



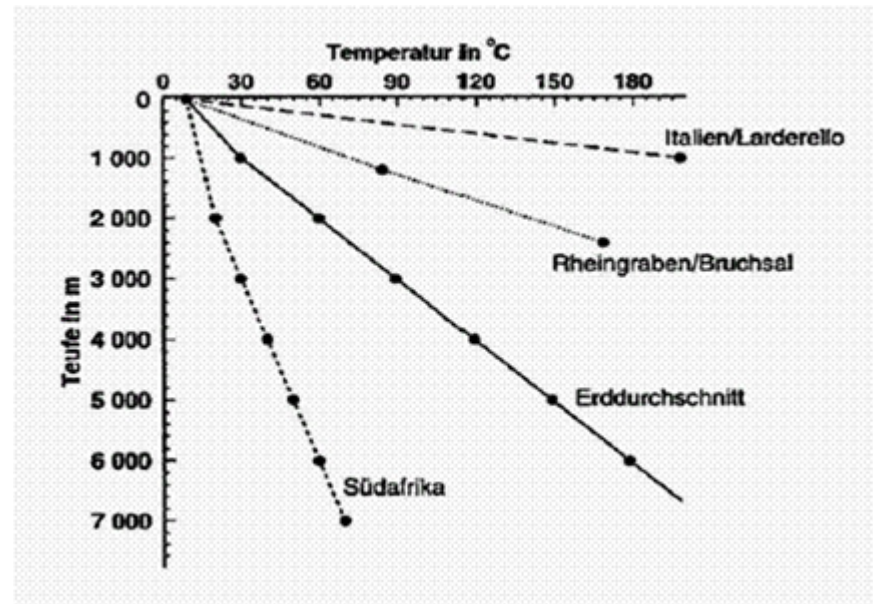
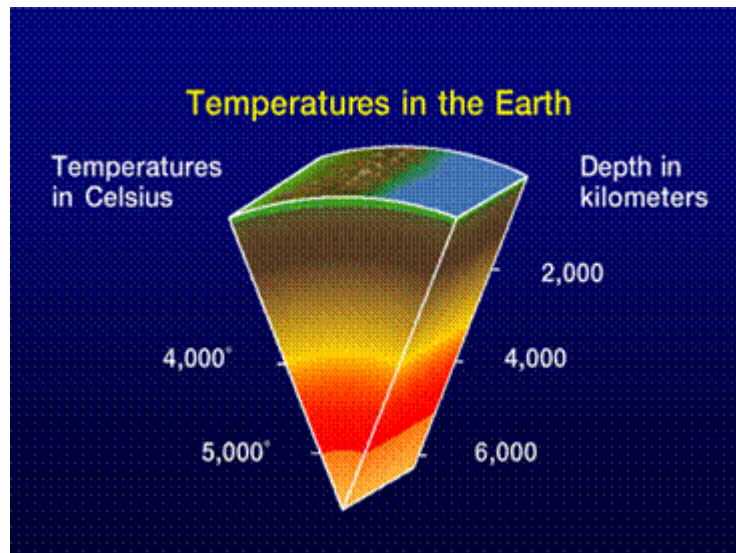
-Tiefbohrtechnik- Warum sind Geothermiebohrungen so teuer?

