



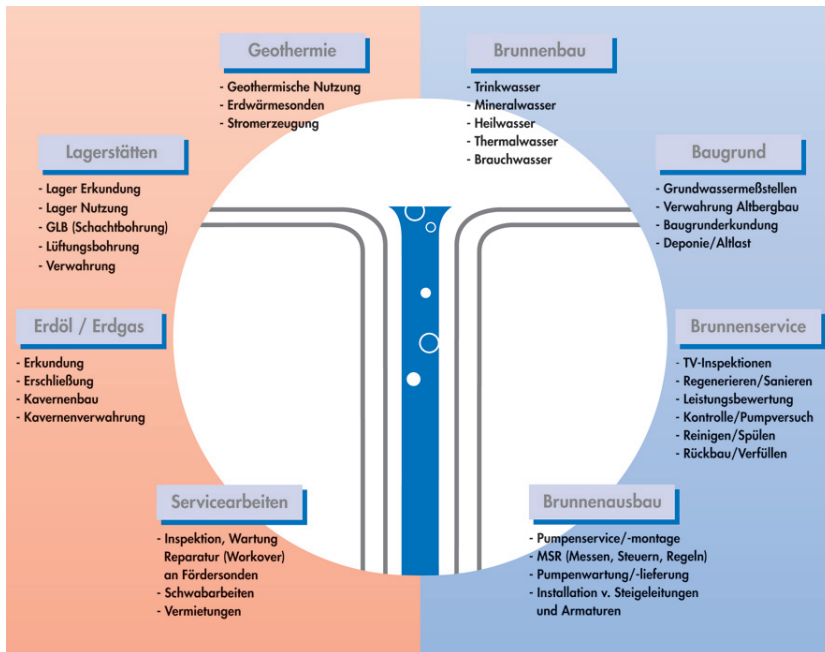
ANGER

seit 1863

www.angers-soehne.com

Tiefbohrungen
Geothermie und
Lagerstätten

Sicherheit und Qualität mit Tradition - seit 1863



Leistungsbereiche

Unser Unternehmen ist SCC zertifiziert; die hohe fachliche Qualifikation des langjährigen Stammpersonals sowie die Vermeidung von Unfällen oder Vorfällen haben bei uns oberste Priorität. Durch die Spezialisierung und klare Regelung der Zuständigkeiten und Abläufe gelingt es, ein hohes Maß an Qualität im Arbeitsablauf zu erreichen und langfristig zu erhalten.

Ebenso spielt die Reduzierung sämtlicher vom Bohrbetrieb möglicherweise ausgehenden Emissionen – wie Arbeitsgeräusche, Erschütterungen, Gerüche, Licht oder Staub – durch vorbeugende Emissionsvermeidung eine wesentliche Rolle.

Die Geräuschminimierung ist gerade auch bei unserer 418 t Bohranlage InnoVaRig, auf die später noch näher eingegangen wird, von großer Bedeutung.

Nicht zuletzt gehört der Einsatz zertifizierter, umweltverträglicher Arbeitsmittel (Chemikalien etc.) genauso wie die oben genannten Motivationen zu den obersten Zielen unseres Handelns.

Durch die konsequente Umsetzung lärmindernder, konstruktiver Maßnahmen während der Geräteherstellung konnte in den letzten Jahren eine Vielzahl von Projekten selbst in unmittelbarer Wohnbebauung ohne jegliche Belästigung der Nachbarn durchgeführt werden.

Während des 24-Stunden-Betriebes der Anlage über 4 Monate an einem Standort gab es weder Klagen noch Beschwerden.

Die umseitig folgenden Ausführungen zu den für uns wichtigen Arbeitsgebieten sollen Ihnen einen ersten Eindruck über die Technik und Umsetzung unserer Projekte vermitteln.



Geothermie – Energie ohne Ende

Mehr als 80% unseres Primärenergiebedarfs werden durch vorangegangene bergbauliche Aktivitäten bereitgestellt. Dies beinhaltet Kohle (Stein- u. Braunkohle) und Uran, sowie Erdöl und Erdgas. Dabei gewinnt in vielen Regionen der Welt – unter anderem auch in Zentraleuropa – die Stromerzeugung aus dem Energiegehalt der Erde, die Geothermie, zunehmend an Bedeutung.

