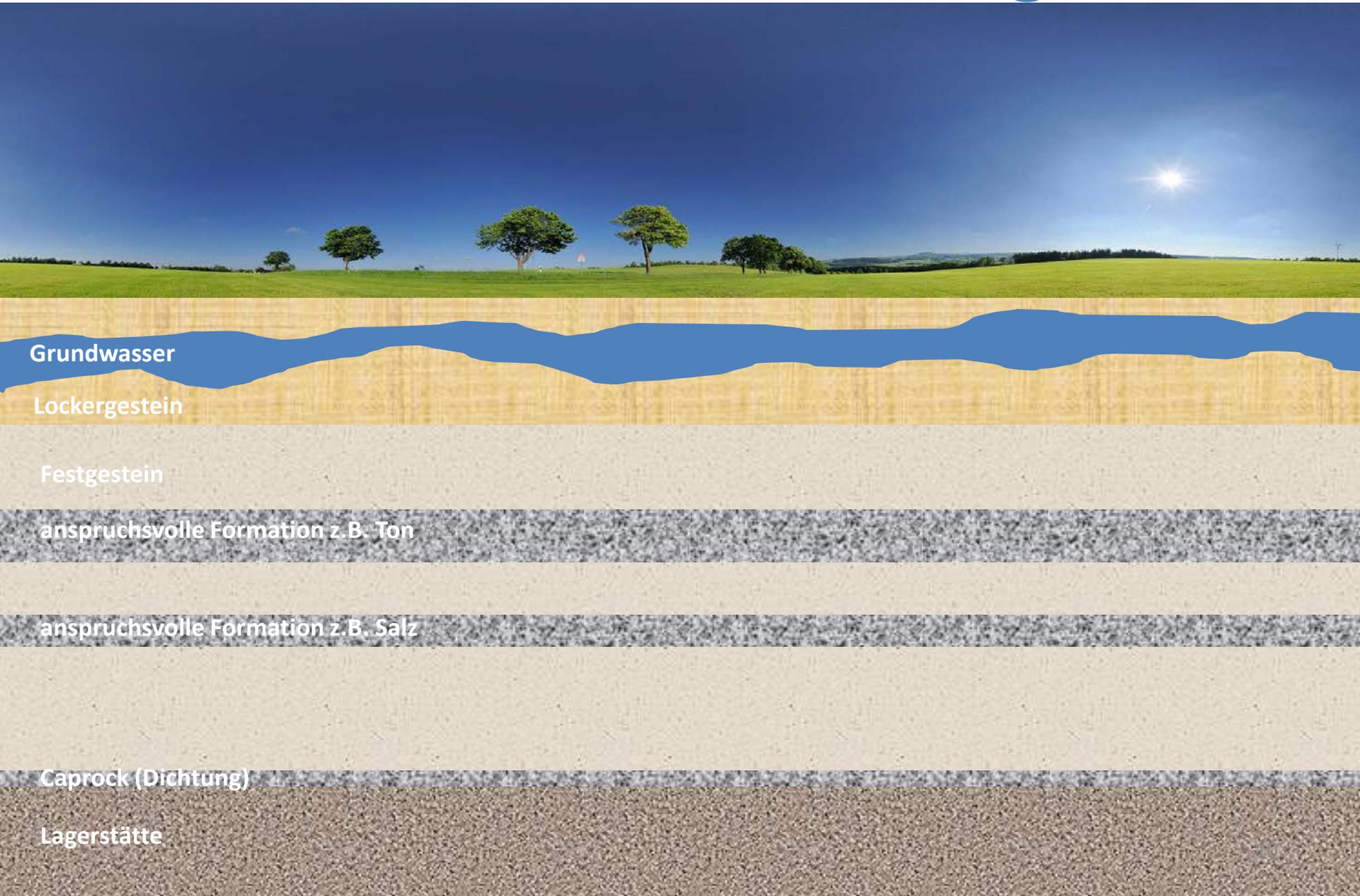
Entstehung einer konventionellen Lagerstätte



Lagerstätte (5)



Ablauf einer Bohrung



Grundwasser

Lockergestein

Festgestein

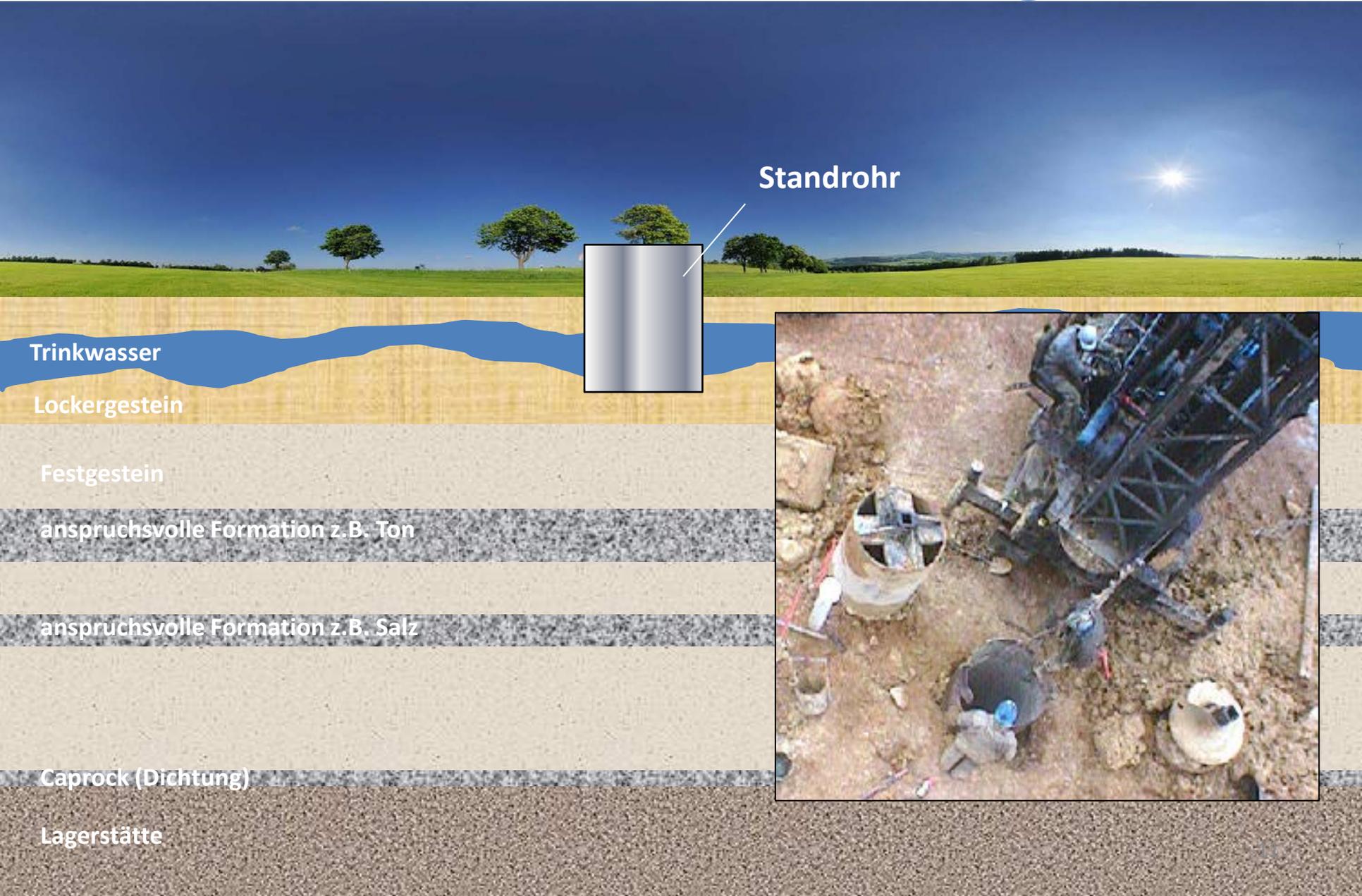
anspruchsvolle Formation z.B. Ton

anspruchsvolle Formation z.B. Salz

Caprock (Dichtung)

Lagerstätte

Ablauf einer Bohrung



Standrohr

Trinkwasser

Lockergestein

Festgestein

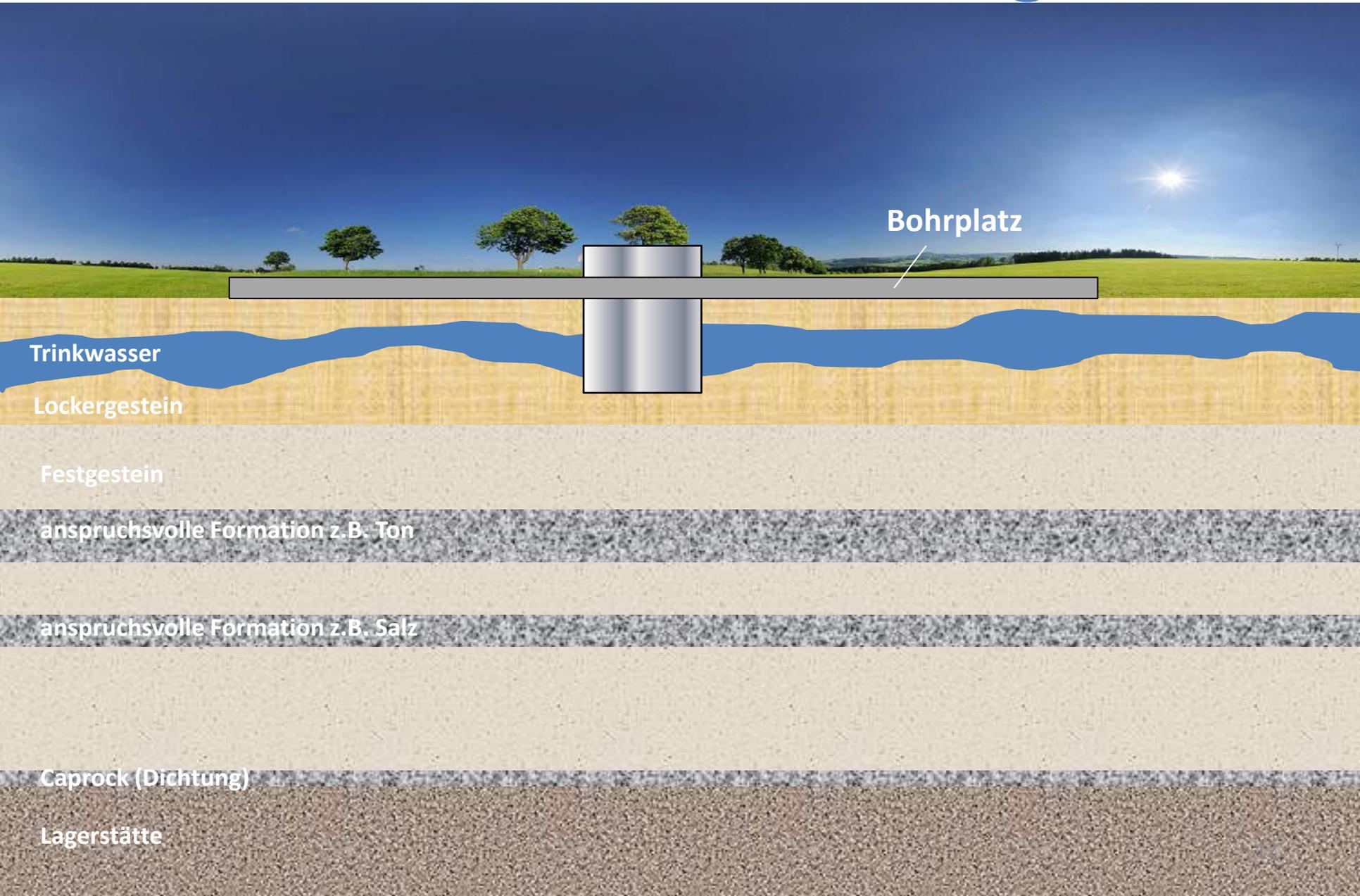
anspruchsvolle Formation z.B. Ton

anspruchsvolle Formation z.B. Salz

Caprock (Dichtung)

