

Bohr- und Fördertechnologien für Geothermalanwendungen

Niedersächsische Energietage

Prof. Dr.-Ing. Sven Krueger

Leiter Forschung- und Entwicklung, Baker Hughes

Copyright 2019 Baker Hughes Company LLC. All rights reserved. The information contained in this document is company confidential and proprietary property of Baker Hughes and its affiliates. It is to be used only for the benefit of Baker Hughes and may not be distributed, transmitted, reproduced, altered, or used for any purpose without the express written consent of Baker Hughes.

Baker Hughes in Celle ...

Teil vom Baker Hughes Konzern: 54.000 Mitarbeiter in 120+ Ländern
Hauptquartier für Bohrtechnik

Celle Technology Center: Baker Hughes' Hot Spot for Geothermal Research

The large number of geothermal projects concentrated in Germany enables Baker Hughes' professionals at the Geothermal Center of Excellence (GCE) in Celle to quickly transfer technology innovations from the drawing board to the project site.

Integral to the geothermal research being done at the GCE is the high temperature test loop, built specifically to test new high-horsepower, high-volume electrical submersible pumping (ESP) system designs for the geothermal environment.



Baker Hughes' Celle Technology Center

Construction is under way on the new test loop at the [Celle Technology Center](#), which houses the GCE. Since 1957, the Baker Hughes Celle facility has been the hub for technology development and manufacturing for downhole motors,

directional drilling and smart steerable systems, measurement while drilling, and logging while drilling.

"The new hot loop will continue to grow the reputation of the Geothermal Center of Excellence in the fields of high temperature and geothermal systems," says Trey Clark, director technical support.

Produktbereiche

Bohrtechnik
Meßtechnik
Komplettierung
Fördertechnik
Bohrmeißel

Mitarbeiterzahlen

Technologie:	445
Fertigung/Wartung	440
Operations:	50
Globale Funktionen:	82
Auszubildene & Studenten:	104

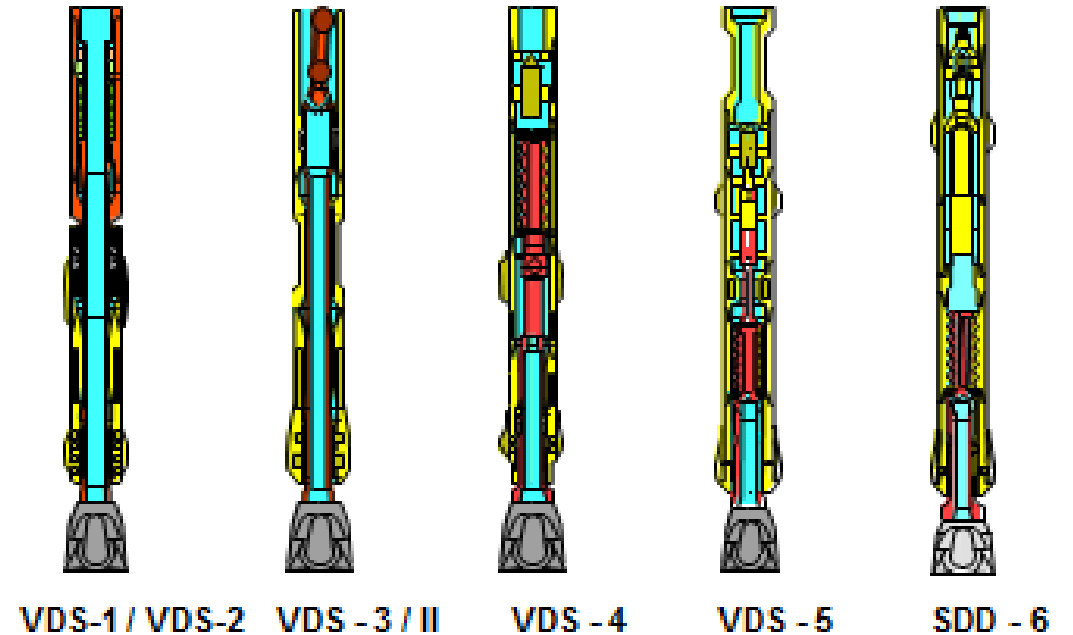
1121 Mitarbeiter in Celle - 55 Nationalitäten

Die Revolution: Kontinentale Tiefbohrung (KTB) 1990

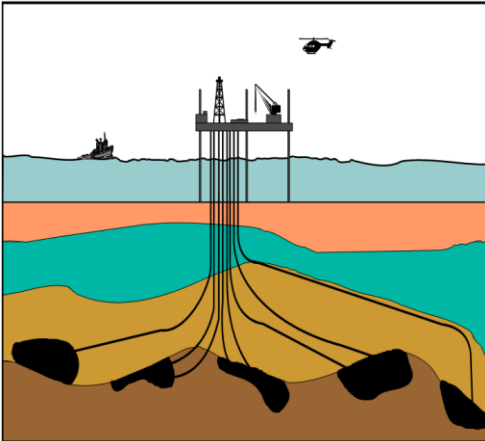
Der Grundstein für heutige Richtbohrtechnik

Öffentlich geförderte Bohrung zur Erforschung tiefer geologischer Schichten (9101 m)

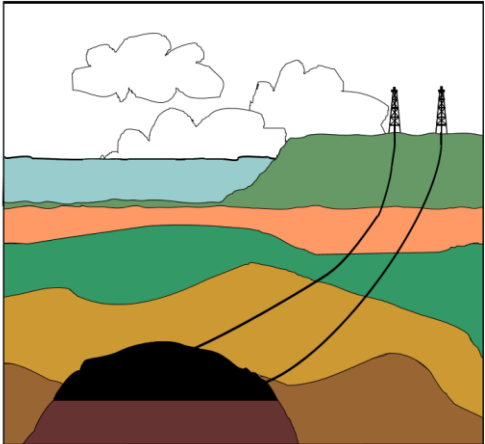
Erstes vollautomatische Richtbohrsystem für Erdöl- und Erdgasbohrungen



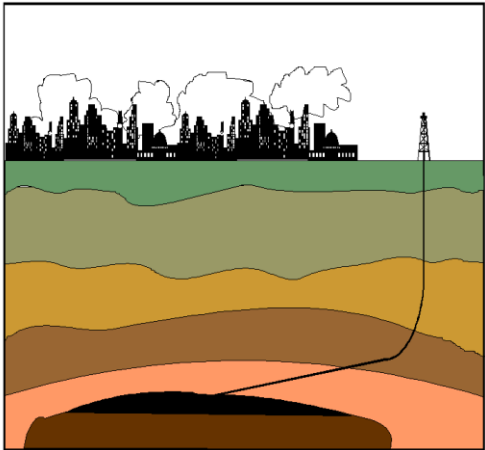
Heutige Anwendungen der Richtbohrtechnik



