

The Innova Rig 418 Deep Drilling Rig – A Successful Model for Producing Geothermal Wells?

The aim of this article is to provide an overview of the main stations of the Innova Rig Terra Invader 418 drilling rig from Herrenknecht Vertical GmbH, Schwanau/Germany, and its positioning on the national and international geothermal market since it was launched. The main features, advantages and ben-

efits of the drilling rig are discussed, such as, e.g., sound protection during operation incorporated into the design, "hands free" technology, the small footprint as an important factor for drilling in urban areas and the positive development of rig-related downtimes.

Die Tiefbohranlage Innova Rig 418 – Ein Erfolgsmodell für die Herstellung geothermischer Bohrungen?

Der Beitrag soll einen Überblick über die wesentlichen Stationen der Bohranlage Innova Rig Terra Invader 418 der Herrenknecht Vertical GmbH, Schwanau, und deren Positionierung auf dem nationalen und internationalen Geothermiemarkt seit ihrer Markteinführung geben. Es wird dabei auf die wesentlichen Merkmale

und Vorteile der Bohranlage, wie z.B. den konstruktiv umgesetzten Schallschutz während des Betriebs, die „hands free“-Technik, auf den geringen Platzbedarf als wichtigen Faktor für innerstädtisches Bohren und auf die positive Entwicklung der anlagenbezogenen Ausfallzeiten eingegangen.

1 Introduction

The Innova Rig Terra Invader 418 drilling rig was developed by Herrenknecht Vertical GmbH, Schwanau/Germany, in cooperation with the German Research Centre for Geosciences in Potsdam and drilling and well construction company H. Anger's Söhne Bohr- und Brunnenbauges. mbH, Hessisch Lichtenau, as an innovative, new and modern rig concept especially for the production of deep geothermal wells and for drilling in the oil and gas industry. It was first used in December 2007 by the operator H. Anger's Söhne Bohr- und Brunnenbau.

In order to be able to carry out drilling operations close to or even in urban areas, in the design phase already particular emphasis was placed on minimizing the noise emissions of the individual technical components and a compact design for a minimal drill site footprint. For this, the rig has a sophisticated sound protection concept with the quietest hydraulic components and noise encapsulation, making it the quietest drilling rig on the market. This allows 24/7 operation even in the vicinity of or directly in residential areas.

The drilling rig is equipped with a hydraulic cylinder hoisting system for all drilling operations and for the quick installation and removal of drill string parts. It has a box-on-box substructure and a three-part mast that can be folded in width and complies with European standard transport dimensions (Figure 1).

The cylinder hoisting system works extremely precisely and sensitively and gives the hoist operator direct feedback on current

1 Einführung

Die Bohranlage Innova Rig Terra Invader 418 wurde als innovatives, neues und modernes Anlagenkonzept von der Herrenknecht Vertical GmbH, Schwanau, in Zusammenarbeit mit dem Geoforschungsinstitut Potsdam und der Anger's Söhne Bohr- und Brunnenbauges. mbH, Hessisch Lichtenau, speziell für die Herstellung geothermischer Tiefenbohrungen sowie für Bohrungen in der Öl- und Gasindustrie entwickelt. Sie wurde im Dezember 2007 durch den Betreiber H. Anger's Söhne Bohr- und Brunnenbau erstmalig in Einsatz gebracht.

Um Bohrungen in Stadtnähe oder sogar in der Stadt ausführen zu können, wurde bereits bei der Konstruktion besonderer Wert auf die Minimierung der Lärmemissionen der einzelnen technischen Komponenten und eine kompakte Bauweise für eine minimale Bohrplatzfläche gelegt. Dafür verfügt die Anlage über ein ausgeklügeltes Schallschutzkonzept mit leisesten Hydraulikkomponenten und Geräuschkapselungen und ist damit die leiseste Bohranlage auf dem Markt. Dieses ermöglicht einen 24/7-Betrieb auch in der Nähe von oder direkt in Wohngebieten.

Die Bohranlage ist mit einem hydraulisch arbeitenden Zylinderhebesystem für alle Bohroperationen und für den schnellen Ein- und Ausbau von Bohrstrangteilen ausgestattet. Sie verfügt über eine Box-on-Box-Unterkonstruktion und einen dreiteiligen Mast, der in der Breite faltbar ist und die europäischen Standardtransportabmessungen erfüllt (Bild 1).

borehole conditions. The hoisting system thus creates optimal control of the required weight on bit during the drilling process. The adaptation of different drilling methods to the most diverse geological conditions was optimally implemented technically.

Based on a comprehensive safety concept, the drilling rig has an integrated horizontal-vertical pipe handler, which can handle a wide range of drill rods including casing dimensions up to 4.5 t. Together with other automated equipment such as, e.g., iron roughneck, hydraulic elevator, power slip and slip lifter, there are no problems with casing handling operations. The entire pipe handling process is controlled from the driller's cabin via a PLC control system with an integrated anti-collision system.

An automated horizontal pipe racking system, consisting of pipe boxes, a gantry crane and a horizontal make up/break out unit can be combined with the horizontal-vertical pipe handler.

The drilling rig is equipped with a hydraulic skid system with which several wells can be drilled from one setup location, saving time. The system consists of sliding plates under the sub-containers and hydraulic cylinders that can move the drilling rig forward and backward. For these movements there is an integrated extension system for cables and hoses. Moving the rig's other components is therefore not necessary.