Lagerstätte

Ablauf einer Bohrung



Bohrplatz

Trinkwasser

Lockergestein

Festgestein

anspruchsvolle Formation z.B. Ton

anspruchsvolle Formation z.B. Salz

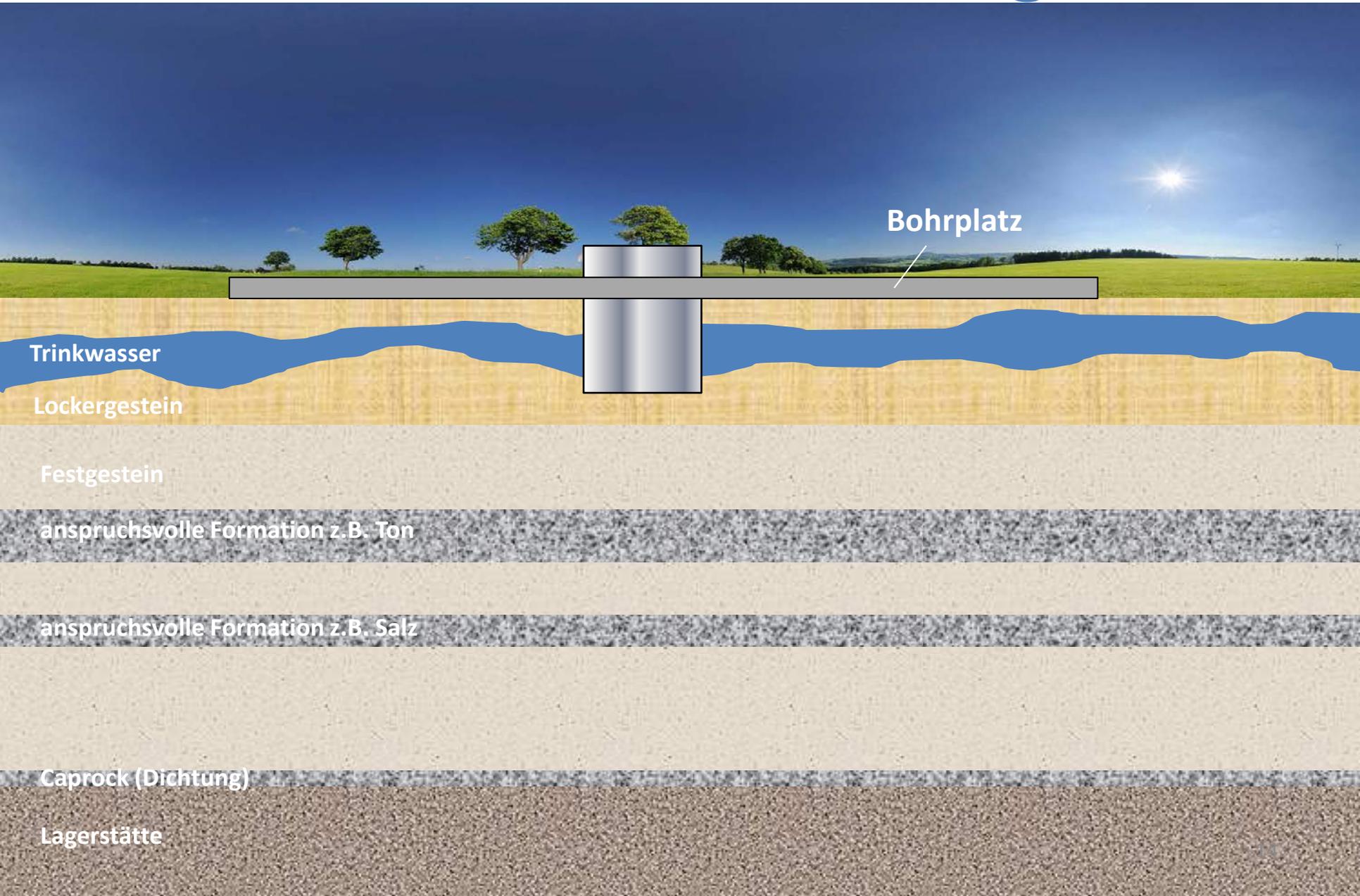
Caprock (Dichtung)

Lagerstätte

Anlage des Bohrplatzes



Ablauf einer Bohrung



Bohrplatz

Trinkwasser

Lockergestein

Festgestein

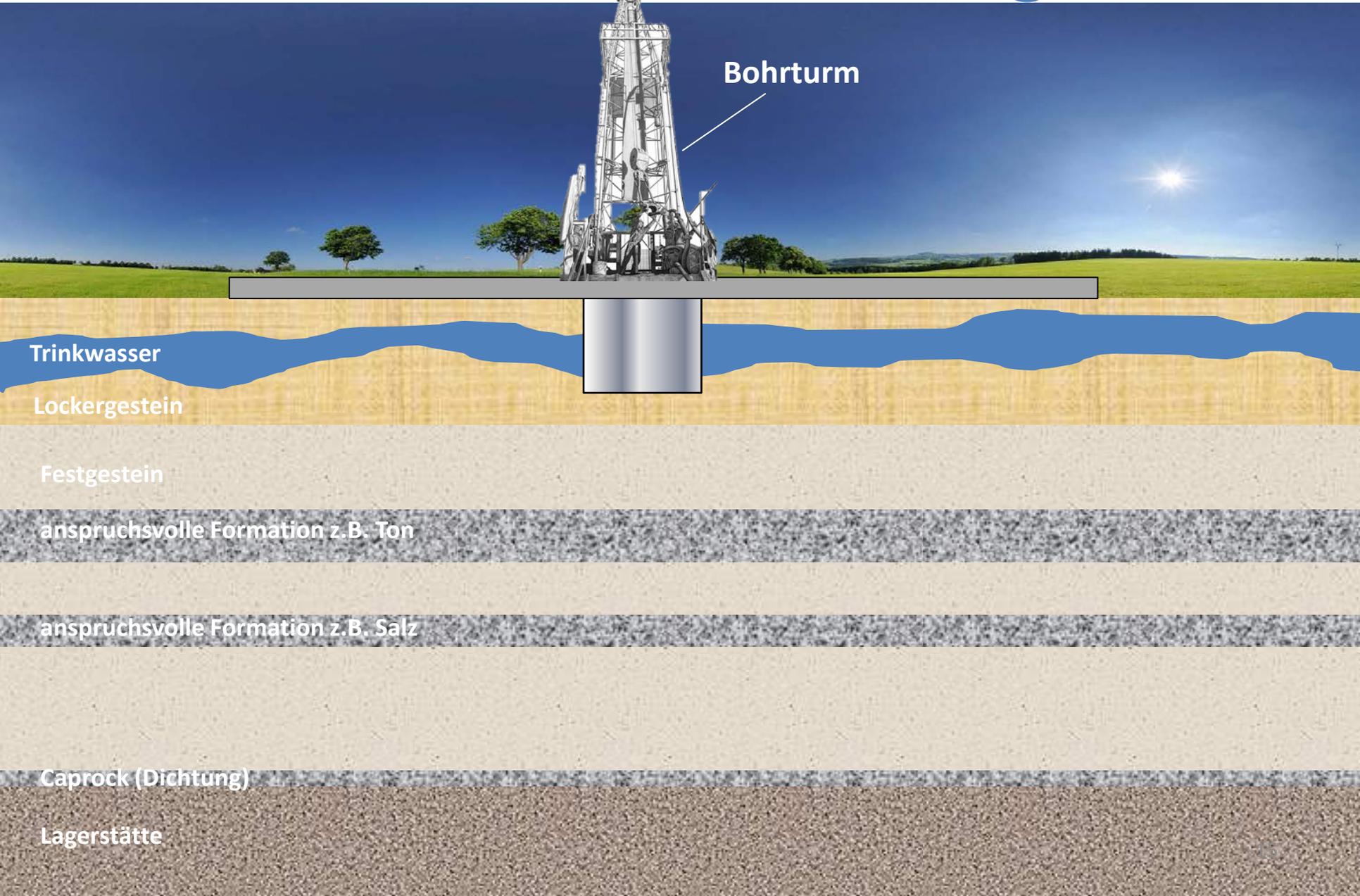
anspruchsvolle Formation z.B. Ton

anspruchsvolle Formation z.B. Salz

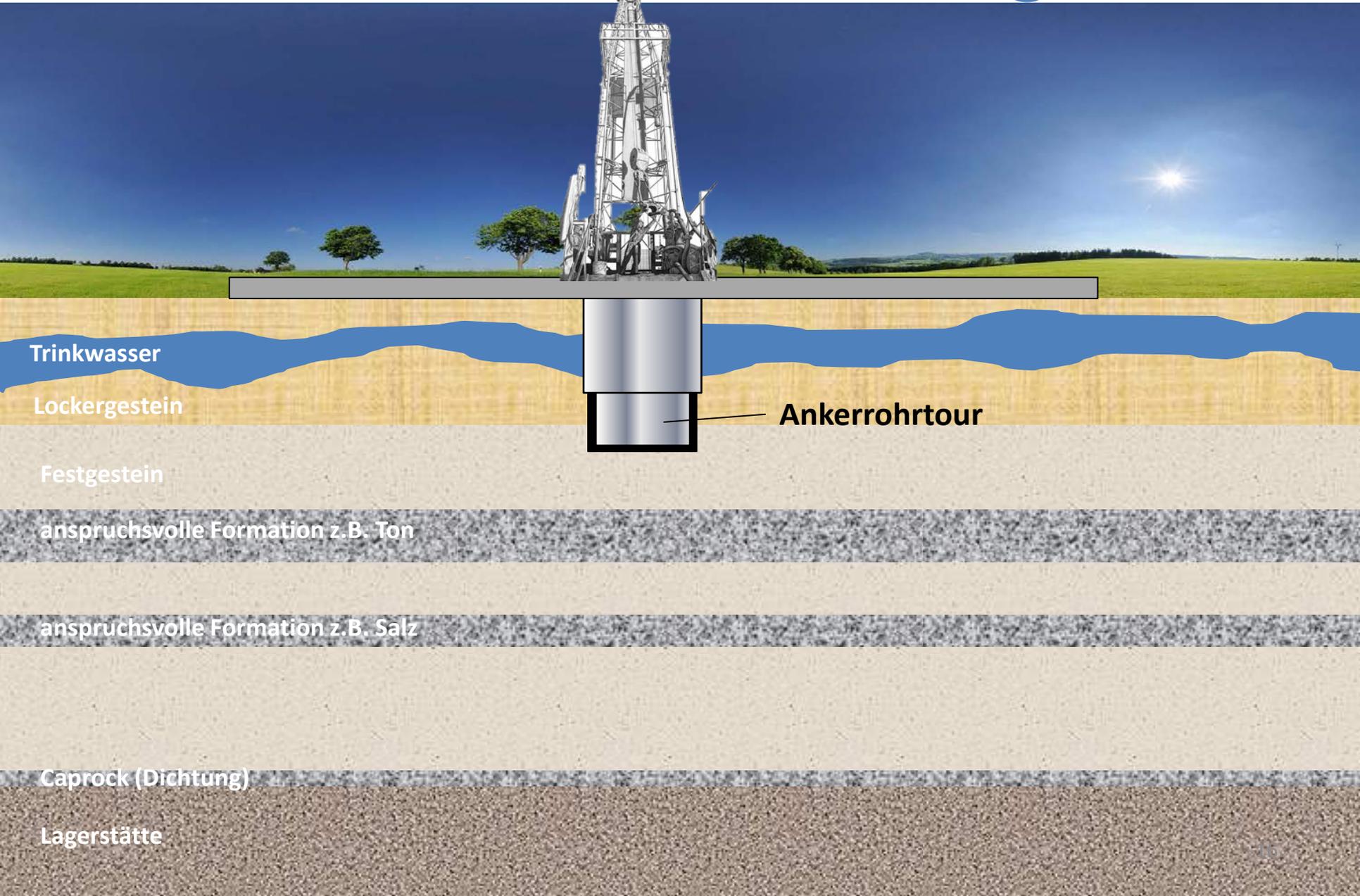
Caprock (Dichtung)