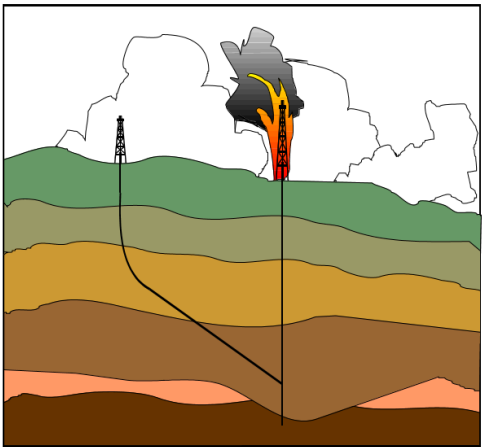
Multi-laterale Bohrungen



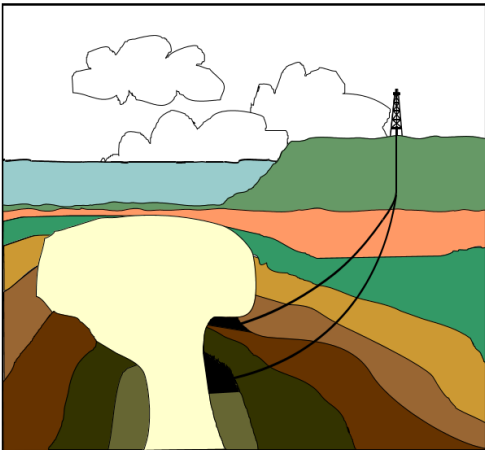
Erschließung küstennaher Vorkommen



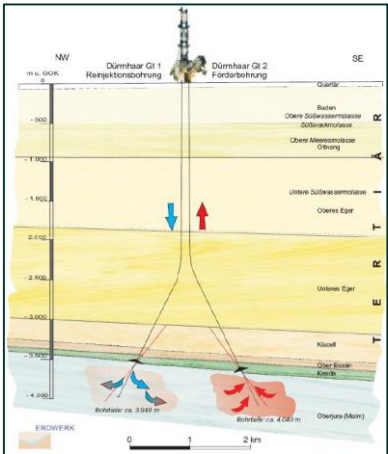
Vorkommen unter bewohnter Fläche



Druckentlastungs-bohrungen



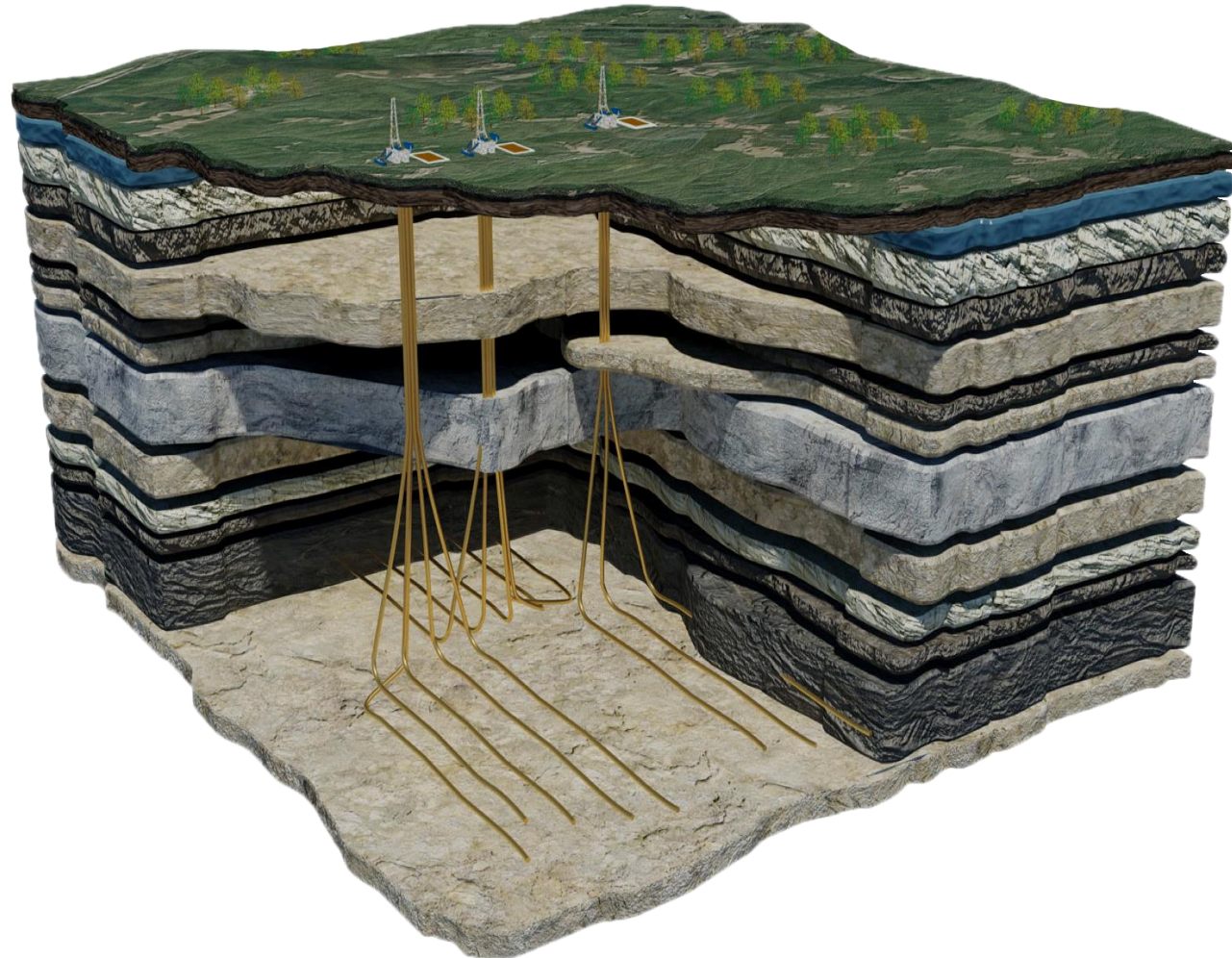
Unzugängliche Vorkommen unter Salzdomen



Geothermiebohrungen

„Factory Drilling“ für Landbohrungen

Abteufen von zueinander parallelen Bohrungen ist Stand der Technik



- Parallel ausgerichtete Bohrungen ausgehend von einer Hauptbohrung
- Hohe Aufbaurate von der vertikalen in die horizontale Bohrung
- Höhere Produktionsrate und Ausbeute