Diese regenerative Art der Energieerzeugung arbeitet nach folgendem Grundprinzip. Neben dem Kraftwerk wird ein untertägliches Wasserfassungssystem mit Temperaturen von $> 100^\circ$ (besser $> 120^\circ$) benötigt. Dieses entspricht in Deutschland Bohrteufen von ca. 3500 – 7000 m.

Mit mindestens zwei Bohrungen – einer Förderbohrung und einer Injektionsbohrung – die bei Endteufe ca. 2 km auseinander liegen, wird im durchlässigen oder durchlässig gemachten Gebirge Wasser zirkuliert.

Auf dem Weg zur Förderbohrung erhitzt sich das Wasser. Dieser Energiegehalt wird nach seinem Aufstieg aus der Förderbohrung im Kraftwerk zur Stromerzeugung genutzt. Nach dem Entzug der für den Prozess erforderlichen Wärmeenergie wird das abgekühlte Wasser über die Injektionsbohrung wieder in den Nutzhorizont verpresst, sodass ein nachhaltiger, massenneutraler Energiegewinnungsprozess abläuft.



Heißwasserpumpversuch InnovaRig

Beim sogenannten Bohrlochbergbau auf flüssige Kohlenwasserstoffe können die Bohrteufen durchaus 10.000 m und mehr erreichen. Bohrungen für die geothermische Nutzung hingegen werden derzeit in Teufen bis zu 7000 m geplant und ausgeführt.

H. Anger's Söhne verfügt über moderne Tiefbohranlagen für alle oben genannten Gewinnungs- und Erkundungsmethoden bis ca. 7.000 m Tiefe.



Unter Geothermie, auch Erdwärme genannt, versteht man die in Form von Wärme gespeicherte Energie unterhalb der Oberfläche der festen Erde (VDI-Richtlinie 4640). Die Idee Erdwärme, sprich die Erde als Energielieferant zu nutzen, existiert schon seit tausenden von Jahren.

Da sie ständig verfügbar ist, keiner jahreszeitlichen Abhängigkeit unterliegt, und außerdem im Gegensatz zu fossilen Energieträgern weder preislich noch mengenmäßig von internationalen Energiemärkten bestimmt wird, ist die Erdwärme eine umweltfreundliche und ressourcenschonende Alternative. Für oberflächennahe Erdwärme

zur ausschließlichen Nutzung von Wärme für einzelne Einheiten geht man meist von einem ausreichenden Teufenbereich von 50 bis 400 Meter für die Bohrungen aus. Hierfür sind bereits Temperaturen von 12 - 40 °C

ausreichend. Diese oberflächennahen Systeme bieten sich vor allem zum Aufbau dezentraler Heizungssysteme, meist in Verbindung mit einer Wärmepumpe, an.



Tankanlage 240 m³

Auf der anderen Seite kann der Untergrund aber auch direkt als Quelle für Klimakälte genutzt werden, um aufwendige Kälteerzeugung zu sparen.

Eine Stromproduktion setzt Temperaturen von über 100 °C voraus. Hier sind also Bohrungen notwendig, die in eine Tiefe jenseits der 3000 m vordringen, damit sie als ökonomisch sinnvolle Investition gelten können.

unser Planet kennt keine Energiekrise!



Geothermie - Energie vor Ort

Heutige Technologien ermöglichen es, die umweltfreundliche und klimaschonende Energiequelle Erde praktisch überall zu nutzen. Deshalb gehört die Geothermie zu den erneuerbaren Energieträgern mit großem Potenzial.

Es existiert eine Vielzahl an Möglichkeiten, dieses Energieangebot in Wärme und/oder Strom umzuwandeln. Mit den heute bekannten Ressourcen der hydrothermalen Geothermie könnten etwa 29 % des deutschen Wärmebedarfs und mit oberflächennaher Geothermie noch einmal etwa 28 % gedeckt werden.

Im Tiefenbereich zwischen 3000 - 7000 m steht unter der Fläche der Bundesrepublik Deutschland soviel Energie zur Nutzung für das Hot-Dry-Rock-Verfahren zur Verfügung, dass sich das Land damit für ca. 10 000 Jahre komplett mit Strom und Wärme versorgen könnte.

Dezentrale Fernwärmenetze

Geothermie ist für den Verbraucher – oder auch für eine Kommune als Selbstversorger – ohne Rücksicht auf Tages- oder Jahreszeiten und auch unabhängig von Wetter und Klima immer verfügbar.