Lagerstätte

Ablauf einer Bohrung



Ablauf einer Bohrung



Trinkwasser

Lockergestein

Festgestein

anspruchsvolle Formation z.B. Ton

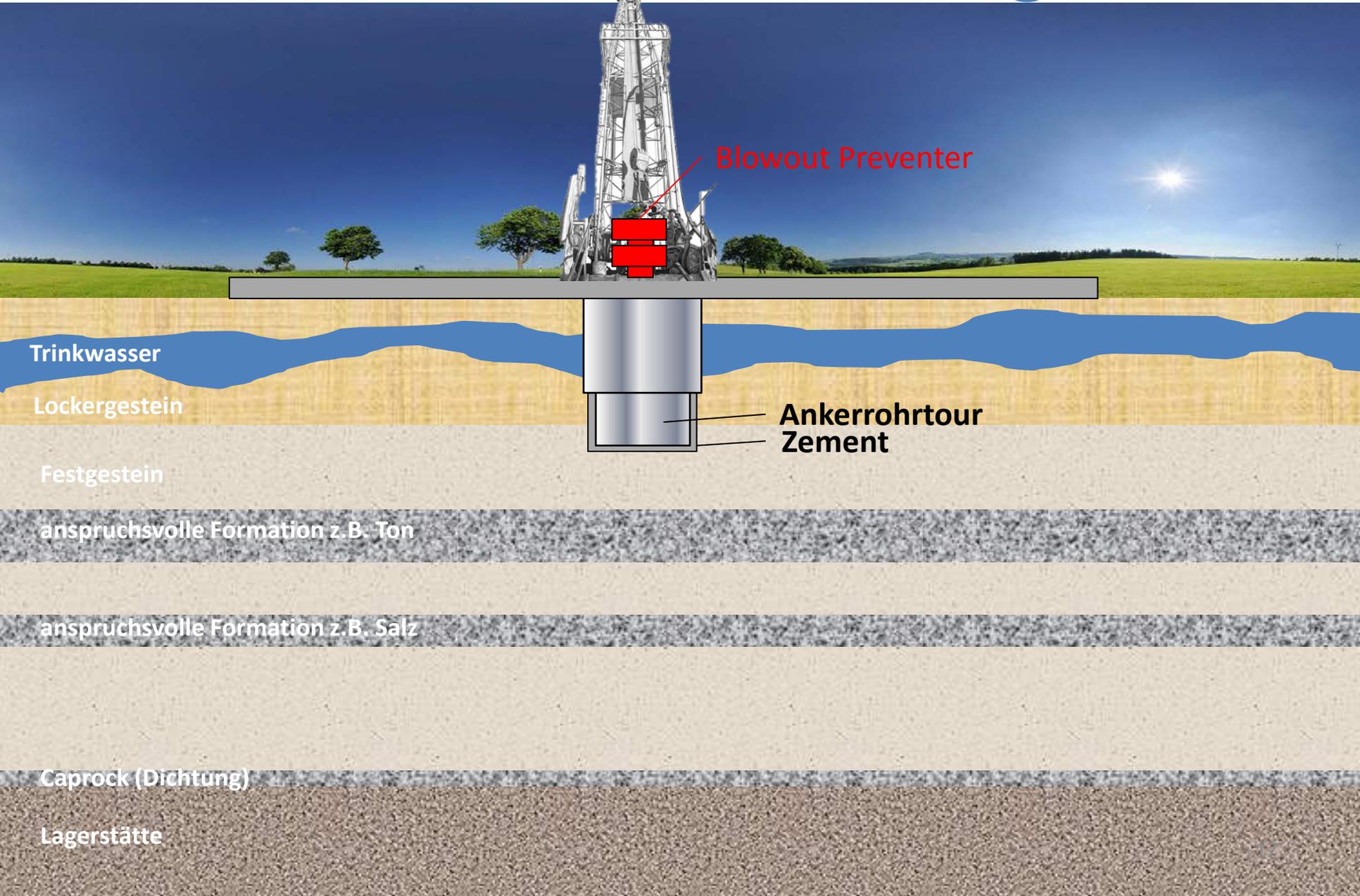
anspruchsvolle Formation z.B. Salz

Caprock (Dichtung)

Lagerstätte

Ankerrohrtour

Ablauf einer Bohrung



Blowout Preventer

Trinkwasser

Lockergestein

Festgestein

anspruchsvolle Formation z.B. Ton

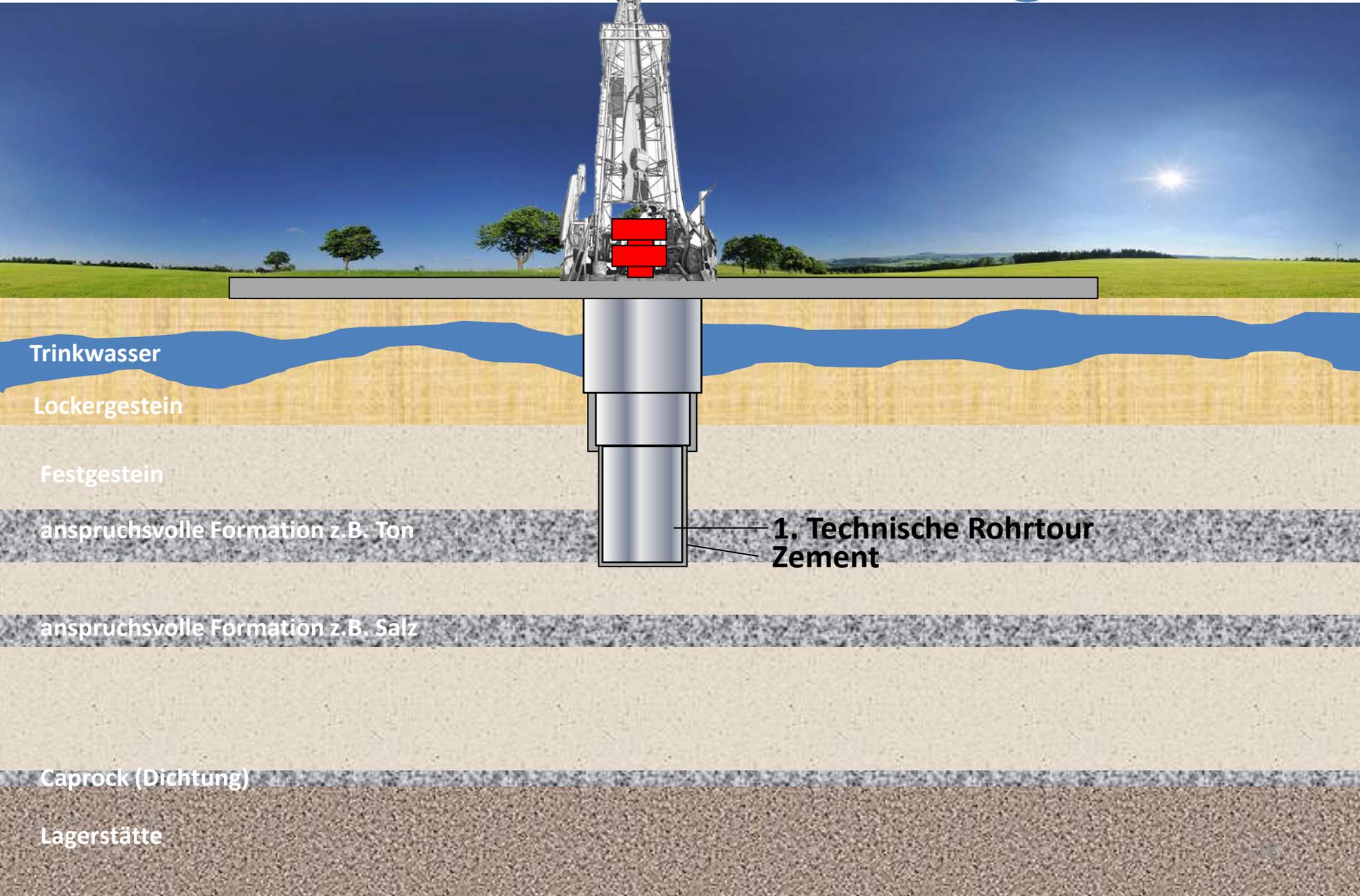
anspruchsvolle Formation z.B. Salz

Caprock (Dichtung)