Geothermalbohrungen von Baker Hughes weltweit



144 Projekte – 1,800+ Bohrungen



Geothermisches Potenzial in Deutschland

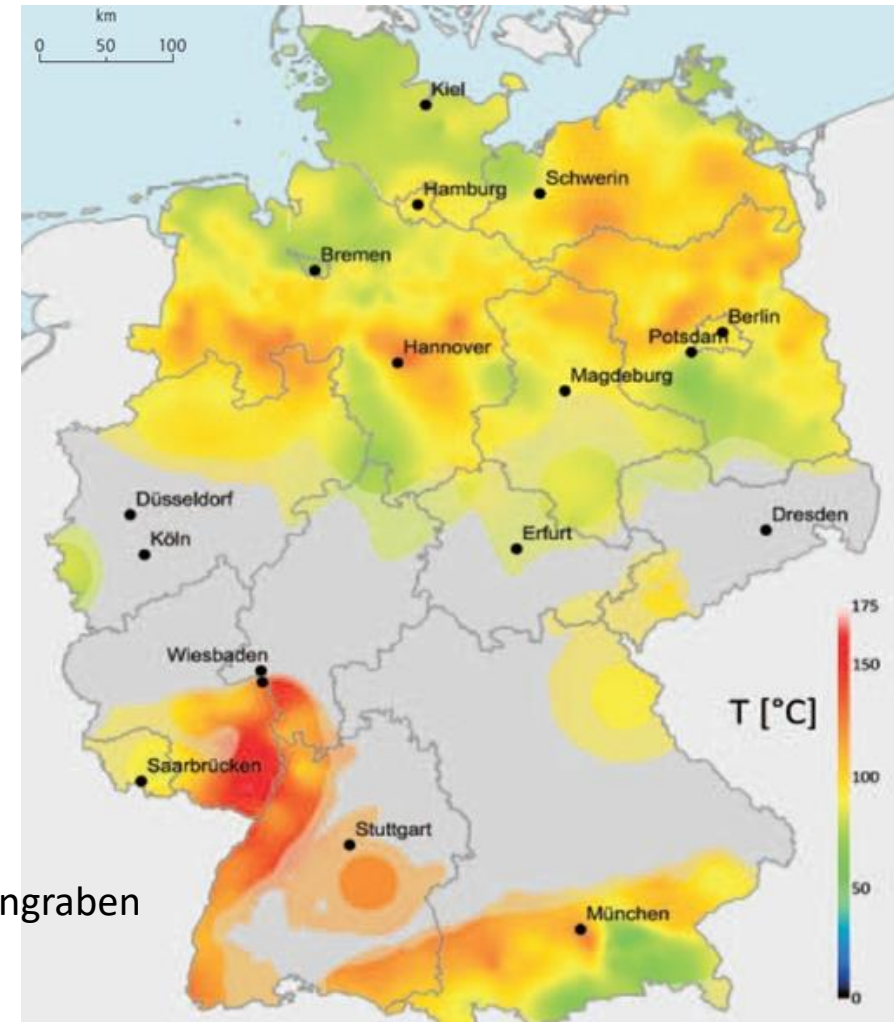
Bereitstellung von Strom und Wärme

Umweltfreundliches und nachhaltiges
Energiepotenzial

Geschlossener Kreislauf

- Produktions- und Reinjektionsbohrung
- Energieentnahme über Wärmetauscher

Süddeutsches Molassebecken, Oberrheingraben
und
Norddeutsches Becken



Bohrtechnik für Tiefengeothermie

Kostenreduzierung und Verringerung des Fündigkeitsrisikos

- Rotierendes, steuerbares Bohrsystem zur effizienten Abteufung der Bohrung
- In Kombination mit hydraulischen Bohrmotoren und abgestimmten Bohrmeißeln
- Meßtechnik zur genauen, geometrischen Platzierung der Bohrung
- *Kaum eingesetzt:* Modernste LWD Meßtechnik und Räumer



Ausfahrbarer Räumer

MWD und LWD Messungen

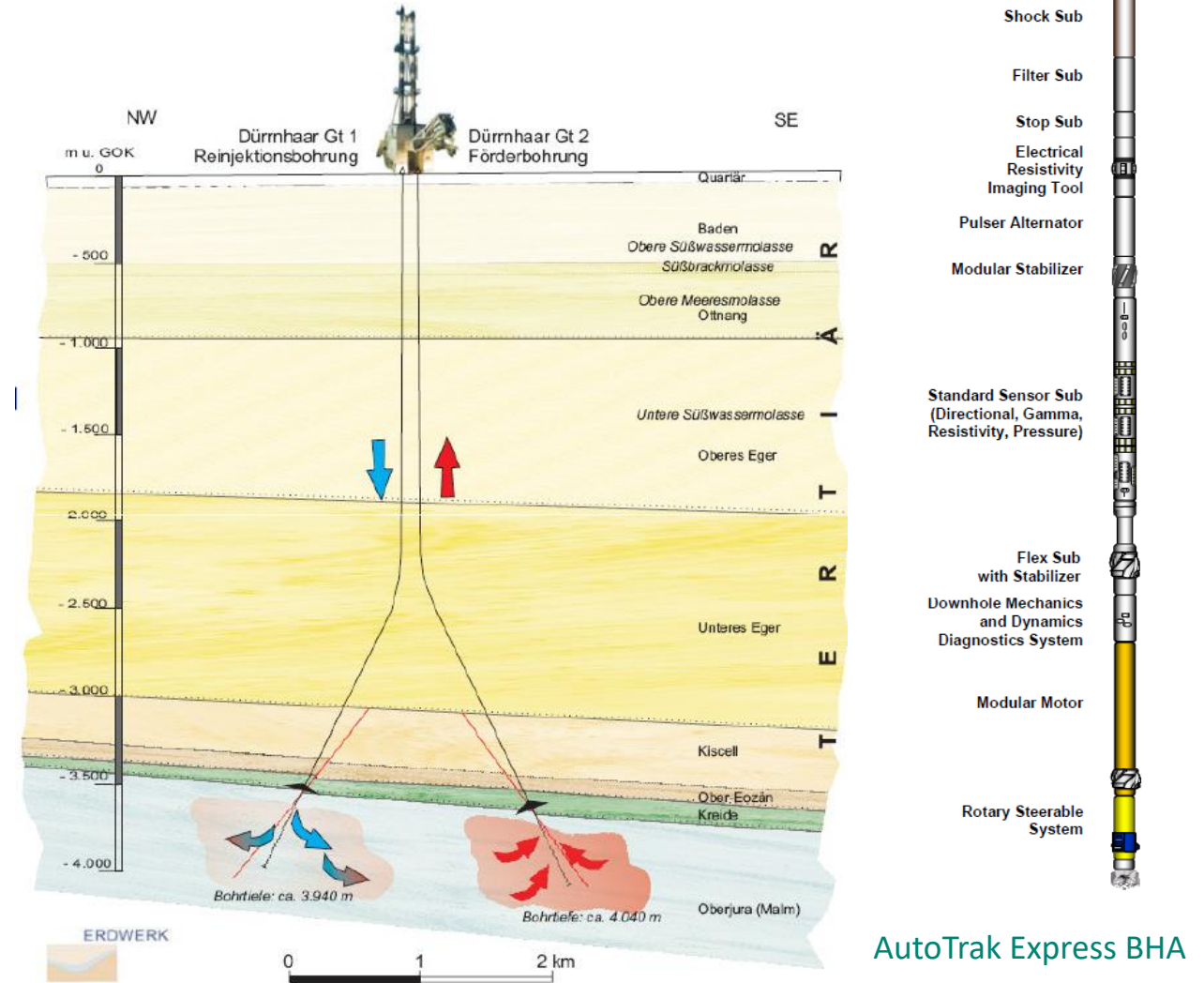
Steuerkopf

Bohrmeißel

Beispiel einer Geothermiebohrung in Deutschland

Bohrung einer Injektor- und Produktionsbohrung

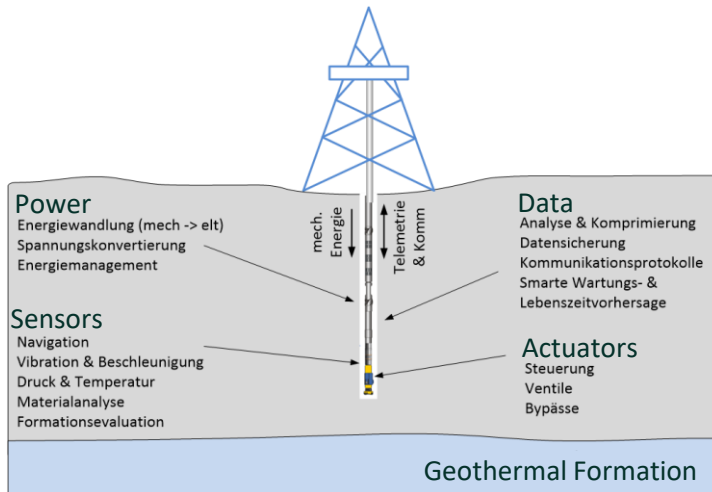
- 8 ½“ Bohrloch, hohe Aufbaurrate um 125 – 140 l/s Produktionsrate zu sichern
- Modernste Bohrtechnik erlaubt schnelles Abteufen und Komplettieren der Bohrung