Sie schont Umwelt und Klima und beansprucht dabei wenig Platz.

Geothermische Energie erfordert keinen Transport über lange Strecken, sondern sie ist die Energie vor Ort.



Gestänge Verschraubvorrichtung

Systeme für geothermische Tiefbohrungen

Hydrothermale Systeme

Ein wichtiger Bereich, in dem Geothermiebohrungen zum Einsatz kommen, ist die sogenannte hydrothermale Geothermie, die Bohrungen zur Förderung von heißem Thermalwasser nutzt.

In den Tiefen der Erdkruste gibt es wasserführende Schichten, sogenannte Aquifere, die sich in heiße (über 100 °C), warme (40 - 100 °C) und solche mit Niedrigtemperaturwasser (25 - 40 °C) einteilen lassen. Wasser mit einer Temperatur ab 20 °C gilt bereits als Thermalwasser.

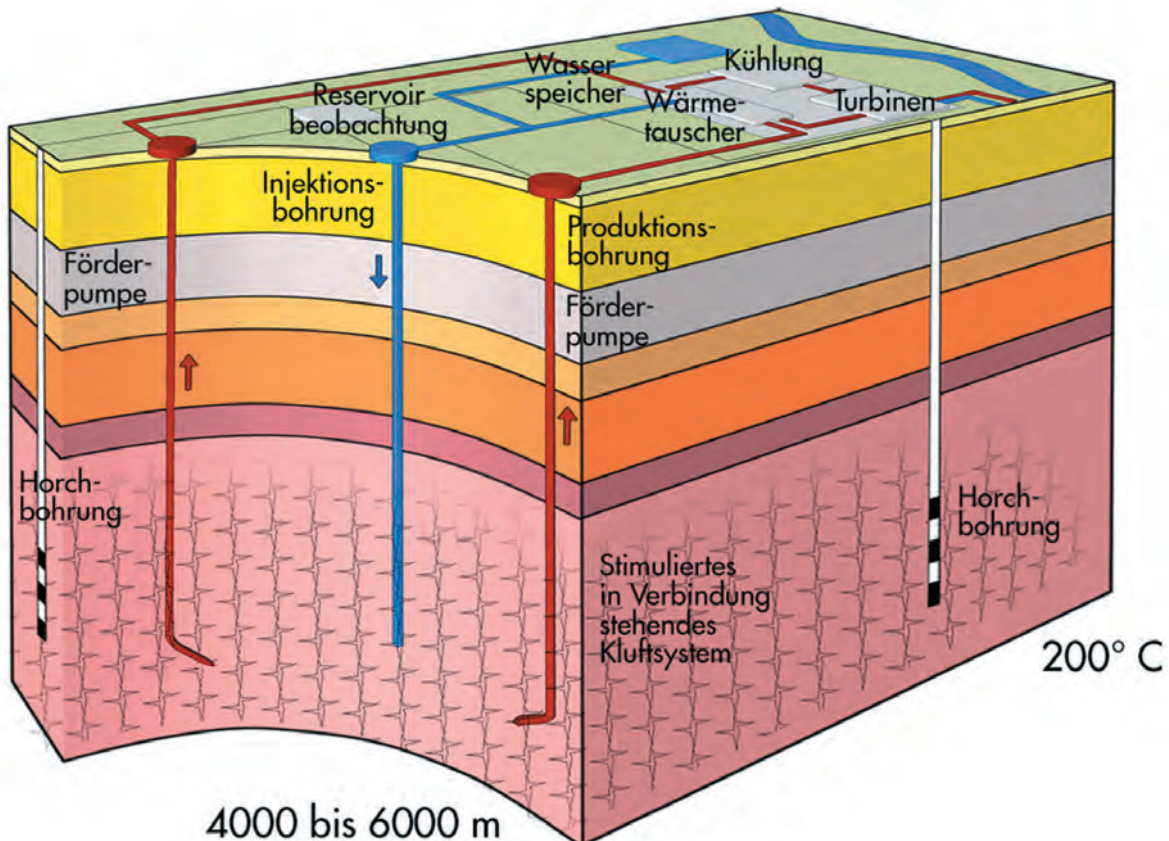
In Deutschland kommen unterirdische geothermische Aquifere z. B. in der Norddeutschen Tiefebene, zwischen der polnischen und der niederländischen Grenze, im Oberrheintal und in Süddeutschland zwischen Donau und Alpen, sowie auch etwa auf der Schwäbischen Alb vor.