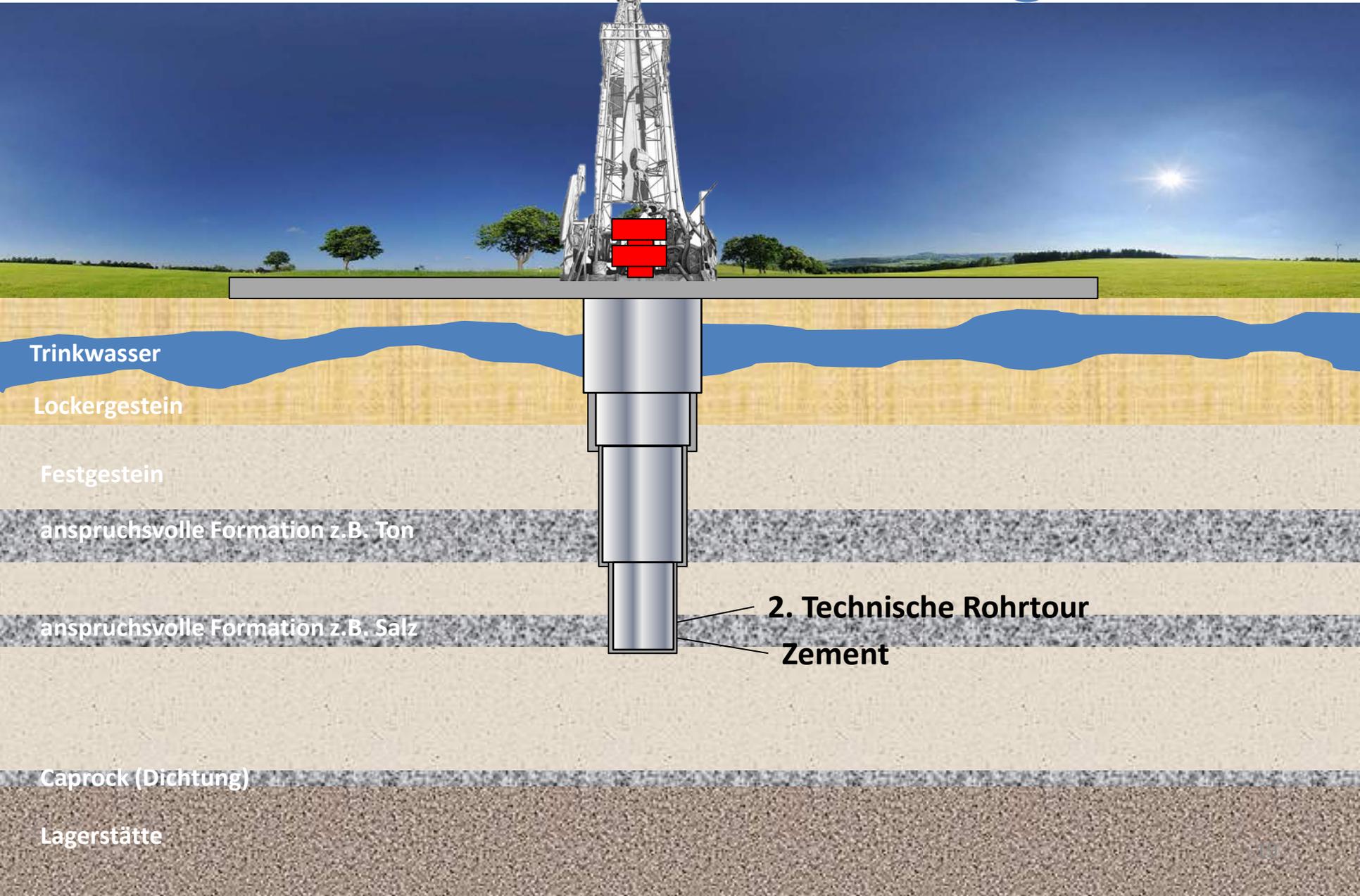
Lagerstätte

Ankerrohrtour
Zement

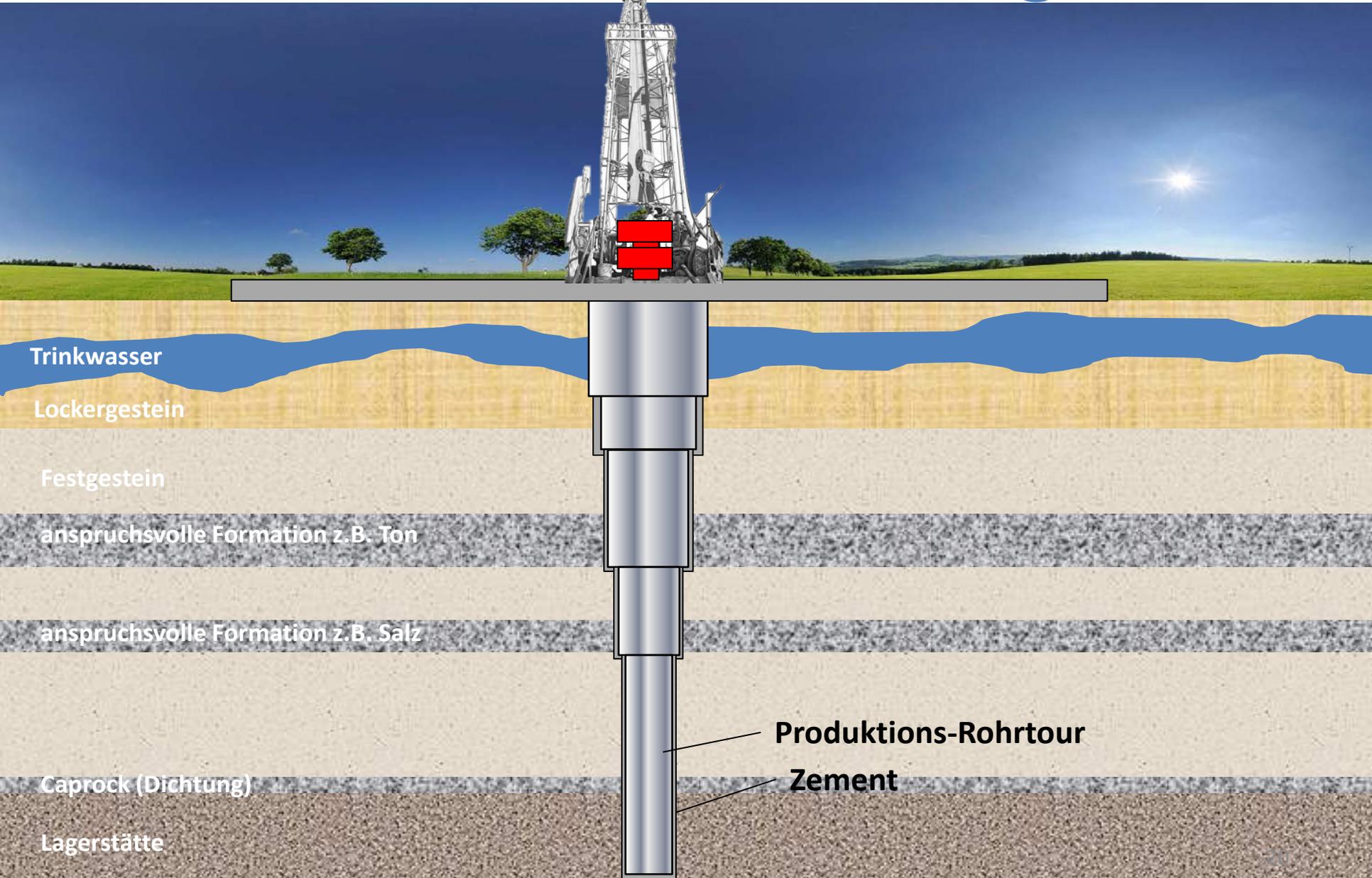
Ablauf einer Bohrung



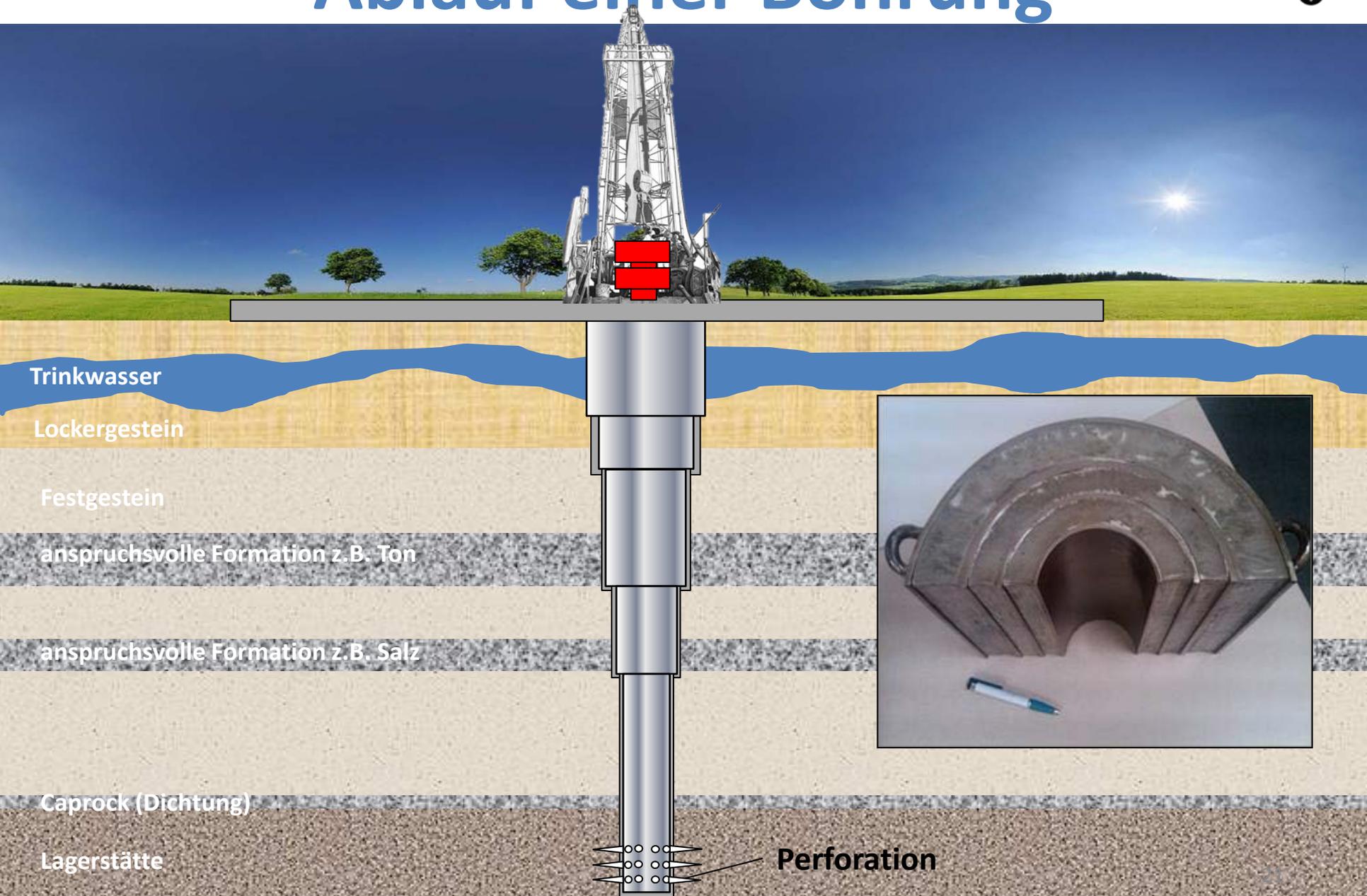
Ablauf einer Bohrung



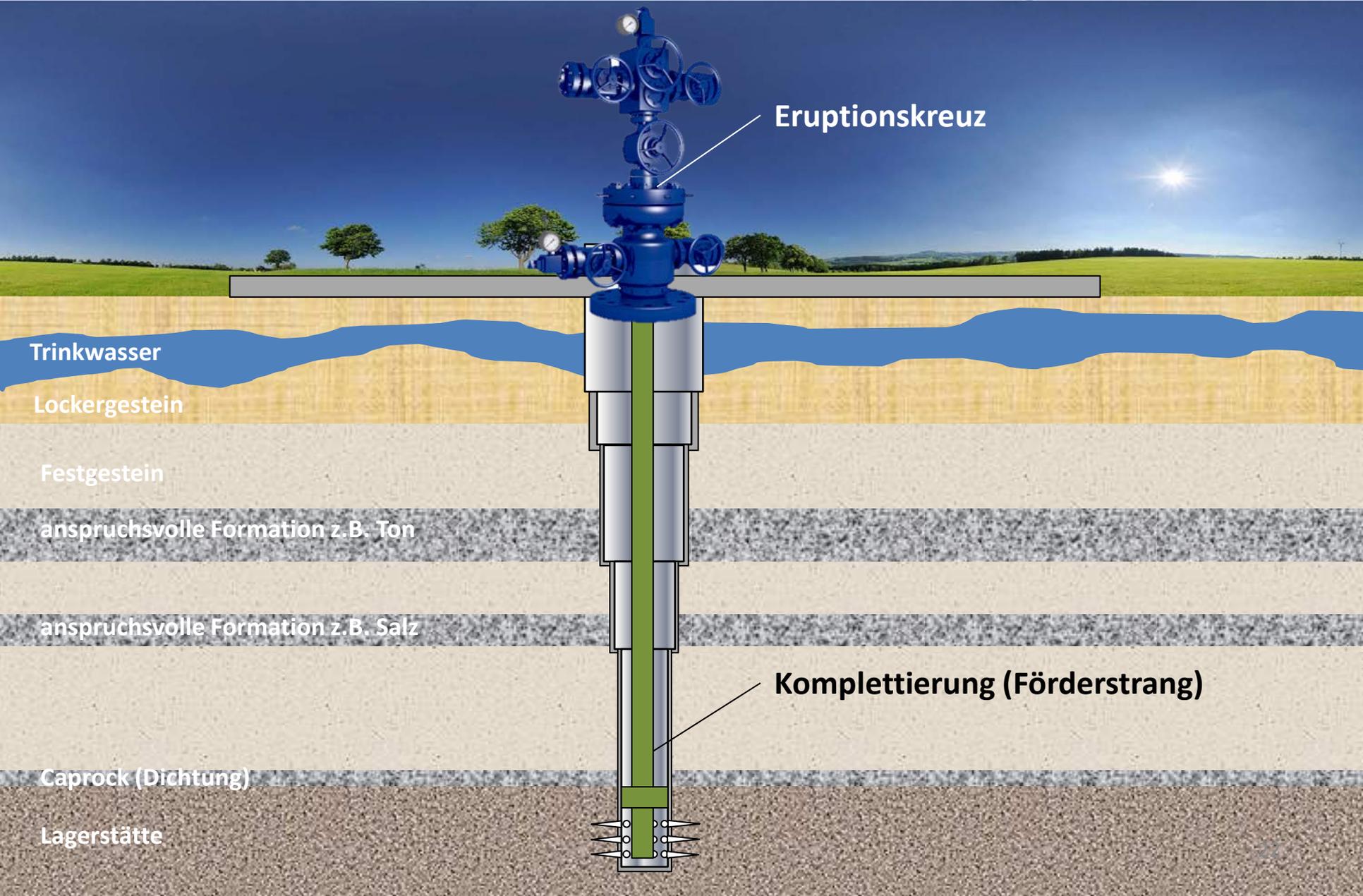
Ablauf einer Bohrung



Ablauf einer Bohrung



Ablauf einer Bohrung



Beispiele von Qualitätskontrollen an Verrohrung und Zementation

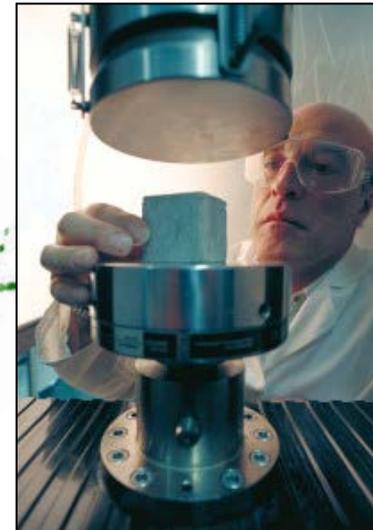
Ausführung durch spezielle **Service-Firmen**