Well path example of Geothermal Well in Bavaria

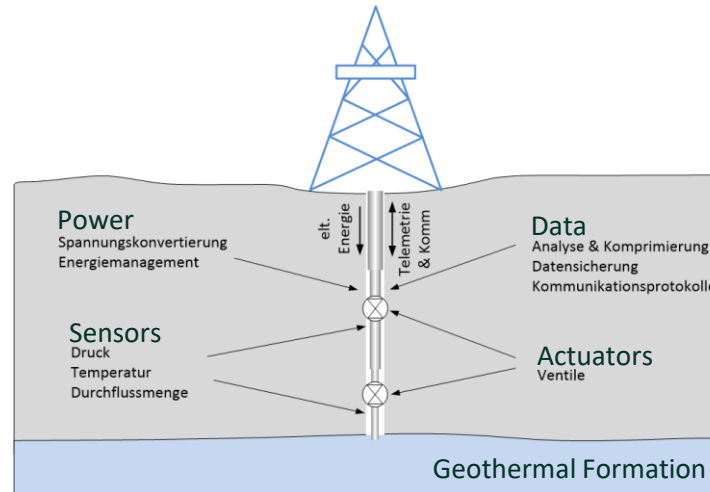
Produktentwicklung für Geothermie

Bohrtechnik



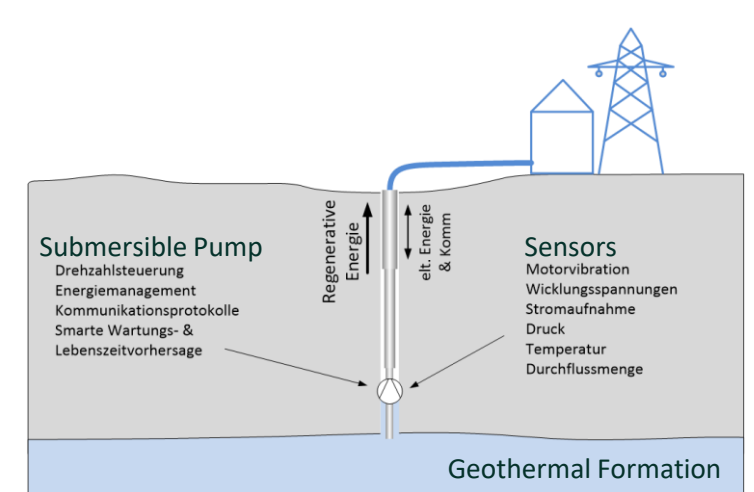
Temperature, Vibrations

Komplettierung



Temperature, Lifetime

Untertagepumpen



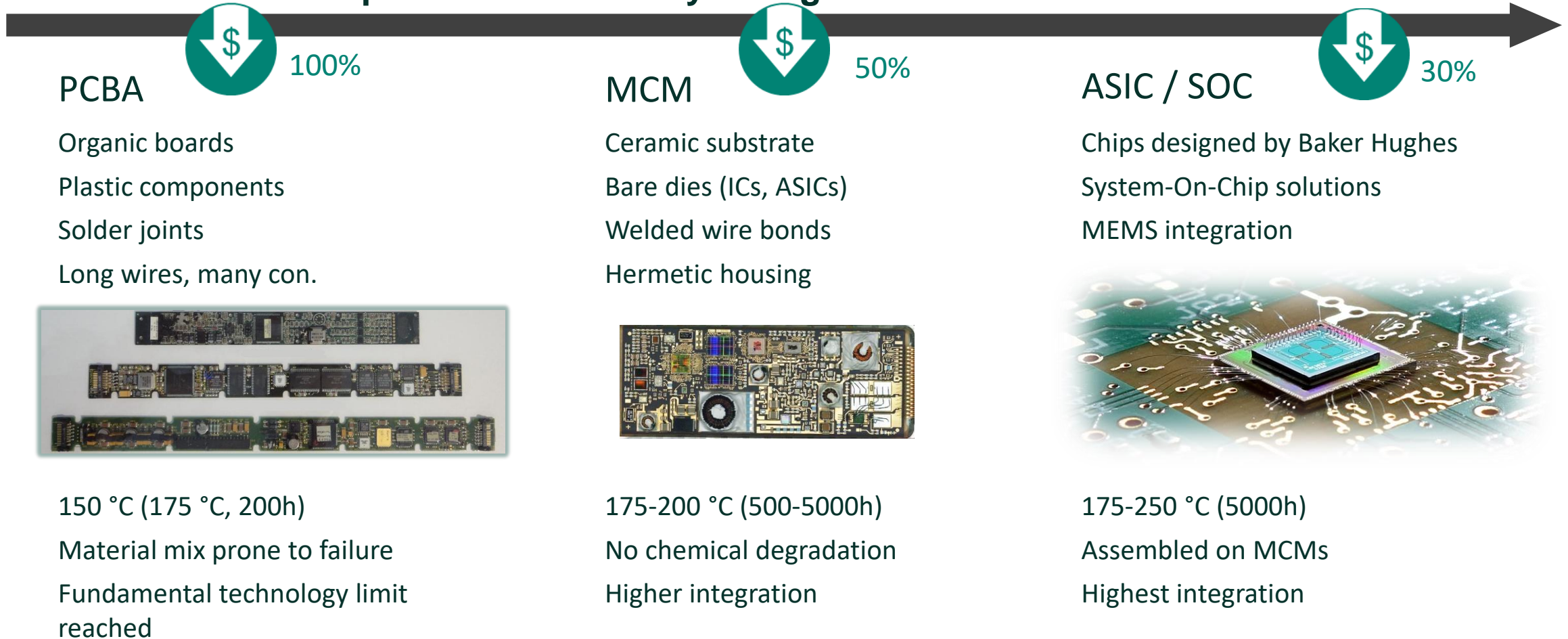
Temperature, Lifetime

➡ Technologien zur Senkung der Bohr-, Komplettierungs- und Förderkosten und Reduzierung des Fündigkeitsrisikos