Um diese Aquifere erschließen und nutzen zu können, bedarf es einer sogenannten Dublette, d.h. eines in sich geschlossenen Systems aus zwei in ausreichendem Abstand zueinander abgeteuften Bohrungen – der Förderbohrung und der Injektionsbohrung.

Mittels der Förderbohrung wird das untertägig vorhandene heiße Wasser aus dem Aquifer nach Übertage gefördert.

Zur Erzeugung von Strom und Wärme wird dem Wasser mit Hilfe eines Wärmetauschers die Wärme entzogen.

Über die Injektionsbohrung wird das abgekühlte Wasser dann wieder dem Untergrund zugeführt. Ein geschlossener Kreislauf entsteht. Der Aquiferspeicher gibt während des Betriebes immer weiter Wärmeenergie an das zirkulierende Wasser ab.



Petrothermale Systeme

Inzwischen gibt es auch erste Versuche, Strom und Wärme aus trockenem Gestein – ohne Vorhandensein unterirdischer Heißwasserlagerstätten – zu produzieren.

Die Grundlage für solche sogenannten Hot-Dry-Rock-Kraftwerke bildet dabei ein in sich geschlossenes System. Wie beim hydrothermalen System werden auch hier zunächst eine Injektionsbohrung und eine Förderbohrung abgeteuft.

Der Ablauf ähnelt dem der hydrothermalen Systeme:

Das Wasser erwärmt sich am und im zerklüfteten Gestein und wird durch die Förderbohrung wieder an die Oberfläche gepumpt. Dort steht seine Energie zur weiteren Nutzung zur Verfügung. Allerdings sind für das petrothermale System im Gegensatz zum hydrothermalen System höhere Temperaturen und damit meist größere Tiefen notwendig.

Dies bedeutet, dass Bohrungen für das Hot-Dry-Rock-Verfahren Tiefen von mehr als 3000 m erreichen. Um die HDR-Technik ökonomisch sinnvoll einsetzen zu können, sind Gesteinstemperaturen von 150 °C - 200 °C notwendig.

Neben den notwendigen hohen Temperaturen sind auch hinreichende Durchlässigkeiten des Gesteins von Wichtigkeit für das Funktionieren dieses Verfahrens.

Wo natürliche Durchlässigkeiten nicht oder nicht ausreichend vorhanden sind, können diese durch das

sog. „Stimulieren“ bzw. Aufpressen durch hohe hydraulische Drücke künstlich erzeugt werden. Je stärker das Gebirge zerklüftet ist, um so größer sind die Wärmeaustauschflächen.

Tiefe Erdwärmesonden

Diese auch Koaxial- genannten Sonden gewinnen die Wärme aus bis zu 4000 m Tiefe.



Quelle: Weatherford Energy Services GmbH

Im Gegensatz zum Hot-Dry-Rock-Verfahren ist ihre Leistungsfähigkeit mit 750 kW – 1 mW zwar niedriger, doch zeichnen sich die koaxialen Erdwärmesonden durch deutlich geringere Investitions-, Betriebs- und Wartungskosten aus.

Ferner sind sie grundsätzlich standortunabhängig und ermöglichen somit an jedem Standort in Deutschland die tiefe Geothermie als Wärmequelle zu nutzen.

Ähnlich den hydrothermalen Systemen handelt es sich auch bei den

Erdwärmesonden um geschlossene Systeme, allerdings im 1-Bohrloch-Konzept. In einer einzelnen Bohrung wird dabei ein Innen- und ein Außenrohr installiert.

Im Ringraum der Bohrung fließt kaltes Wasser nach unten und erwärmt sich dabei an dem an das Rohr angrenzenden Gestein.

Einmal in der Tiefe angekommen, wird das warme Wasser durch das isolierte Innenrohr wieder nach oben gefördert und steht dort mittels Wärmetauscher zur Energie- und/oder Wärmegewinnung zur Verfügung. Das auf etwa 15 °C abgekühlte Wasser wird später in das äußere Rohr geleitet, um sich erneut am Gestein erwärmen zu können.

Durch das geschlossene 1-Bohrloch-Prinzip kann jegliche Vermischung des eingeführten Wassers mit ggf. vorliegenden Grundwasserschichten vermieden werden.

Innova Rig

Für die zuvor beschriebenen Aufgaben bietet Ihnen H. Anger's Söhne eine Vielzahl von Lösungsmöglichkeiten an.