Inspektionen der Rohre: sind die Rohre und Gewinde einwandfrei?

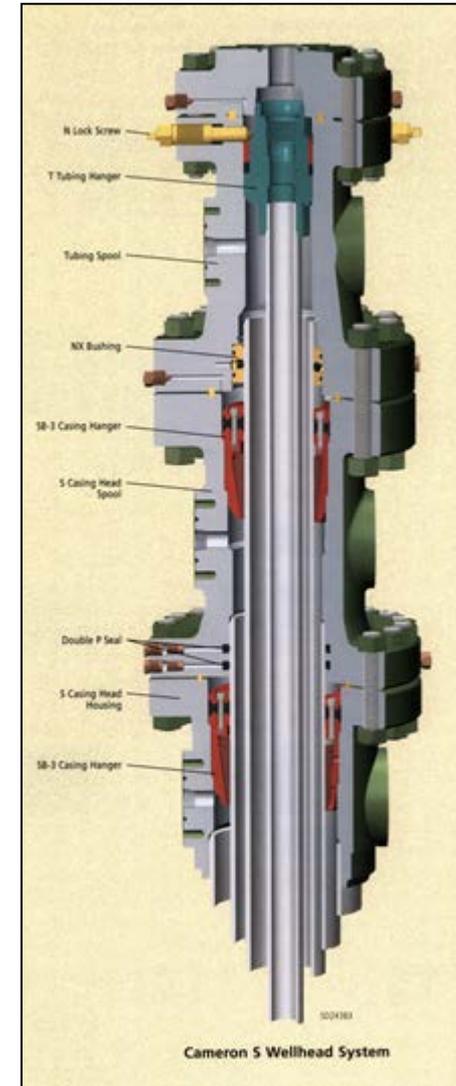
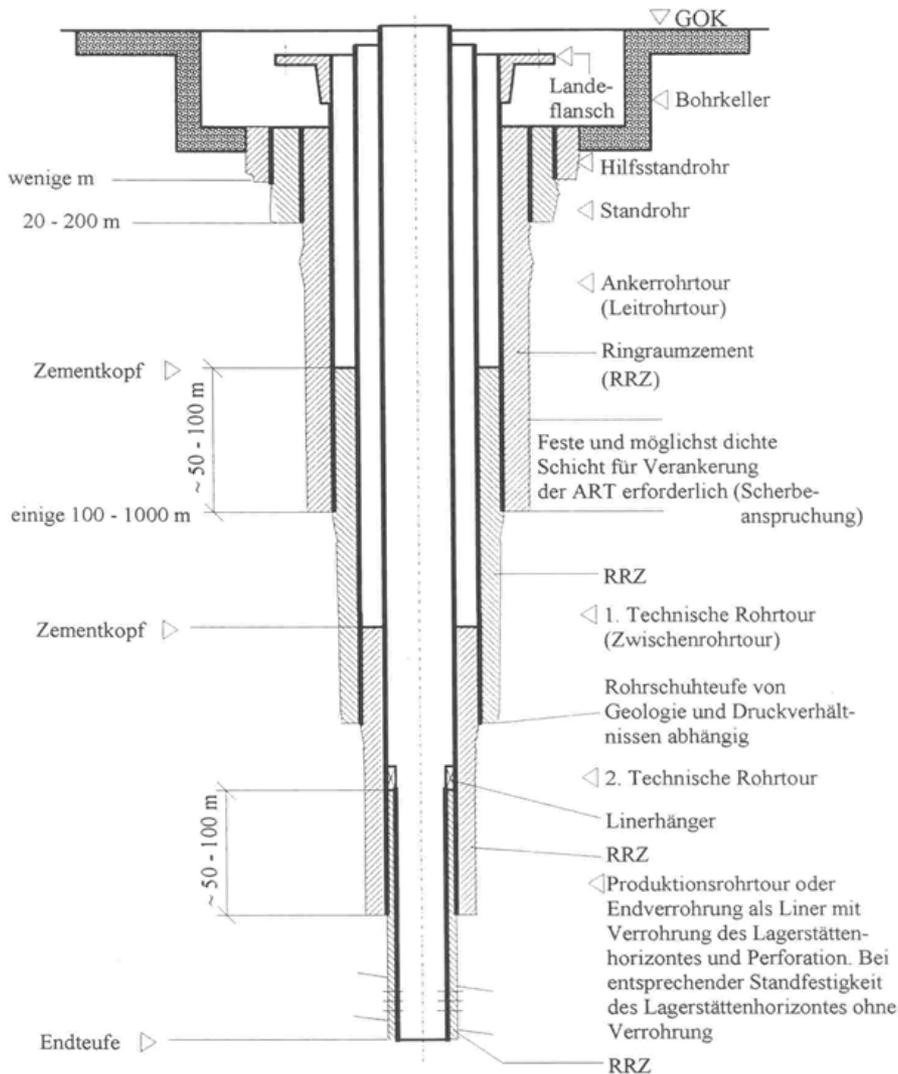
Verschraub-Protokolle: sind die Rohre wirklich dicht?

Kontrollmessungen:

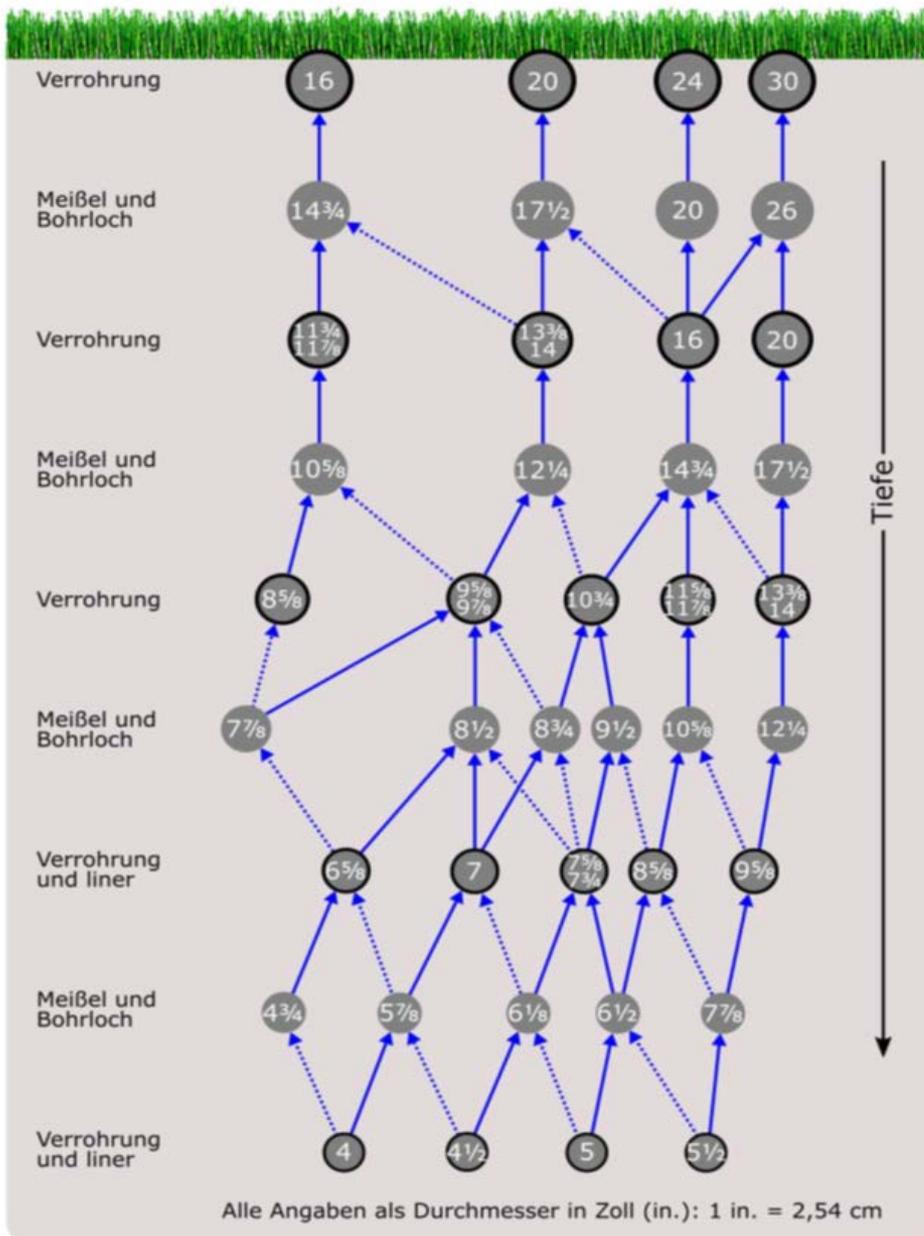
- Kaliber Log: wieviel Zement wird benötigt?
- Temperatur-Log: wie hoch steht der Zement hinter dem Rohr?
- Leak-off Test: besitzt der Zement die nötige Festigkeit?
- Cement Bond Log: bindet der Zement fest an der Verrohrung an?