➡ Kerntechnologie: Hochtemperaturelektronik und -werkstoffe

Schlüsseltechnologie Hochtemperaturelektronik

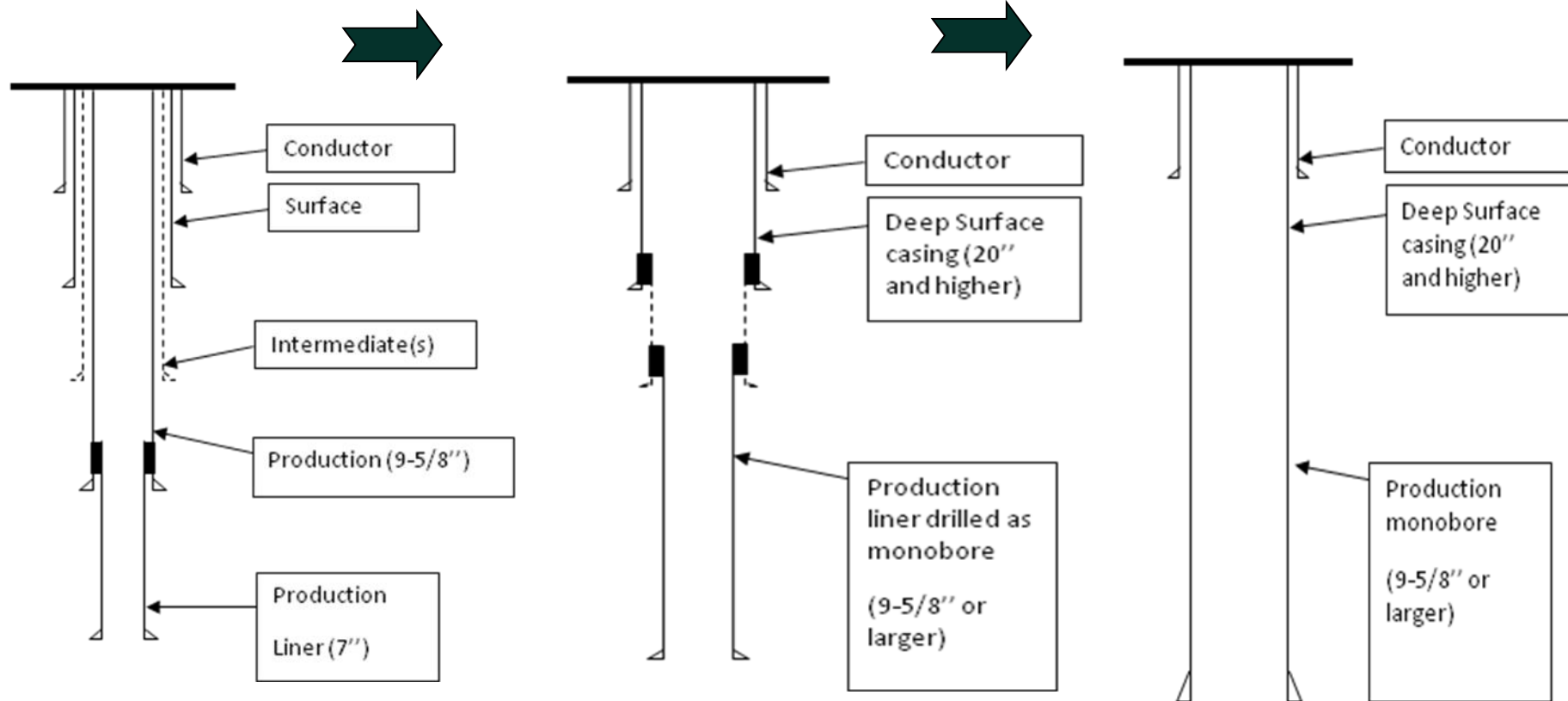
Temperature / Reliability / Integration / Standardization



Beiträge zur Senkung der Bohr- und Komplettierungskosten

“Monobore” Bohrlochkomplettierung

“A possible Evolution of Geothermal Well Construction”



C. Teodoriu TU Clausthal, J. Lehr Baker Hughes, EGC 2013

Automatisches Verschweißen von Rohren

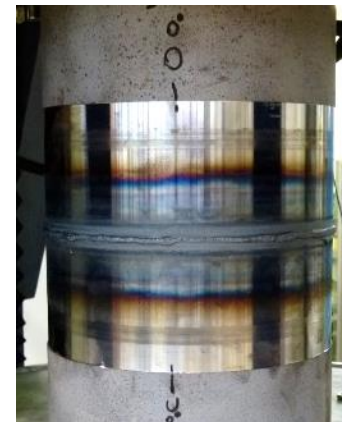
- Magnetic-Impelled-Arc-But-Welding 'MIAB' - Verfahren
- Verschweißen an der Bohranlage
- Qualitätsüberwachung durch Prozessdatenüberwachung
- Verbindung kann nach dem Schweißen aufgeweitet werden



Gasdichte Schweißkammer

Schweißen von 9 5/8" N80 Liner
'WW First MIAB >5" OD Rohrverschweißung

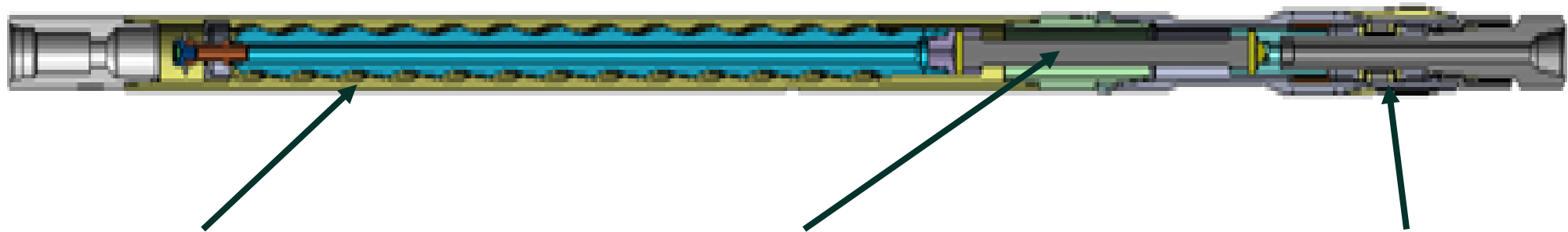
BH Patents 8863371, 8998067,
9308600, 9669483, 9366128



Prototype Ultra High Temperature Motor

Successfully drilled deepest (5,000 m) and hottest (426°C) geothermal well in Iceland

- Formations: igneous, mainly hard and faulted basalt
- Well Profile: vertical, build 30 inclination, maintain tangent
- Holesize: 8 ½" with 6 ¾" prototype motor
- Distance Drilled: 2,500 m