Hier soll im Folgenden nun näher auf unsere größte und leistungsstärkste Bohranlage, die Innova Rig, eingegangen werden.

Die Innova Rig wurde in Zusammenarbeit mit der Firma Herrenknecht Vertical und



dem Deutschen GeoForschungszentrum Potsdam (GFZ) entwickelt, um heutigen und zukünftigen Anforderungen im Bohrwesen – sowohl auf wissenschaftlicher als auch auf industrieller Ebene – souverän begegnen zu können.

Ihre wohl auffälligsten Vorteile liegen dabei in der enormen Reduzierung sowohl der benötigten Arbeitskräfte, als auch der Betriebskosten.

Basisdaten:

- Die Hakenlast der Innova Rig beträgt 4100 kN
- Mast und Hebeeinrichtung bestehen aus einem hydraulischen Doppel-Zylinder-System
- Einsatz bis in eine Tiefe von ca. 4000 – 7000 m
- Die Anlage ist soweit automatisiert, dass sicherheitsrelevante sonst manuelle Tätigkeiten durch Hands-Off Technik ersetzt werden.

Schwere körperliche Arbeiten auf der Bohranlage werden somit auf ein Minimum reduziert.

- Integriert sind vier Bohrtechniken: Rotary-Bohrverfahren, Standard-Kernbohrverfahren, Seilkern-Bohrverfahren und Lufthebeverfahren mit Unterdruck.

Durch zwei neue Drehkopfantriebe (für das Rotary- und das Seilkern-Bohrverfahren) kann die max. Bohrleistung erreicht werden.

- Spülungssystem, Pumpen und Tanks sind modular auf diese vier Bohrverfahren einstellbar.



Was die Innova Rig so innovativ macht ist vor allem die Möglichkeit, zwischen den verschiedenen Bohrverfahren, wie Rotary- oder Seilkernverfahren, zu wechseln.



Ihre hohe Automatisierung macht das Design äußerst anpassungsfähig und ermöglicht die Erfüllung sehr hoher Sicherheitsstandards. So arbeitet diese 410 t Anlage seit ihrer Inbetriebnahme im Jahr 2007 unfall- und vorfallsfrei. Hervorzuheben ist der Vorteil, dass

es während des Betriebes der Innova Rig zu einem geringst möglichen Ausstoß von Emissionen kommt. So ist beispielsweise die Größe der für sie notwendigen Baufläche geringer als bei anderen Bohrgeräten.