Dr. Ing. Catalin Teodoriu
Institut für Erdöl- und Erdgastechnik TU Clausthal

Montag, 26. Oktober 2009

Tiefengeothermie

- 99% of Earth is hotter than 1000°C
- 99% of the 1% is hotter than 100°C

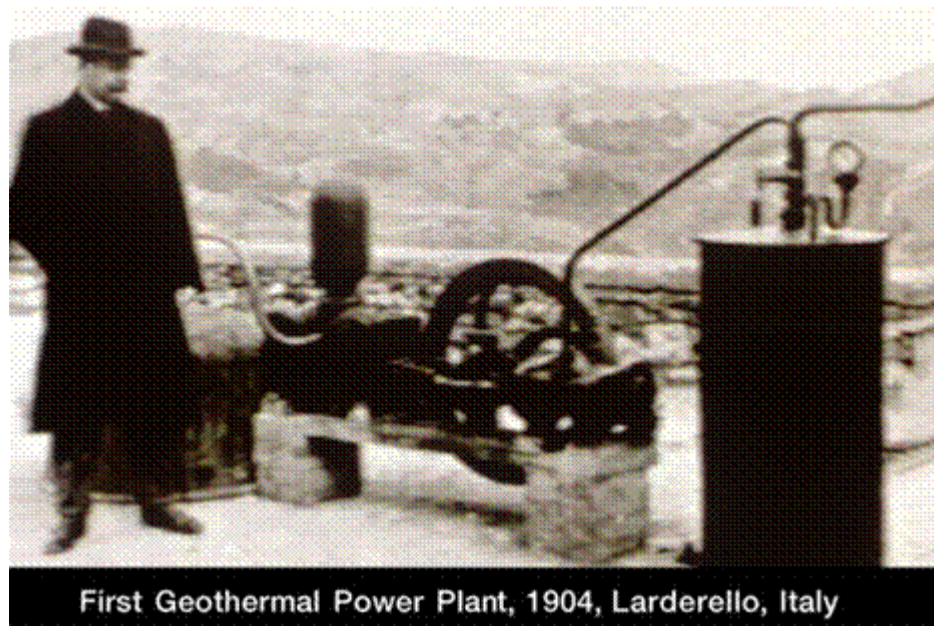


Quelle: Geothermal Education Office

Quelle: Rogge

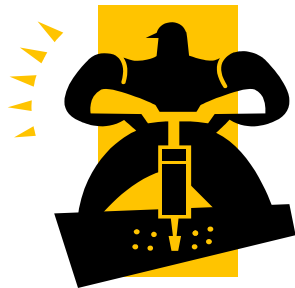
Geschichte der Bohrtechnik

- 1848: erste Ölbohrung mit moderner Bohrtechnik in Asien
- 1854: erste Ölbohrung in Polen
- 1859: “Drake Well” gebohrt in USA, Hunaeus Bohrung Witze
- 1901: “Spindle Top” Bohrung in Texas, erster Einsatz des Rotary-Verfahrens
- 1904: erste Geothermiebohrung in Italien



Drilling in 10 seconds

WOB



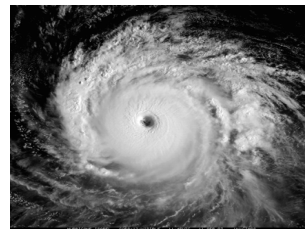
Surface vibrations
Drill Collar
Thrusters
Downhole Hammers