Metal-metal power section
with wear resistant coating

Flex shaft engineered
for fatigue resistance

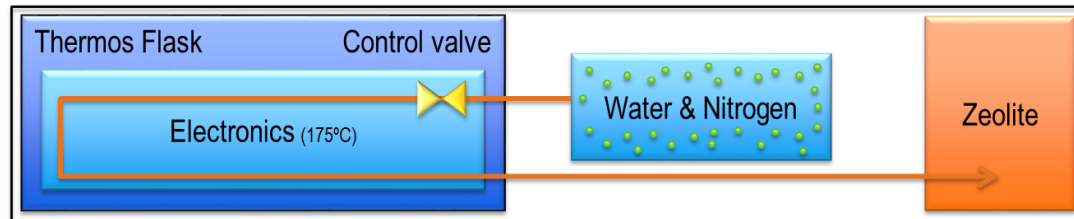
Diamond bearings for hard rock
drilling



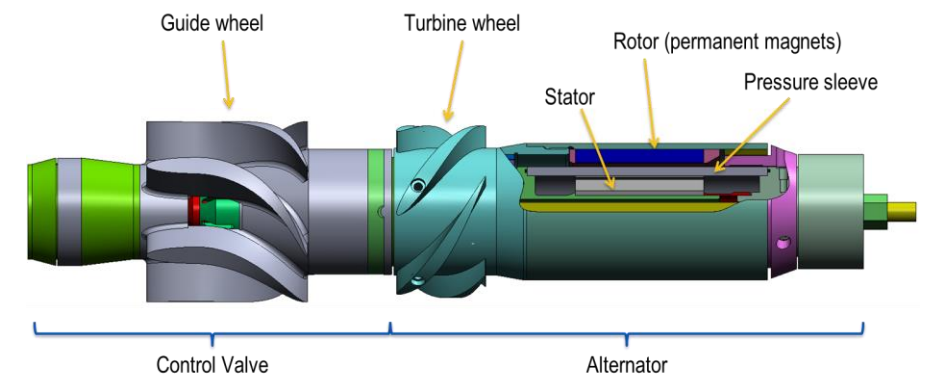
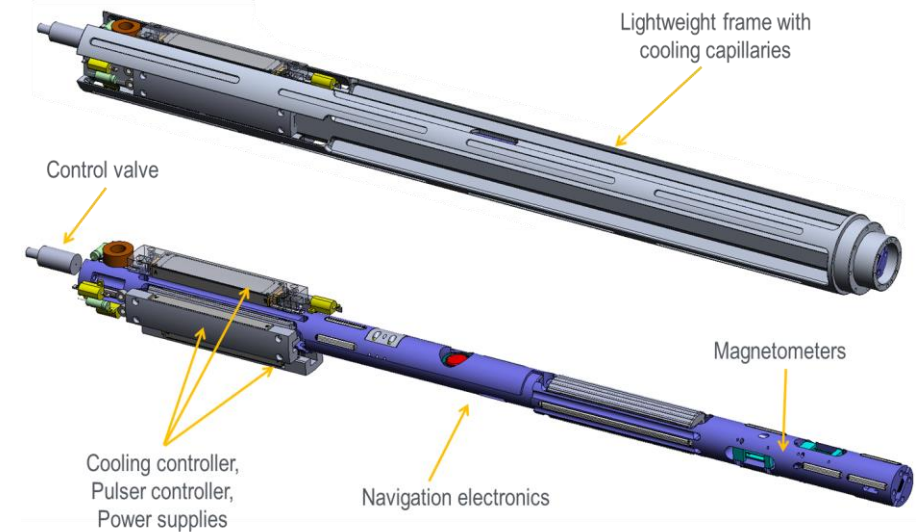
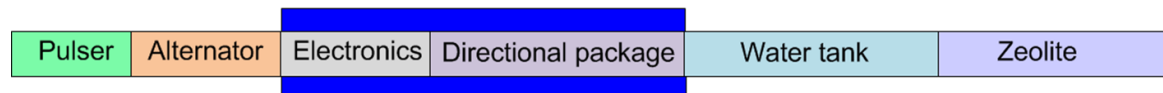
Prototype Ultra High Temperature MWD System

Partnered with US Department of Energy and successfully in lab and field environments

- Active cooling system and encapsulation for electronics
- Elastomer free alternator and pulser design



Cooling system - flask, valve, evaporation control, evaporating fluid, absorbing media



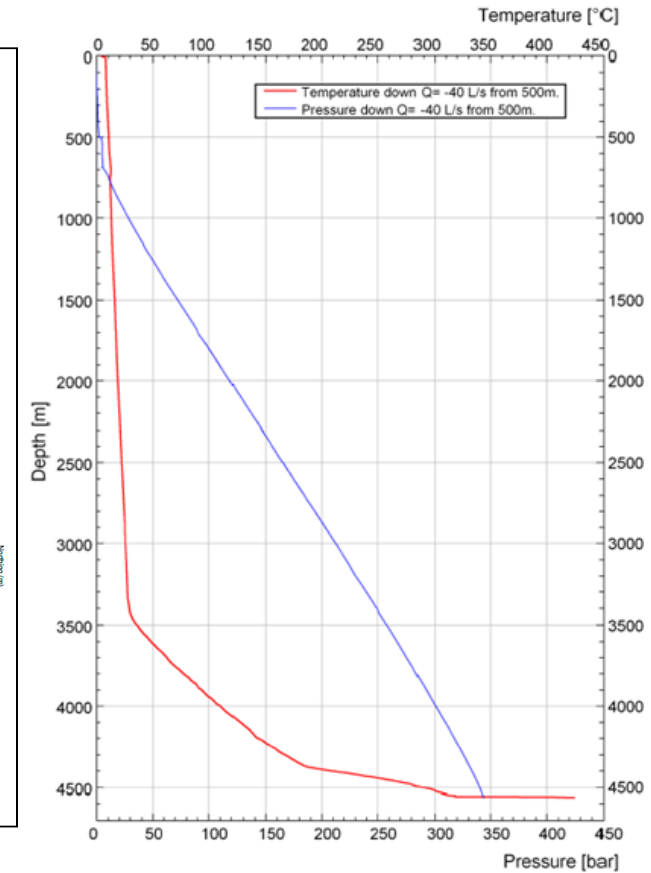
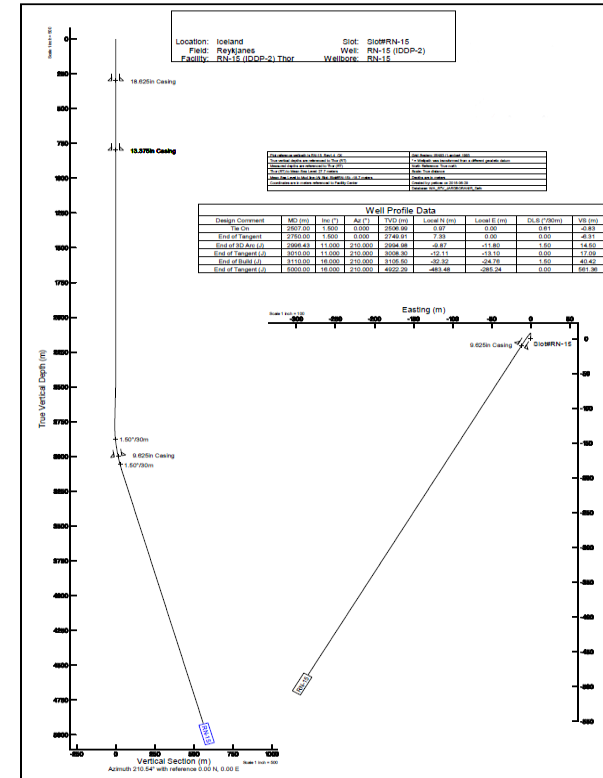
Beispiel: IDDP#2 Well, Iceland

- 168 days to drill to TD of 4659m, TD reached January 2017
- Vertical to 2750m, then 30 deg to TD
- Maximum temperature 426C at 340bar pressure, supercritical point for water is 373C, 220 bars
- 300C capable drilling systems (bit, motor, fluid) used in lower 8-1/2" hole