Drucküberwachung der Ringräume



Bohrlochkonstruktion



Benötigte Vorgaben

- **Enddurchmesser** der Bohrung
 - abhängig von angestrebter Förderrate
- **Endteufe** der Bohrung
- **Geologisches Profil**

Ergebnisse der Konstruktion

- Durchmesser des übertägigen Standrohres
- **erforderliche Kapazität der Bohranlage**
 - Hakenlast
 - Drehantrieb
 - Pumpleistung

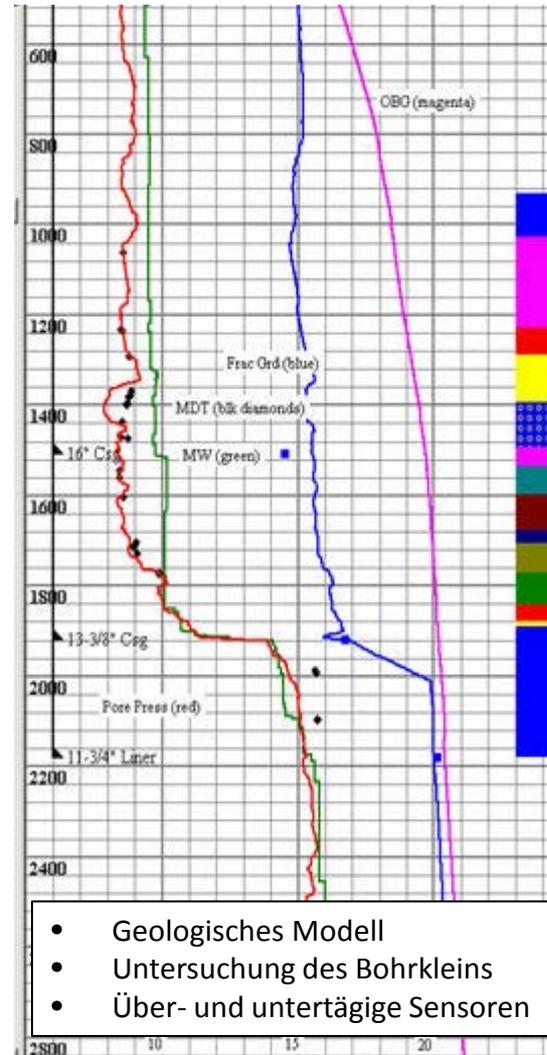
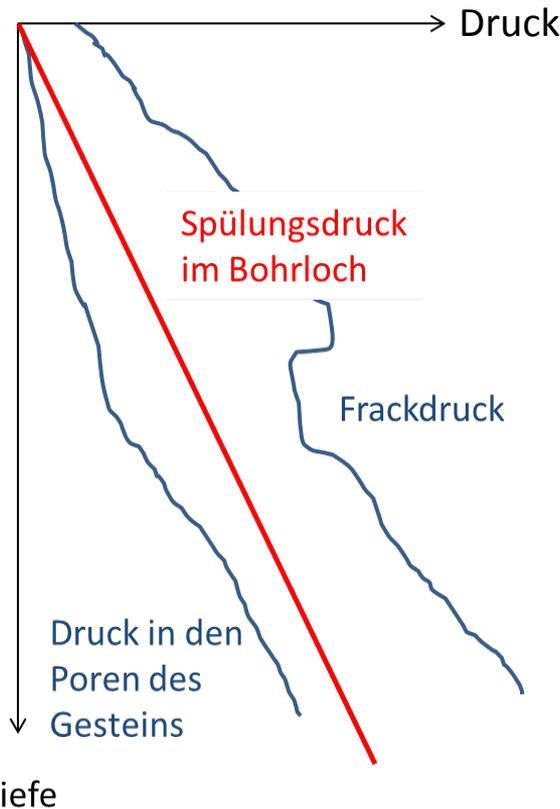
Futterrohr- und zugeordnete Bohrlochdurchmesser nach API
(American Petroleum Institute)

Primäre Bohrlochkontrolle

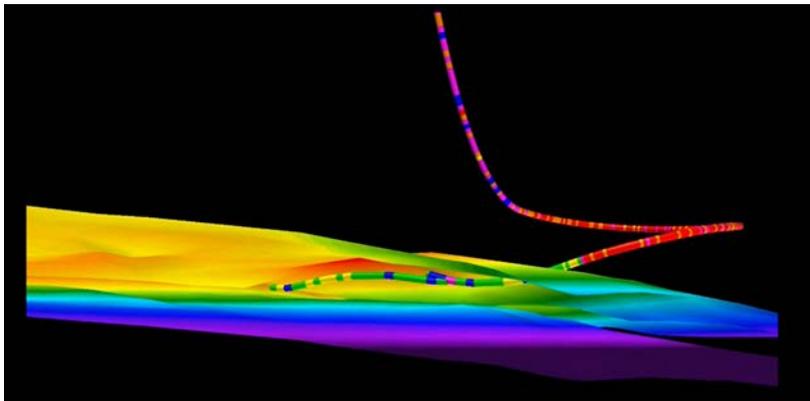


Einhalten des Druckfensters (Bohrspülung)!

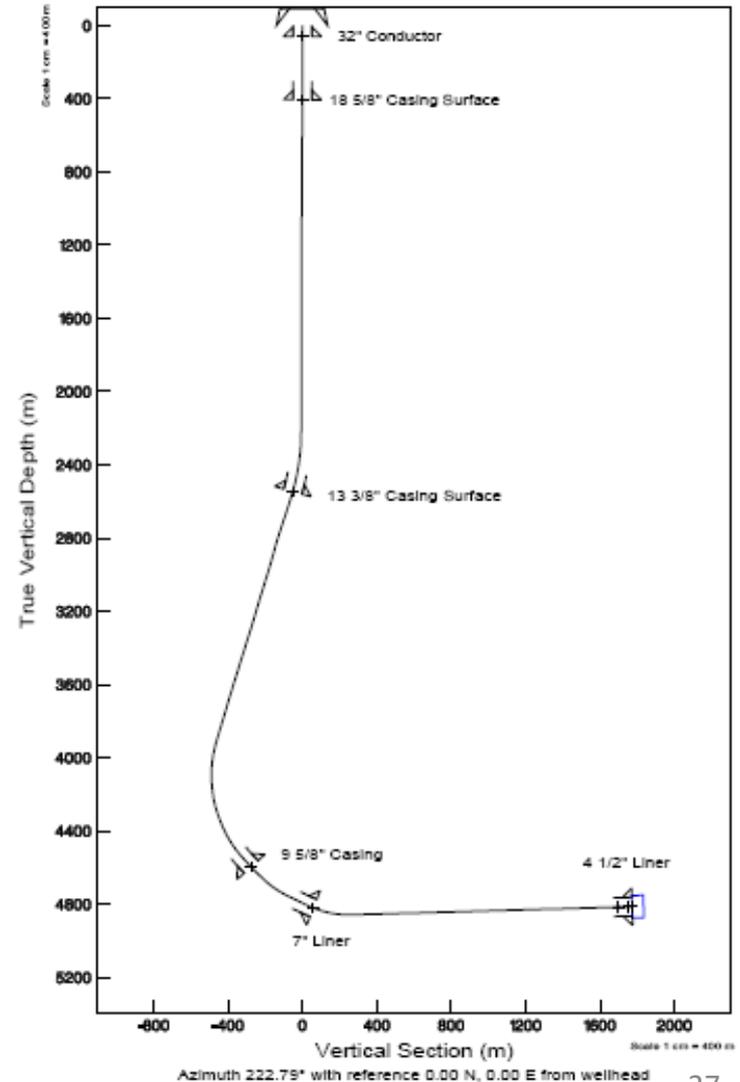
- Druck im Bohrloch zu gering:
 - Kick (Gaseintritt)
 - Verlust der Stabilität
- Druck im Bohrloch zu groß:
 - Frack (Rissbildung im Gestein)



Dimensionen realer Tiefbohrungen nach Öl und Gas



- Typische vertikale Teufen: 3 – 6 km
- Bohrungslängen bis zu 12 km



Moderne Landbohranlage



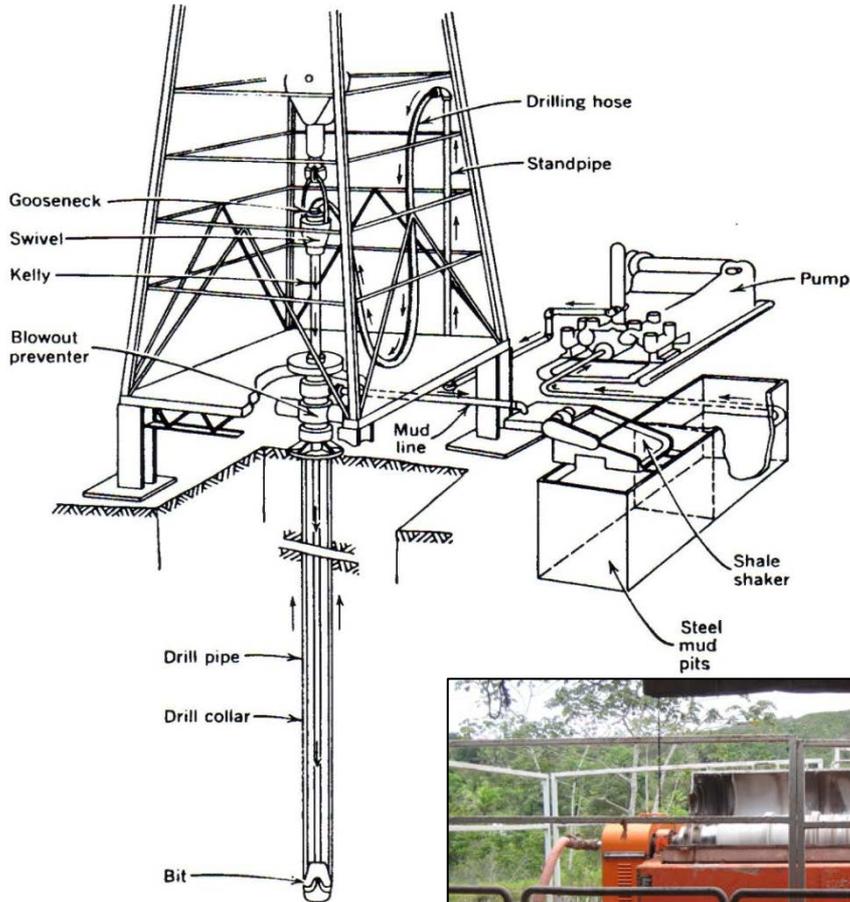
- kompakt, modular
- schallgeschützt
- sicher für die Mannschaft
- teilautomatisiert



Spülungskreislauf



- geschlossene Kreisläufe
- Spülung wird gemietet und aufbereitet
- Bohrklein wird deponiert



Bohrstrang (stark vereinfacht)



Bohrgestänge zur Oberfläche

Befehle nach Untertage

LWD: was bohre ich?

MWD: wo / wohin bohre ich?