CIRCULATE



Pumps
Soft-Pump
Mud System
Bit Nozzles

ROTATE



Rotary
TopDrive
Downhole Motors

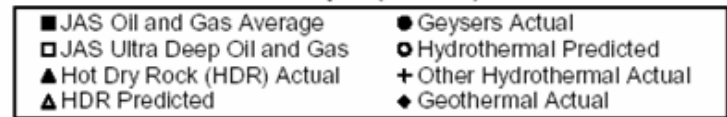
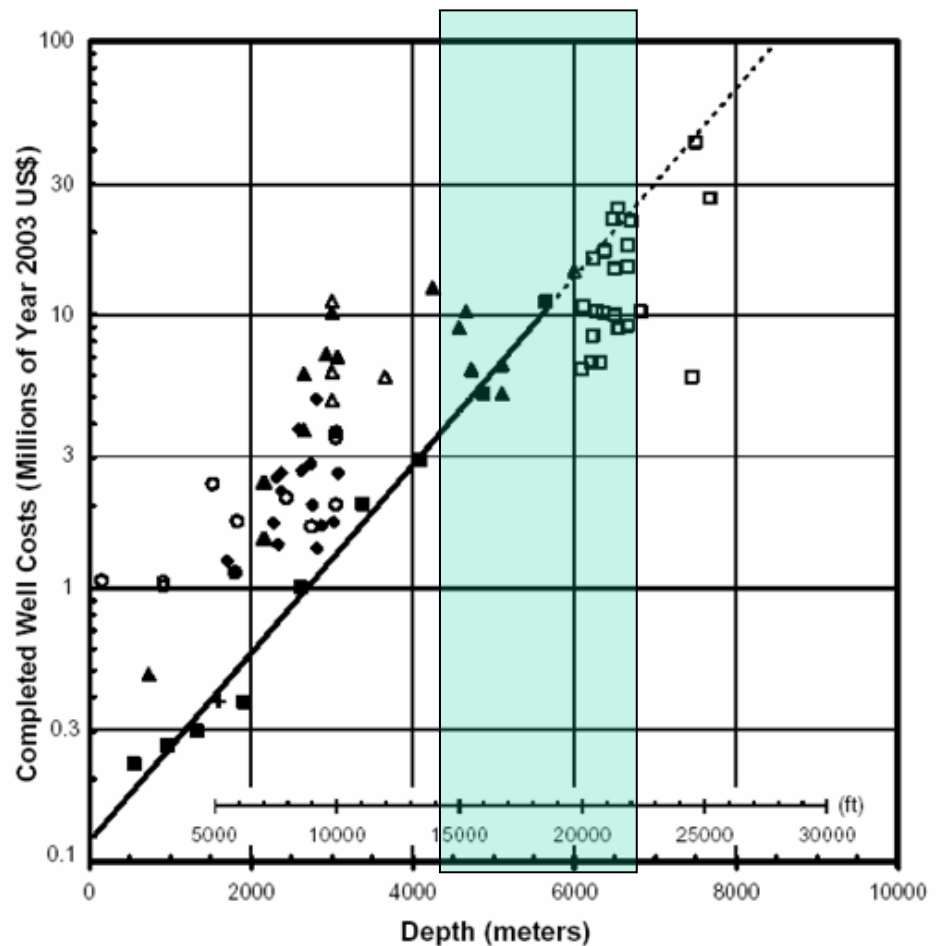
Bohrkostenverteilung