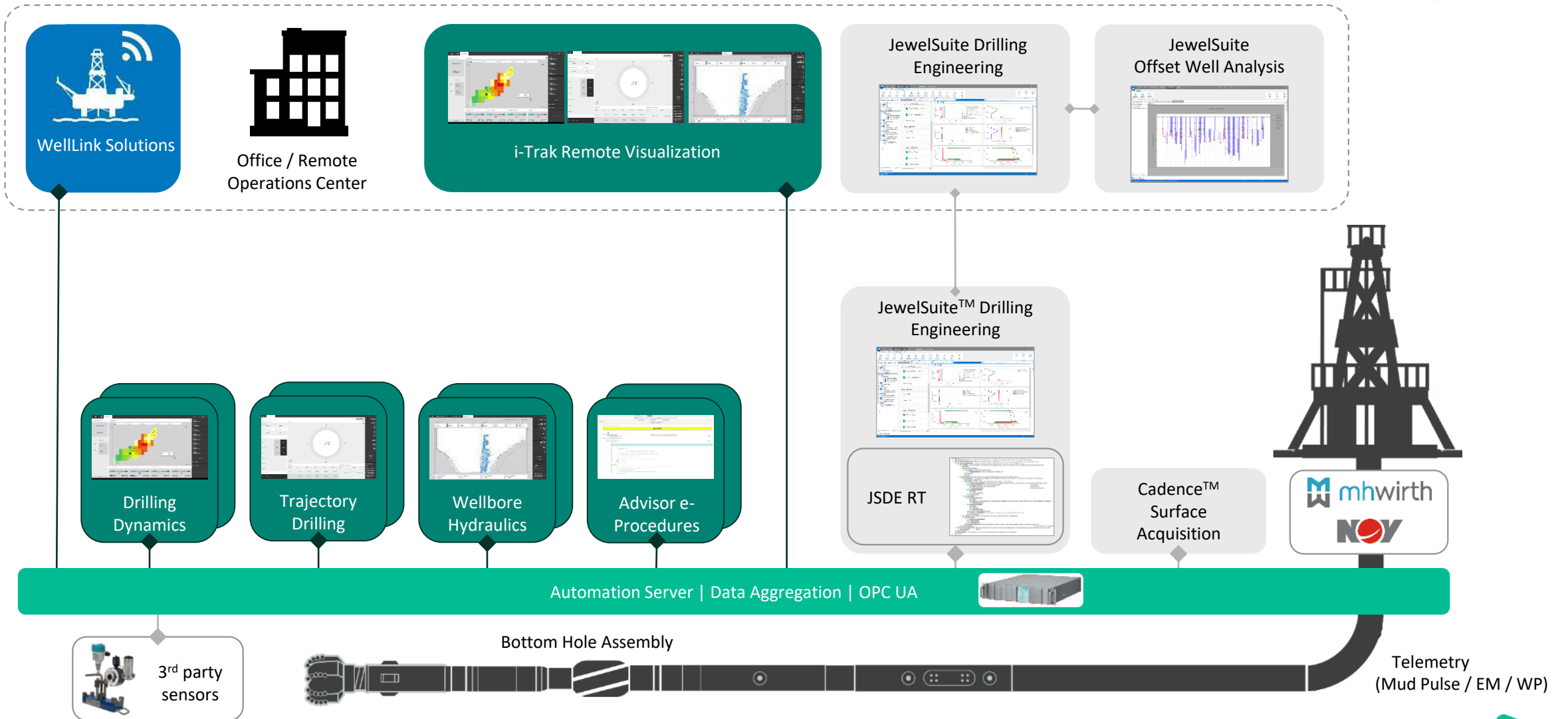


3. January 2017
HMHOS

Reykjanes Well IDDP-2



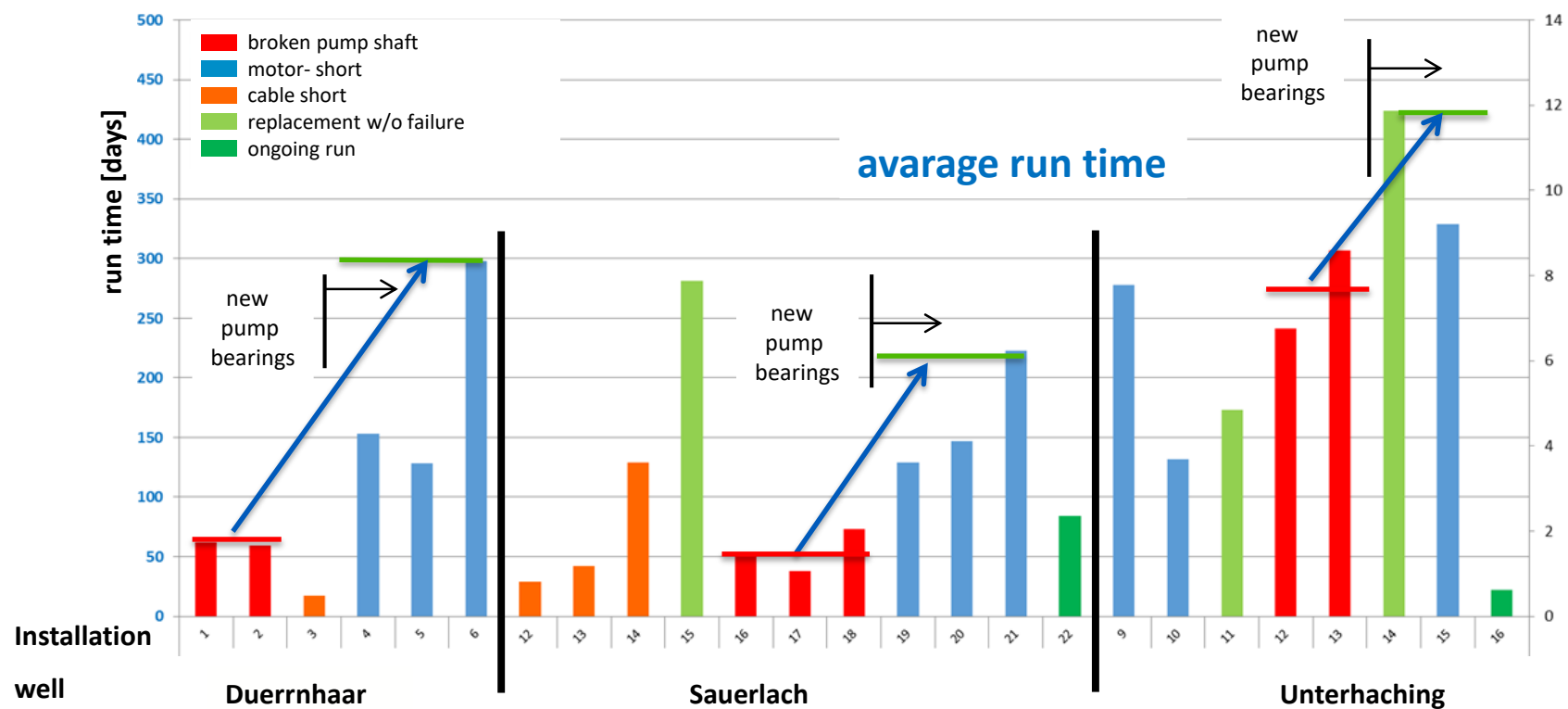
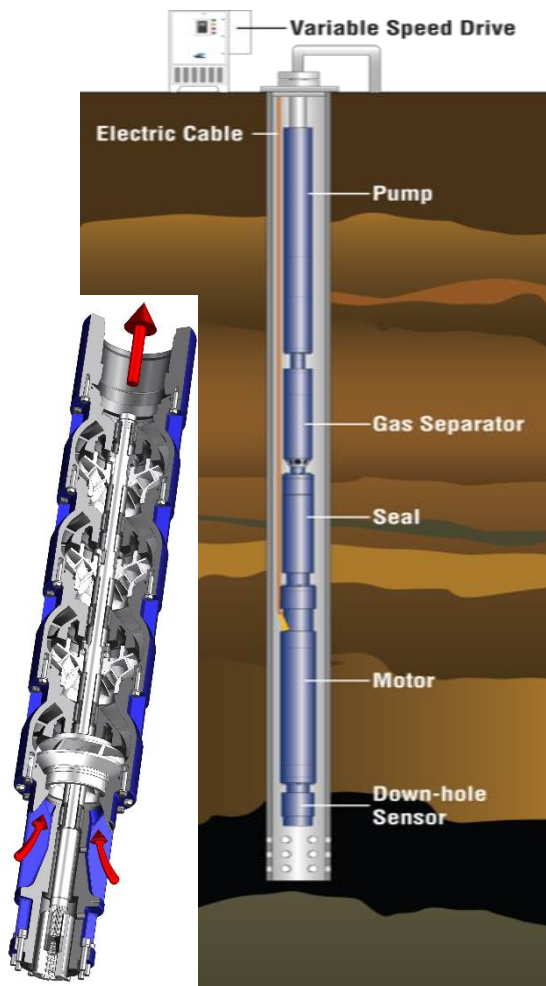
i-Trak Context