Datenübertragung zur Oberfläche

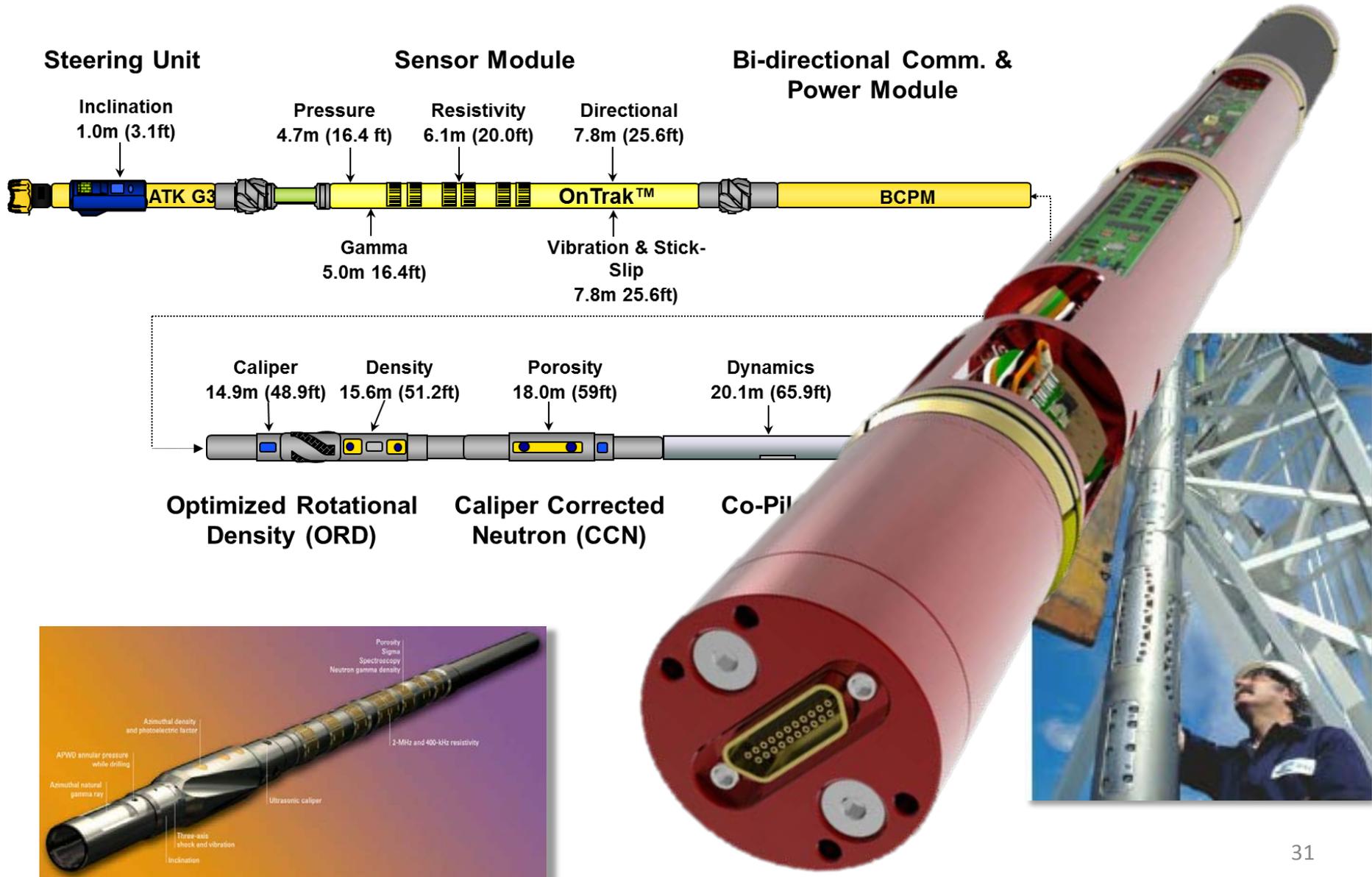
Steuerkopf (Lenkung)

Bohrmeißel

(Gesteinszerstörung)



MWD / LWD-Systeme (Beispiel)



Beispiele für MWD / LWD Messungen



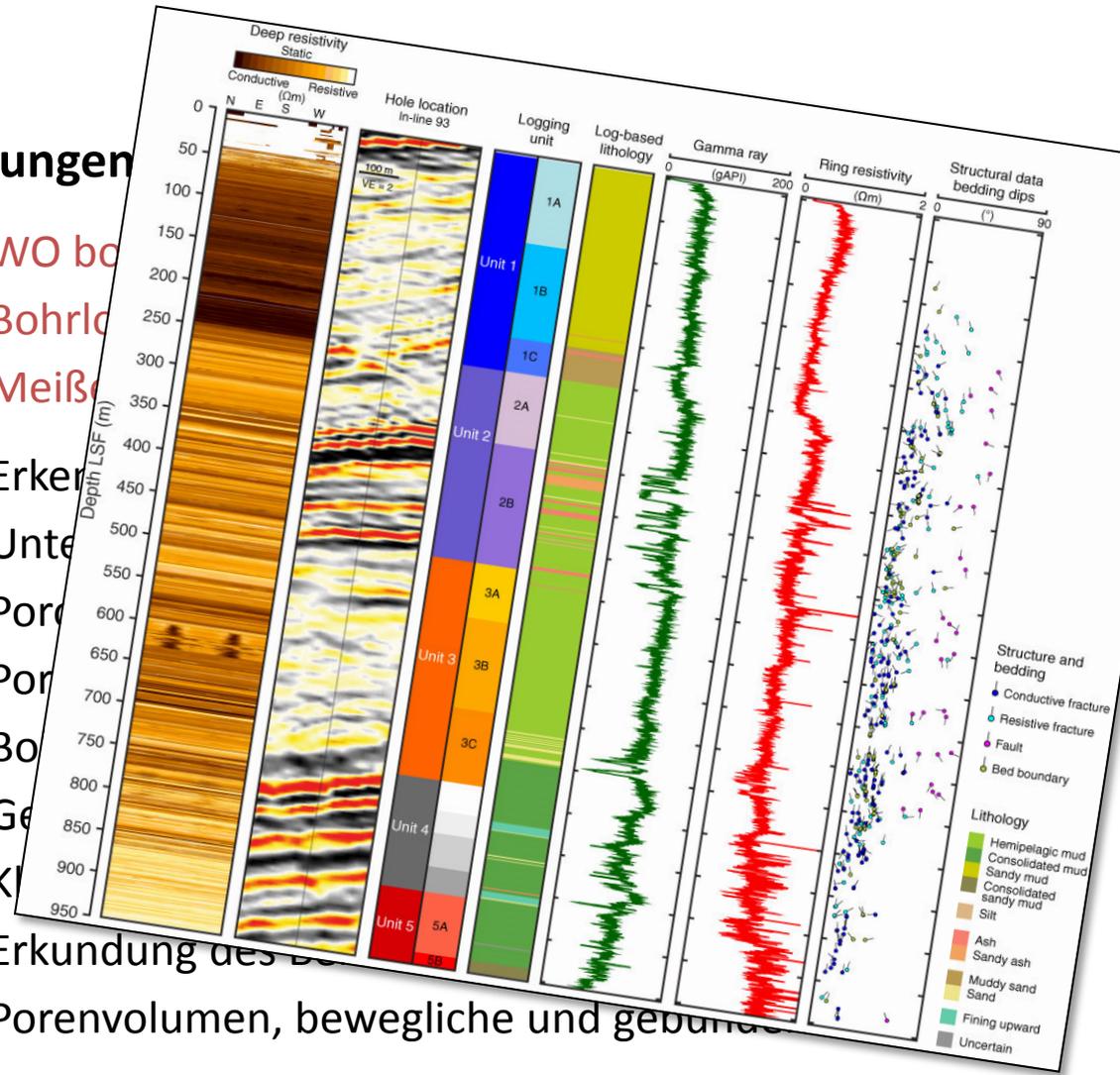
Typische untertägige Messungen

Wo?
Wie?

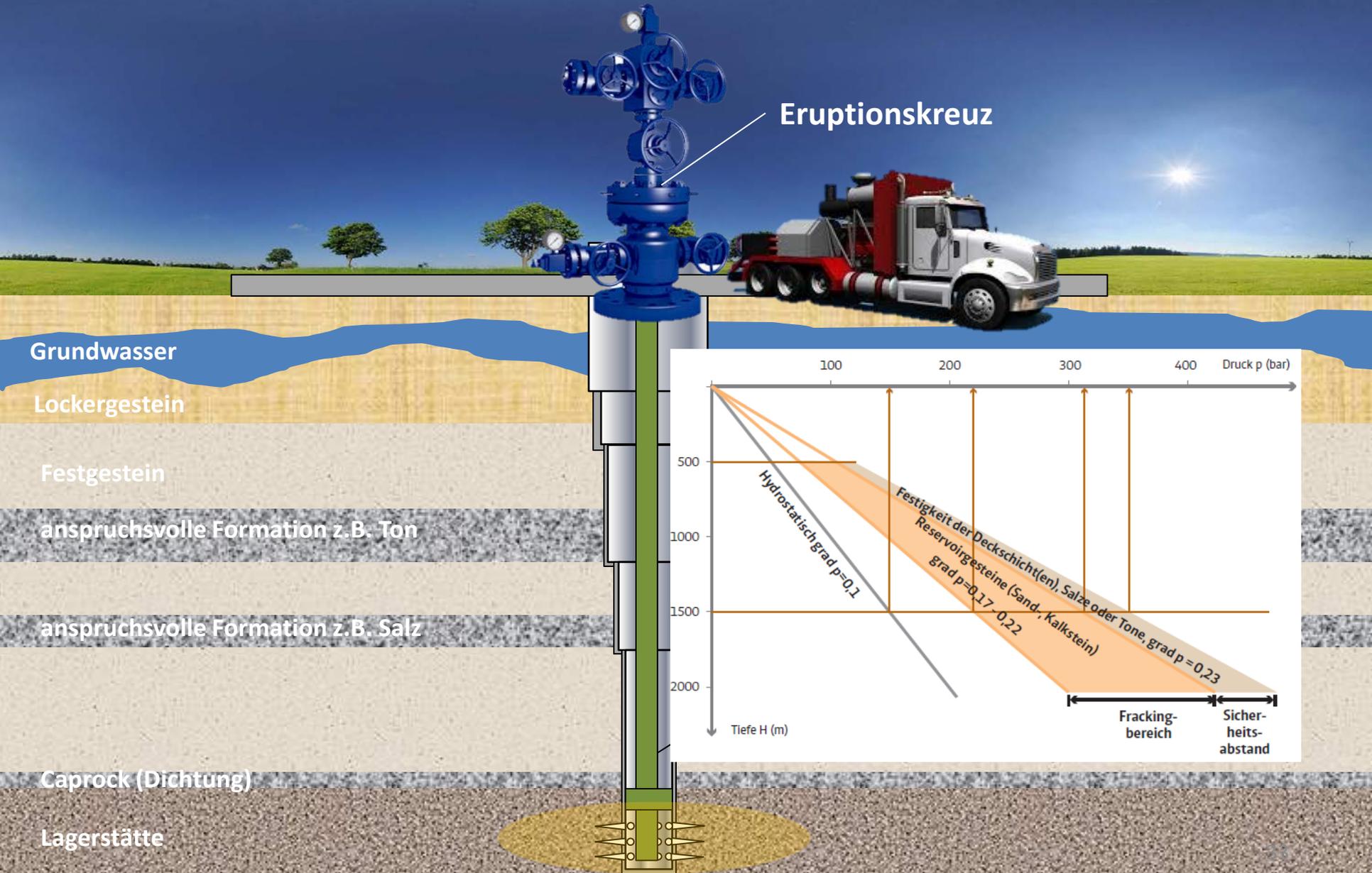
- Directional
- Druck
- Dynamik
- Gamma
- Resistivity
- Neutron Porosity
- Formation Density
- Ultrasonic Caliper
- Acoustic
- Imaging Tools
- Seismic while drilling
- NMR
(nuclear magnetic resonance)

Was?