Kosten wachsen exponentiell mit der Teufe

Kosten sind proportional zum Bohrdurchmesser

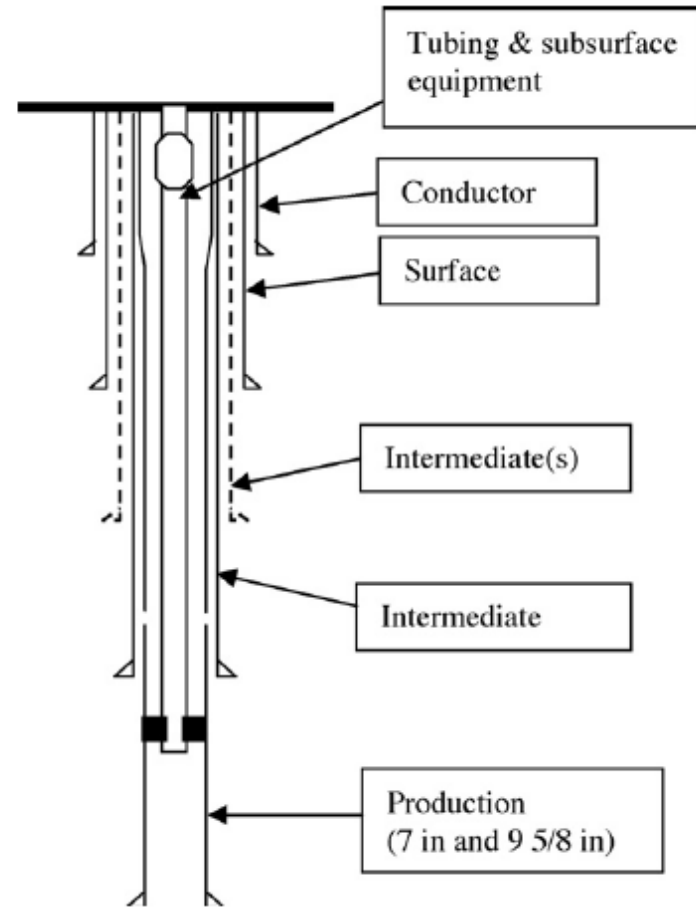
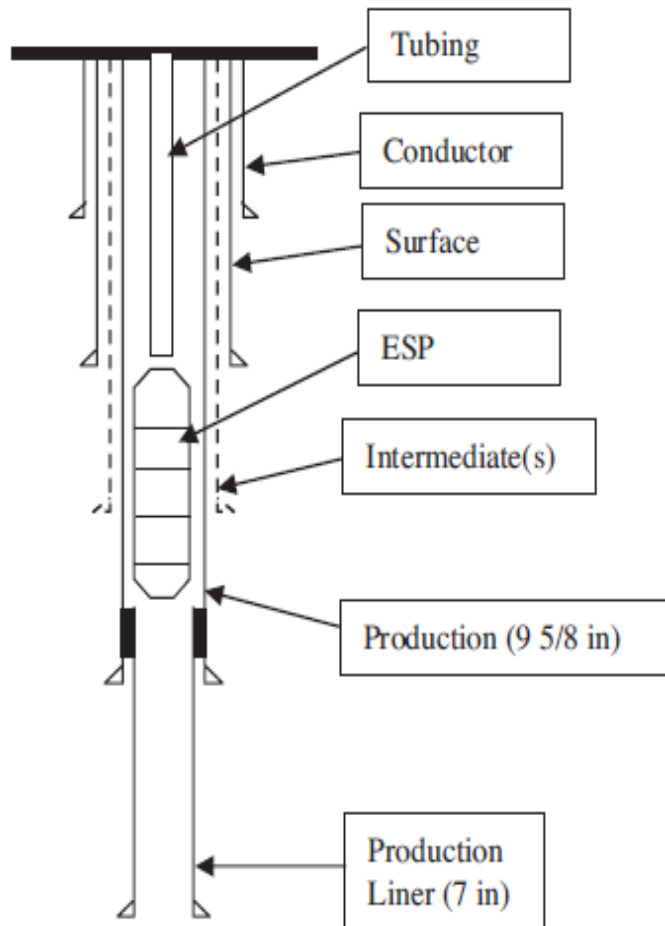
Bei konventionellem Bohren gilt: je tiefer die Bohrung ist, desto größer muss der Anfangsdurchmesser sein

Temperatur wächst mit der Teufe, je höher die Temperatur ist, desto mehr Probleme mit den Bohrgeräten treten auf.



1. JAS = Joint Association Survey on Drilling Costs.
2. Well costs updated to US\$ (yr. 2003) using index made from 3-year moving average for each depth interval listed in JAS (1976-2003) for onshore, completed US oil and gas wells. A 17% inflation rate was assumed for years pre-1976.
3. Ultra deep well data points for depth greater than 6 km are either individual wells or averages from a small number of wells listed in JAS (1994-2002).
4. "Geothermal Actual" data include some non-US wells (Mansure, 2004)

Gasbohrung vs. Geothermiebohrung



Gasbohrung vs. Geothermiebohrung

Parameter	Deep Geothermal	Gas	Heavy oil
Temperatur [°C]	90 - 250	60 - 150	60 – 350*
Teufe [m]	1000–5000 (oder tiefer)	3000-6000	300-1200
Production Casing OD [in]**	9-5/8" and 7" liner aber auch größer	9-5/8" with crossover to 7"	5" or 7"
Verbindertyp***	API Buttress	Premium	API Long/Buttress
Bohrspülungen	Wasserbasis, Ölbasis!	Ölbasis, Synthetisch	Wasserbasis, Ölbasis