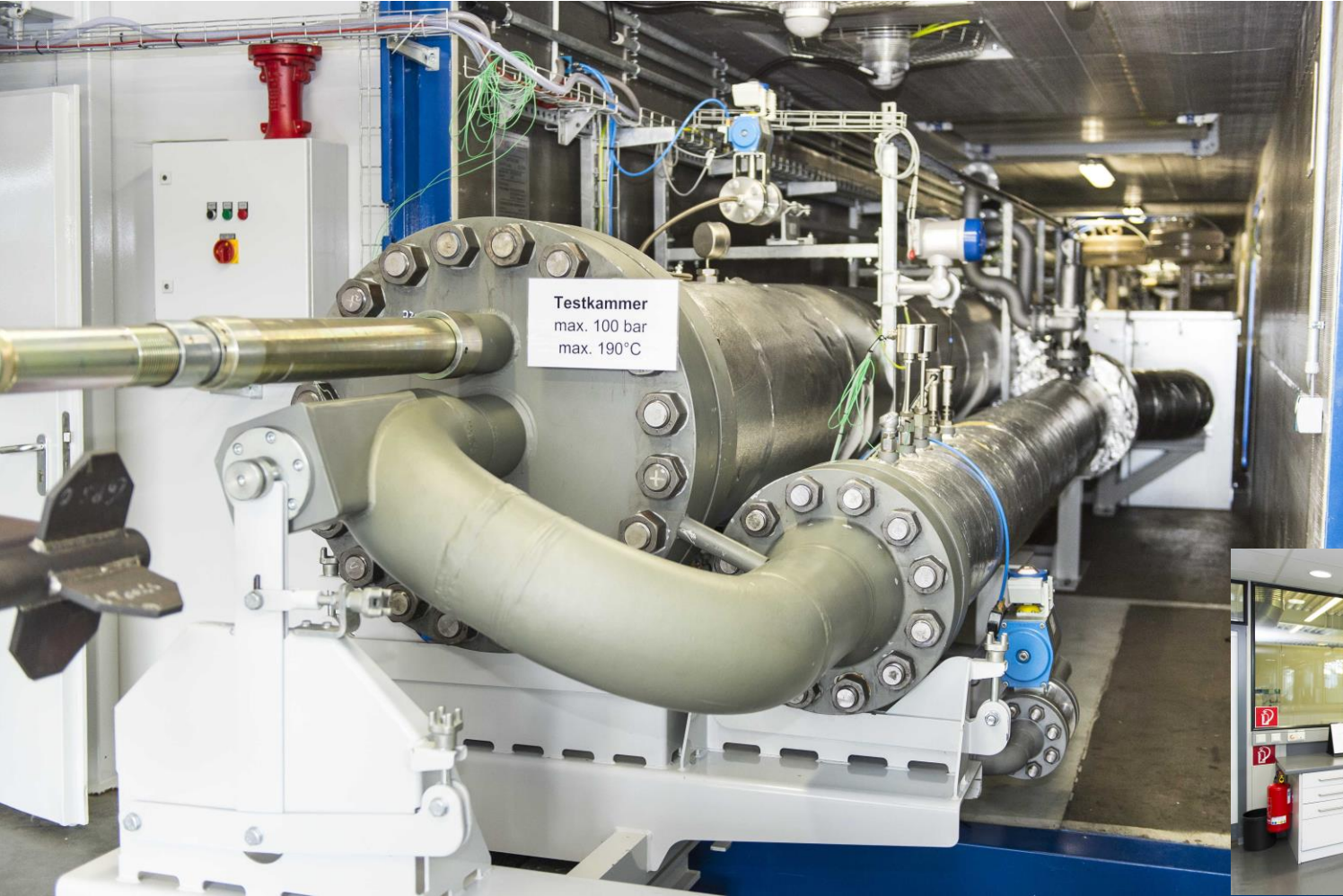
Beiträge zur Senkung der Förderkosten

Verbesserung der Laufzeit von Untertagepumpen

Verdreifachung der Lebensdauer =
Verringerung der Wartungskosten um Faktor 3



Prüfstand für Untertagepumpen (Druckautoklav)



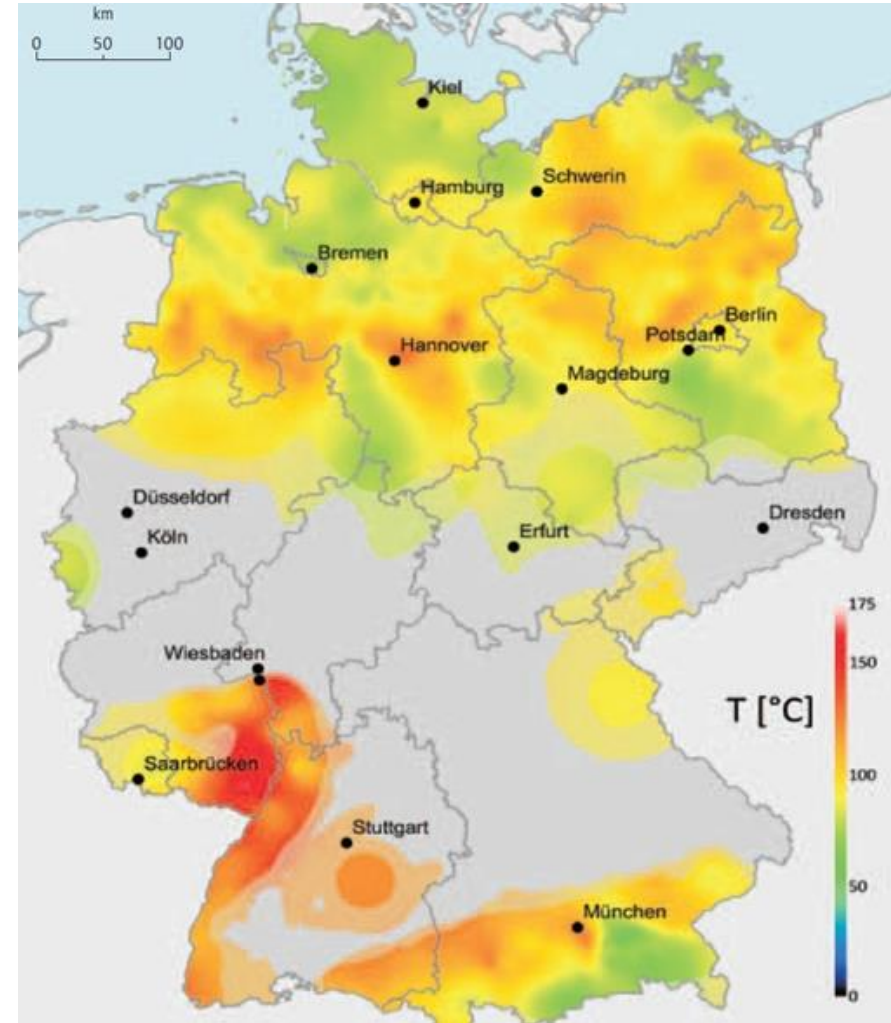
Wie geht`s weiter ?

Zunehmender Trend: Wärmemarkt

Reduzierung der Wirtschaftlichkeit durch
weitere Reduzierung der Bohrkosten

Reduzierung des Fündigkeitsrisikos durch
Einsatz von modernster Untertage-
Formationsmeßtechnik

Süddeutsches Molassebecken, Oberrheingraben
und
Norddeutsches Becken



Quelle: IEA (2011): Technology Roadmap – Geothermal Heat and Power, S. 24,
www.geotis.de

Baker Hughes 