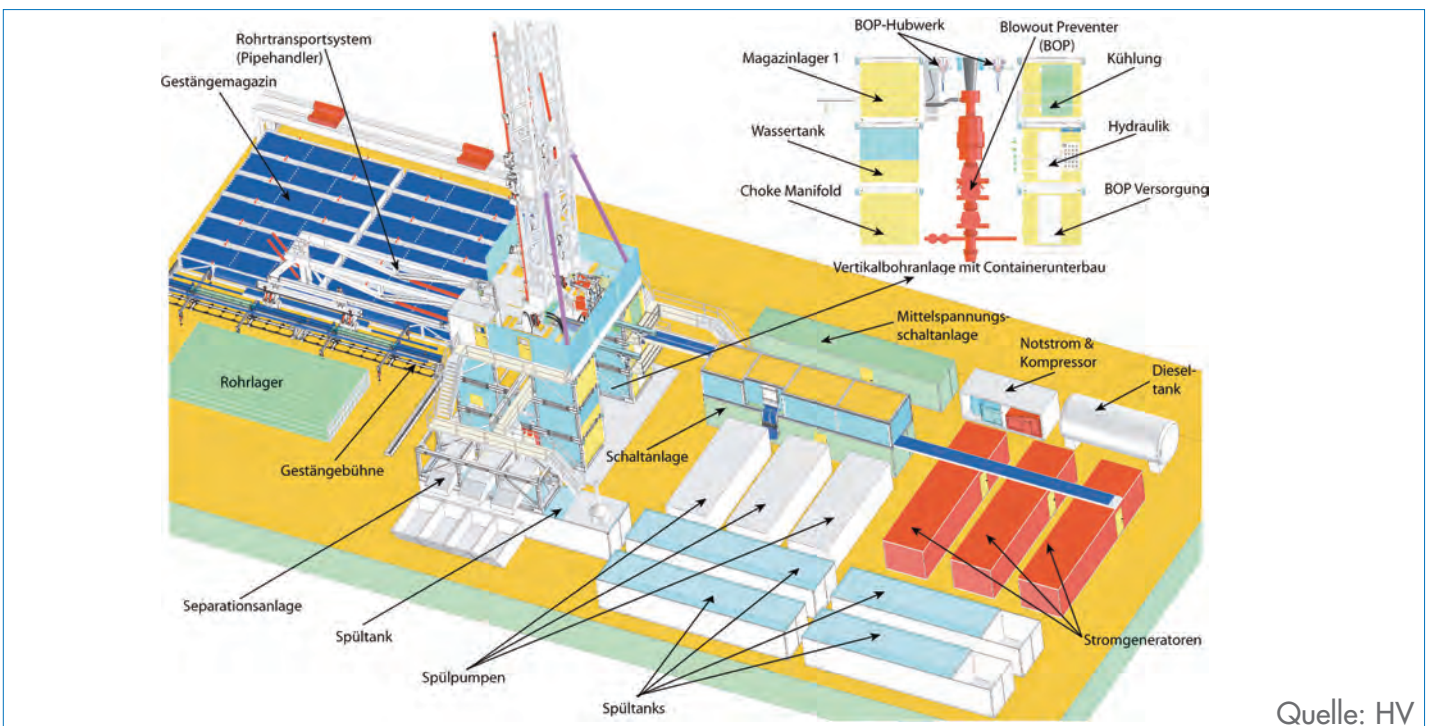
Bereits während der Konstruktionsphase wurden sämtliche Maschinen und Ausrüstungsteile sorgsam hinsichtlich der Geräusentwicklung untersucht und Maßnahmen zur Geräuschminimierung umgesetzt. Das Fehlen der sogenannten „Aushängebühne“ führt zu einer wesentlich geringeren Lärmausbreitung aus größerer Höhe während der Triparbeiten.

Damit ist es möglich, auch in unmittelbarer Nähe einer Wohnbebauung im innerstädtischen Bereich zu bohren. Für das Projekt GeneSys in Hannover konnte eine zuvor mit 15 m konzipierte Lärmschutzwand auf nur 10 m reduziert werden.

Messungen ergaben, dass während der gesamten Bohrzeit die Anlage unter 50 Dezibel arbeitet.

Technische Daten und zusätzliche Details:

- Nenndrehgeschwindigkeit 220 rpm
- Drehmoment 40 – 75 kNm
- Nenndrehgeschwindigkeit Seilkern-KDK 500 rpm
- Seilkern-Drehmoment 12 – 18 kNm
- Aus- bzw. Einbaugeschwindigkeit Ø 500 m/Std.
- Winden-Zylinder-Hub 22 m
- Antriebskraft bis zu 4000 kW
- Gewicht der Bohranlage ca. 3700 kN
- Spülpumpen 3 x 1000 kW
- Seilkern-Spülpumpe 1 x 350 kW
- Spülungsdruck max. 350 bar
- Spülungstanksystem 240 m³
- Stromaggregat 3 x 1540 kVA
- Seilkern-Winde 5000 m, d = 12.7 mm



Quelle: HV

Leistungspumpversuche

Airliftpumpversuche dienen bei Tiefbohrungen einer ersten Analyse und Bewertung der Leistungsfähigkeit des geteufften Aquifers, sowie einer bestmöglichen Reinigung der fertiggestellten Geothermiebohrung. Zudem geben die Ergebnisse essenzielle Hinweise für den späteren Langzeitpumpversuch, in Hinblick auf die Auslegung der Förderpumpe ebenso wie für eine mögliche Investitionsentscheidung.



Die Planung und Durchführung derartiger Leistungspumpversuche erfordert die Beteiligung sowohl spezialisierter und erfahrener Ingenieurbüros als auch gleichsam fachkundiger und qualifizierter Bohrunternehmen.

H. Anger's Söhne hat in der Vergangenheit eine Vielzahl solcher Geothermieprojekte realisiert und das Airliftverfahren zur Testdurchführung erfolgreich eingesetzt. Ferner waren wir stets in der Lage, die dazu notwendigen Systemkomponenten, wie zum Beispiel Stapelbehälter, Kühltürme, Rohrleitungen und Verteilerpumpen mit der digitalen Messtechnik zum bestmöglichen Ergebnis zu verknüpfen.