Klassische Fehler der Vergangenheit

- Falsche Meisselauswahl – meistens auf Kosten anstatt Geologieerkenntnissen basierend
 - *Ergebnis: die Meisselkosten betragen weniger als 5% der Bohrkosten, falsche Auswahl verursacht aber eine Erhöhung der Gesamtbohrkosten von bis zu 85%*

Klassische Fehler der Vergangenheit

- Falsche Futterrohrverbinder-Auswahl – meistens auf Kosten anstatt Geologieerkenntnissen basierend

- Ergebnis: Katastrophale Bohrlochschädigung bis hin zu Umweltschäden

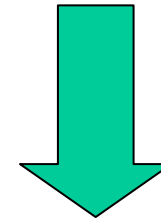
Was könnte die Zukunft bringen?

Denk anders!

Think Different!



Technolgy Transfer aus Erdöl und Erdgasindustrie



Neue Bohrverfahren

Neue Bohrlochkomplettierungskonzepte

The new paradox: low cost high technology



Hilfsfolien

Erdöl-/Erdgasbohrungen versus Geothermalbohrung

Themenbereich	Erdöl / Erdgas	Geothermie
Geologie	Vermeidung von Bruchzonen (Leckagen)	Bruchzonen werden erbohrt → Hohes Bohrrisiko
Geologie	Mittlere Zonen < 6.000m	Tiefe Zonen 3.000 - 6.000 m
Geologie	Erbohrung tektonisch stabiler Gesteinsschichten	Tektonisch aktive Schichten werden erbohrt (Bsp. Basel)
Produktionsrate	Geringe Produktionsraten (<< 1.000 m³/d) → kleiner Bohrungsdurchmesser (Bsp.)	Hohe Produktionsraten (> 8.000 m³/d) → großer Bohrungsdurchmesser (Bsp.)

Erdöl-/Erdgasbohrungen versus Geothermalbohrung

Themenbereich	Erdöl / Erdgas	Geothermie
Temperaturbereich	Temperaturen bis 160 °C (HP/HT)	Hohe Temperaturen (> 80°C) → hoher Verschleiß des Bohrwerkzeugs, Temperaturbeständigkeit der Bohrspülung Für die Wirtschaftlichkeit des Geothermischenkraftwerkes sind hohe Temperaturen erforderlich
Anzahl von Bohrungen	Lediglich eine Förderbohrung erforderlich	Zwei Bohrungen erforderlich (Produktions- und Injektionsbohrung)
Bohrdurchmesser	Kleiner Bohrdurchmesser (7" Produktionsrohrtour)	Großer Bohrdurchmesser (9 5/8" Höhe Pumpe, 7" Produktionsrohrtour)

Erdöl-/Erdgasbohrungen versus Geothermalbohrung

Themenbereich	Erdöl / Erdgas	Geothermie
Förderung	Eruptive Förderung + Einsatz von Förderhilfsmitteln	Einsatz von Förderhilfsmitteln
Umgebung	Meist in unbewohnten Gebieten	Durch die Wärmebereitstellung in Nah- und Fernwärmenetzen wird in Wohnortnahenbereichen gebohrt
Emissionen	Je nach Gebiet keine so hohe Emissionsanforderungen	Hohe Emissionsanforderung (z.B. Lärm)

Erdöl-/Erdgasbohrungen versus Geothermalbohrung

Themenbereich	Erdöl / Erdgas	Geothermie
Bohrkosten	Bohrkosten nehmen lediglich 30% der Gesamtkosten ein	Bohrkosten nehmen 42 - 90% der Gesamtkosten ein
Lebensdauer Bohrmeißel f (t, g)	Gesteinsabhängig	Gering, Einsatz von teureren Bohrwerkzeugen (Rollenmeißel begrenzt auf 250°C)
Horizontale Bohrung	Standard	Notwendig wenn von einem Bohrplatz zwei Bohrungen abgeteuft werden sollen. Einsatz von gerichteten Bohrungen
Bohrspülungen	Mittlere Temperaturbeständigkeit	Hohe Temperaturbeständigkeit