- WO bo
- Bohrlo
- Meiß
- Erker
- Unte
- Por
- Por
- Bo
- Ge
- Kl
- Erkundung des
- Porenvolumen, bewegliche und gebund



Ablauf beim „konv.“ Fracking



Eruptionskreuz

Grundwasser

Lockergestein

Festgestein

anspruchsvolle Formation z.B. Ton

anspruchsvolle Formation z.B. Salz

Caprock (Dichtung)

Lagerstätte

100 200 300 400 Druck p (bar)

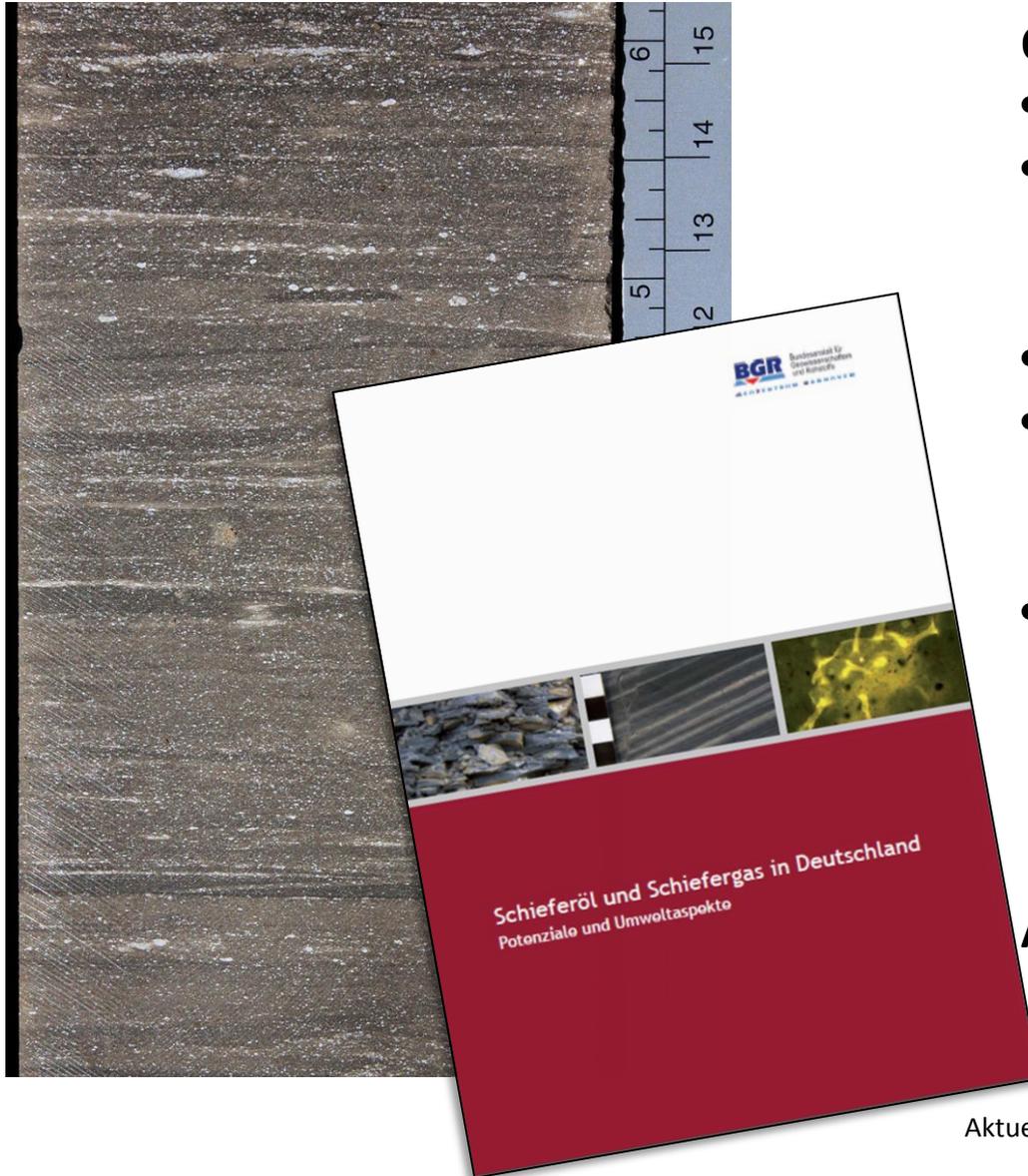
500
1000
1500
2000
Tiefe H (m)

Hydrostatisch grad p=0,1

Festigkeit der Deckschicht(en), Salze oder Tone, grad p = 0,17 - 0,22

Frackingbereich
Sicherheitsabstand

Unkonventionelle Lagerstätte



Ölschiefer:

- geschichtetes Sedimentgestein
- Vorstufe von Muttergestein
 - (Temperatur und Druck noch zu gering)
- Sehr geringe Permeabilität
- Kein Caprock wie in konventionellen Lagerstätten
- **Erschließung in Deutschland wahrscheinlich (noch) nicht wirtschaftlich**
 - zu tief / zu teuer
 - zu wenig
- **ABER: großes Potenzial**
 - sollte untersucht werden!

Eigenschaften und Aufgaben der Bohrspülung

- **Dichte** (Stützen der Bohrlochwand, Vermeidung von Kicks und Fracs)
 - **Viskosität** (Tragfähigkeit für Bohrklein)
 - **Volumenstrom** (Bohrlochreinigung)
 - keine **Reaktion mit Formation**
 - keine **Schädigung der Lagerstätte**
-
- **Kühlen** des Bohrmeißels
 - **Datenübertragung** im Bohrstrang
 - **Antrieb** von Motoren, Generatoren usw.
 - **Bohrlochsicherheit**
-
- **kostengünstig**
 - **umweltfreundlich**
 - **haltbar / stabil** unter Bohrlochbedingungen
 - **kompatibel** mit Bohrstrangkomponenten (auch Dichtungen, Elastomere usw.)



Typische Spülungszusätze



Baryt (Beschwerungsmittel)



Bentonit

- Filterkuchenbildner
- Andickungsmittel (Viskosität)
- Gelbildner (Tixotropie)

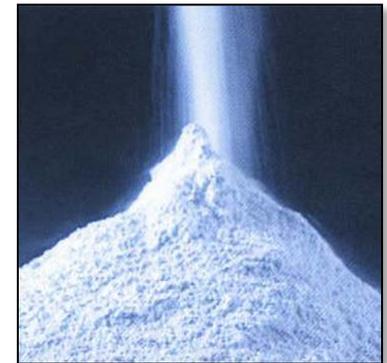


Polymere (Viskosität, Gelbildung)

Quarz, Glimmer, Feldspat (Filterkuchenbildner)

Kreide (Drill-in Spülung)

Salz (Aufsättigung)



Öl, Diesel, synthetische Öle
 Korrosionshemmer
 Reibungsreduzierer
 Biozide
 usw.

Gebräuchlichste Spülungsarten



Tonspülung

- Bentonit (besonders fein, bis zu 800 m²/g Oberfläche)
 - „adsorbiertes Wasser“ haftet an der Oberfläche der Tonpellets
 - Aufbau von Filterkuchen
- Schmierung
- Thixotropie (Flächen und Kanten der Pellets unterschiedlich geladen)

ABER: reagiert mit Ton, Salz!

Ölbasische Spülung

- Hauptbestandteile: Öl, Diesel oder synthetische Öle
- wenig/ keine Reaktion mit Ton/Salz
- Emulgatoren, Tenside, Benetzungsmittel (Stabilität der Spülung)
- sehr gute Schmierung (extended reach drilling)

ABER:

- brennbar
- ohne Zusatzstoffe praktisch nicht thixotrop
- geringe Dichte
- nicht umweltfreundlich
- relativ teuer (ca. 1000 €/m³)



Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!



AUCH FÜR BERUFSSTARTER,
NEU- UND QUEREINSTEIGER



PetroTraining in Freiberg

Einführung in die Tiefbohrtechnik
Einführung in die Fördertechnik
vom 5. bis 9. September 2016



DER BOHRTECHNIK-KURS

vermittelt den Teilnehmern einen ersten umfangreichen Überblick über die Arbeitsabläufe und Prozesse beim Abteufen einer modernen Tiefbohrung und schafft auf diese Weise eine breite Basis für die weitere berufliche Entwicklung. Der Kurs ist gleichermaßen auch zum Beispiel für das Management und die Mitarbeiter von Firmen und Unternehmen geeignet, die erwägen, ihre Geschäftsfelder auf neue Bereiche in der Öl- und Gasindustrie auszuweiten und sich zunächst einen umfassenden Überblick über die Materie aneignen wollen.



Dozent ist Prof. Dr.-Ing. Matthias Reich. Er verfügt über eine weit gefächerte Berufserfahrung und ist überdies als Bohrtechnik-Experte aus Funk und Fernsehen und Sachbuchautor bekannt. (<http://tu-freiberg.de/fakult3/tbt/mitarbeiter/reich-0>)

DER FÖRDERTECHNIK-KURS

vermittelt den Teilnehmern die Planung des Förderverlaufes, Komplettierung einer Bohrung und die Funktionen der untertägigen Ausrüstungen. Darüber hinaus werden die Fördermethoden sowie die Stimulationsverfahren erläutert. Der Inhalt dieses Kurses richtet sich an jedermann, denn die Grundlagen der Erkundung und Förderung des Erdöls werden ausführlich beschrieben. Vorkenntnisse für diesen Kurs sind nicht erforderlich.

Dozent ist Prof. Dr.-Ing. Mohd Amro. Er hat internationale Erfahrung auf dem Gebiet der Lagerstätten- und Produktionstechnik und publizierte zahlreiche Fachartikel. (<http://tu-freiberg.de/fakult3/tbt/mitarbeiter/amro>)



EINFÜHRUNG IN DIE TIEFBOHRTECHNIK

TAG 1

- 12:30 Uhr Einführung/Geschichte der Bohrtechnik
- 15:00 Uhr Kaffeepause
- 15:30 Uhr Die Bohranlage und ihre Komponenten
- 17:30 Uhr Ende Tag 1

TAG 2

- 9:00 Uhr Bohrlochkonstruktion, Verrohren und Zementieren
Der Bohrstrang und seine Komponenten (Teil 1)
- 10:30 Uhr Kaffeepause
- 11:00 Uhr Der Bohrstrang und seine Komponenten (Teil 2)
- 12:15 Uhr Mittagspause
- 13:00 Uhr Richtbohrtechnik
- 15:00 Uhr Kaffeepause
- 15:30 Uhr Reservoir Navigation
- 17:00 Uhr Ende Tag 2

TAG 3A

- 9:00 Uhr Datenübertragung in Bohrlöchern
Bohrlochkontrolle, Teil 1: Primäre Bohrlochkontrolle (Druckfenster der Bohrung, Overbalance)
Bohrlochkontrolle, Teil 2: Sekundäre Bohrlochkontrolle (Blowout Preventer, Totpumpverfahren)
- 10:30 Uhr Kaffeepause
- 11:30 Uhr Bohrspülungen (Aufgaben, Typen)
Bohrtechnik-Film
- 12:30 Uhr Abschlussdiskussion



In Kursgebühr enthalten

EINFÜHRUNG IN DIE FÖRDERTECHNIK

TAG 3B

- 13:30 Uhr Technik der Lagerstättenerschließung
- 15:30 Uhr Kaffeepause
- 16:00 Uhr Komplettierung, Hauptausrüstungselemente, Sandkontrolle
- 17:30 Uhr Ende Tag 3

TAG 4

- 9:00 Uhr Funktionen der OT/UT Ausrüstungen (E-Kreuz, Landennippel, UT-Sicherheitsventile, Packer, Steigrohrstrang ...)
- 11:00 Uhr Kaffeepause
- 11:30 Uhr Arten des Packers (ziehbar, bohrbare, permanente Packer) Beanspruchungskräfte
- 12:30 Uhr Mittagspause
- 13:30 Uhr Steigrohrstrang (Tubing): Funktion, Belastungen (statisch und dynamisch), Auslegung eines Steigrohrstranges
- 15:30 Uhr Kaffeepause
- 16:00 Uhr Technik der Erdöl- und Erdgasförderung: eruptive, sekundäre und tertiäre Förderung
- 17:30 Uhr Ende Tag 4

TAG 5

- 9:00 Uhr Einsatz von Förderhilfsmitteln in Erdöl-, Erdgas- und Geothermiebohrungen
- 11:00 Uhr Kaffeepause
- 11:30 Uhr Grundlagen der Stimulationsverfahren: Perforation, Frac, Säurebehandlung
- 12:30 Uhr Abschlussdiskussion



In Kursgebühr enthalten