Prinzip

Das Grundprinzip des heutigen Airlift- oder auch Lufthebeverfahrens geht zurück auf die Erfindung Carl Emmanuel Löschers aus dem Jahre 1797. Es handelt sich dabei um eine Pumpe, mit der durch ein Rohr thermale Flüssigkeiten oder auch Feststoffe gefördert werden können. Dies geschieht mit Hilfe von Pressluft, welche die senkrechte Förderung mit hohem Volumenstrom ermöglicht. Da diese Pumpe eine sehr hohe Verschleißfestigkeit besitzt, wird sie oft auch als „Mammutpumpe“ bezeichnet.

Zusammensetzung und Verfahren

Die Pumpe besteht generell aus vier Hauptbestandteilen, und zwar dem Förderrohr, dem Mischungsstück, dem Fußstück und dem Separator. Der Pumpenantrieb erfolgt durch ein komprimiertes Gas – vornehmlich Luft oder Stickstoff. Dieses Gas wird in ein beidseitig offenes Förderrohr unterhalb des Flüssigkeitsspiegels geblasen, sodass aufgrund der geringeren Dichte gegen über der



äußeren Flüssigkeitssäule das entstehende Flüssigkeits-Gas-Gemisch nach oben steigt.

Der Förderrohrdurchmesser bestimmt maßgeblich die Luftmenge, die in das Rohr eingeblasen werden muss. Wenn zusätzlich Feststoffe gefördert werden sollen, so sollte das Förderrohr bis kurz über die Feststoffe geführt werden. Erst wenn die Wassergeschwindigkeit im Unterrohr die Sinkgeschwindigkeit der Feststoffe überschreitet, werden diese angehoben und bewegen sich aufwärts.



Weiterer Ablauf

Der Separator trennt schließlich Luft und Wasser voneinander. Dies sollte mit einer möglichst geringen Austrittsrate der im Dampf enthaltenen Wassertropfen erfolgen, wenn gleich ein minimaler Austritt von Dampf oder Dampfwassergemischen in die Atmosphäre nicht zu vermeiden ist.

Der hierdurch entstehende Verlust der eigentlich geförderten Wassermenge liegt jedoch bei einem nicht messbaren Prozentsatz.

H. Anger's Söhne verfügt über eine Anlage, die diesen Ansprüchen genügt. Außerdem entwickelten wir zusammen mit Partnerunternehmen die zur Kühlung erforderlichen Aggregate. Das Ergebnis waren Kühltürme die in der Lage sind, das Wasser, welches zuvor in speziellen Behältern auf ca. 85 °C abgekühlt wurde, aufzunehmen und es mit einer Förderrate von 133 m³/Std. je Kühlturm weiter bis auf 35 °C herunter zu kühlen.

Im Anschluss kann das Wasser entweder in einem weiteren Becken gespeichert, oder aber direkt in die Kanalisation eingeleitet werden.

Sicherheit

Sämtliche mit dem Wasser in Berührung kommenden Teile, wie z.B. Dichtungen oder Farbanstriche, müssen im Vorfeld auf ihre Temperaturbeständigkeit geprüft werden. Grundsätzlich sollten derartige Pumpversuche nur mit erfahrener und gut geschultem Personal erfolgen, welches die Schutzmaßnahmen und sicherheitstechnischen



Kühlleistung ca. 21 MW, Temperaturdifferenz 80 °C bis 35 °C

Anforderungen kennt. H. Anger's Söhne kann sich in diesem Zusammenhang auf seine langjährig dem Unternehmen verbundenen, qualifizierten Mitarbeiter stützen, für welche Weiterbildungen auch im sicherheitstechnischen Bereich stets hohe Priorität besitzen.

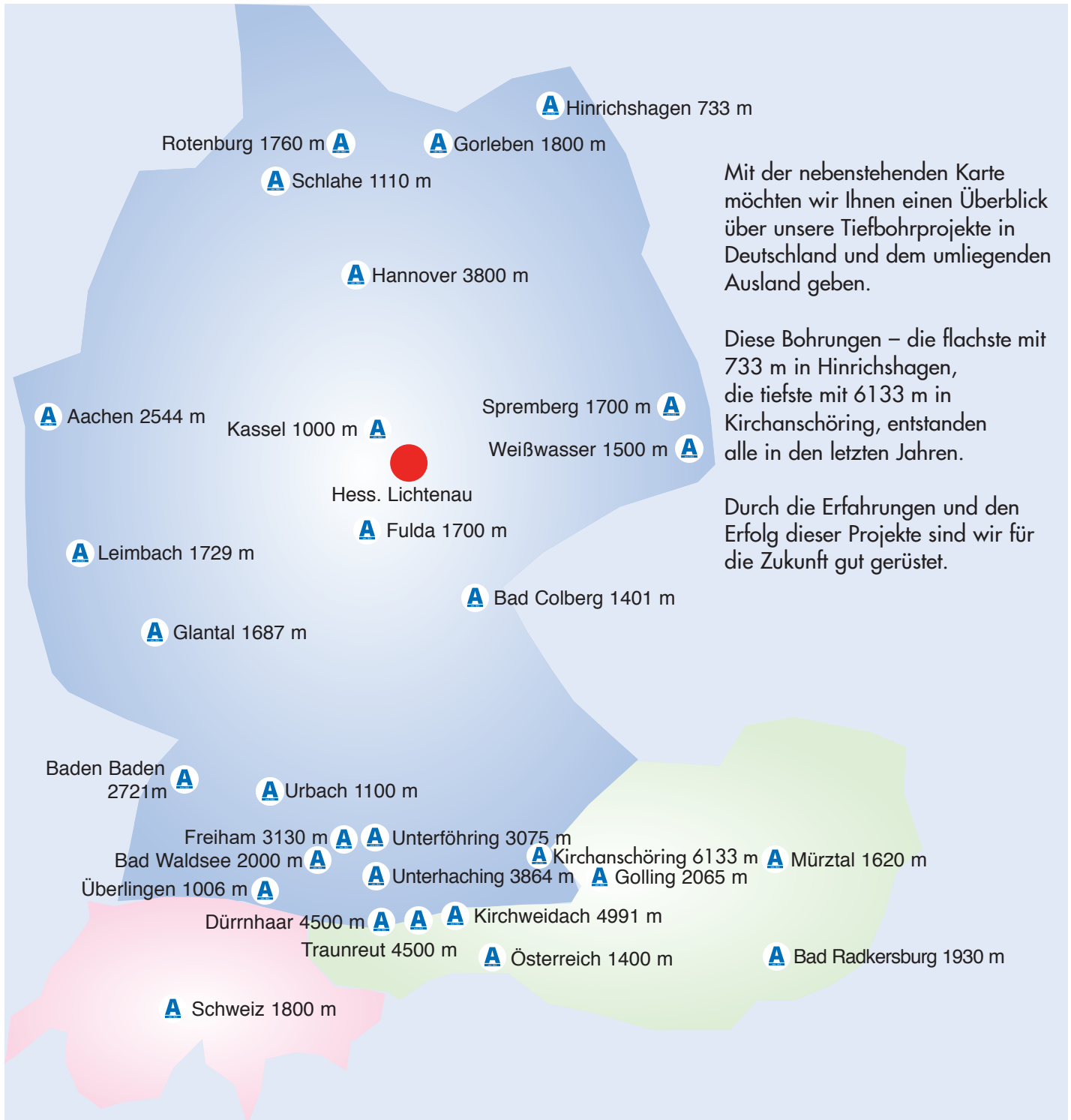
Die erforderlichen Maschinen und Meßtechnik halten wir stets auf dem neuesten Stand, um ein bestmögliches

Ergebnis für jeden einzelnen Auftrag zu erzielen. So ist es uns auf diesem Gebiet auch gelungen, in Vorbereitung auf weitere Testmaßnahmen mit Hilfe des Lufthebeverfahrens eine Geothermiebohrung in ca. 3400 m Tiefe streckenweise frei zu bohren sowie Feststoffe aus dieser Tiefe zu heben und auszubohren.

Damit konnten wir die Wiederherstellung der Fließwege sicherstellen.



Ausgewählte Referenzen - Tiefbohrungen



Mit der nebenstehenden Karte möchten wir Ihnen einen Überblick über unsere Tiefbohrprojekte in Deutschland und dem umliegenden Ausland geben.

Diese Bohrungen – die flachste mit 733 m in Hinrichshagen, die tiefste mit 6133 m in Kirchanschöring, entstanden alle in den letzten Jahren.

Durch die Erfahrungen und den Erfolg dieser Projekte sind wir für die Zukunft gut gerüstet.