Hydraulic drilling rig technology has always been associated with automation applications. Innovation and state-of-the-art technology, especially with regard to safety, automation and process control, continue to be key factors for competitiveness in challenging projects. The Herrenknecht Vertical technology focused on these factors.

2 Brief description of the Innova Rig 418 drilling rig

Table 1 gives an overview of the technical data for the Innova Rig 418 drilling rig.

The main components of the rig design are described below.

2.1 Drill mast and thrust system

The drill mast is designed for a rated hook load of 4,100 kN and, the hoisting system operated by hydraulic cylinder, enables drilling to a depth of more than 6,000 m in industry standard drilling and casing diameters. Thanks to the interaction of the newly developed components pipe handler, cylinder hoisting system and drill string rotary drive (top drive), the suspended platform and the derrickman can be dispensed with, a significant advantage in terms of work safety. For a project in Helsinki, the thrust system was modified for drilling with the hammer drilling system: the system is able to keep very low pressures stable during the drilling process.

2.2 Pipe bridge, make up/break out unit and pipe handling

Rod handling, i.e. the connection of the drill rods in a horizontal position in front of the pipe magazine, transport to the drilling platform by means of a pipe handler and transfer to the top drive are carried out as partially automated processes and allow safe pipe transport with low risk potential through "hands free" technology, exemplary ergonomics and minimization of personnel. The technical design of the systems enables handling including screwing together in the diameter range from 2" to 24 1/2" for drill rods (single and double

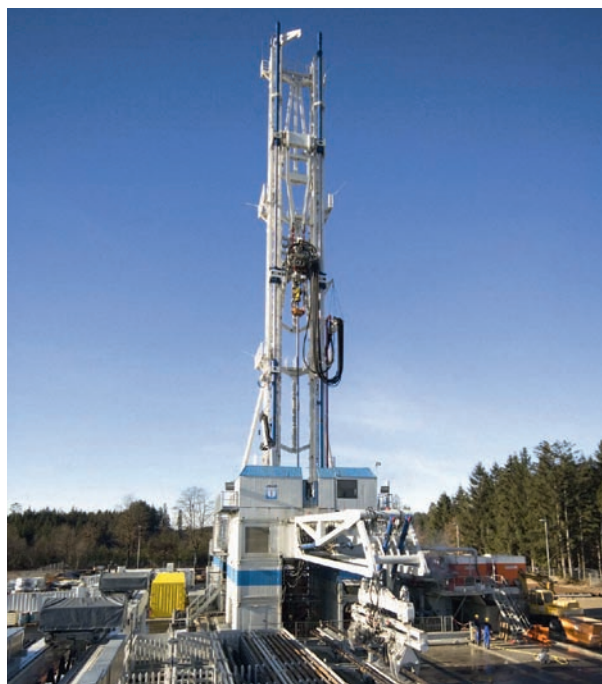


Fig. 1. Innova Rig 418 box-on-box drilling rig: Container drilling rig for urban drilling. // Bild 1. Box-on-Box-Bohranlage Innova Rig 418: Containerbohranlage für städtische Bohrungen. Photo/Foto: Herrenknecht/Erwin Fleischmann

Das Zylinderhebesystem arbeitet äußerst präzise und feinfühlig und gibt dem Hebewerksbediener eine direkte Rückmeldung über die aktuellen Bohrlochbedingungen. Das Hebesystem schafft damit die optimale Kontrolle der erforderlichen Gewichtskraft auf den Bohrmeißel während des Bohrprozesses. Die Anpassung unterschiedlicher Bohrmethoden an die verschiedensten geologischen Verhältnisse wurde technisch optimal umgesetzt.

Basierend auf einem umfassenden Sicherheitskonzept verfügt die Bohranlage über einen integrierten horizontal-vertikalen Pipehandler, der eine breite Palette von Bohrgestänge – einschließlich Casingdimensionen bis zu 4,5 t handhaben kann. Zusammen mit weiteren automatisierten Ausrüstungen, wie z. B. dem Iron-Roughneck, dem hydraulischen Elevator, dem Power Slip sowie dem Slip Lifter kann das Casinghandling problemlos realisiert werden. Der gesamte Rohrhandhabungsprozess wird vom Fahrstand aus über ein SPS-Steuerungssystem mit integriertem Antikollisionssystem gesteuert.

Ein automatisiertes horizontales Rohrregalsystem, bestehend aus Rohrboxen, einem Portalkran und einer horizontalen Verschraubeneinheit kann mit dem horizontal-vertikalen Pipehandler kombiniert werden.

Das Bohrgerät ist mit einem hydraulischen Skidsystem ausgestattet, mit dem mehrere Bohrlöcher von einem Aufstellungsort aus zeitsparend gebohrt werden können. Das System besteht aus Gleitplatten unter den Untercontainern und Hydraulikzylindern, welche die Bohranlage vorwärts und rückwärts bewegen können. Für diese Bewegungen existiert ein integriertes Verlängerungssystem für Kabel und Schläuche. Eine Verschiebung der übrigen Komponenten der Bohranlage ist damit nicht erforderlich.

Die hydraulische Bohranlagentechnologie war schon immer mit Automatisierungsanwendungen verbunden. Innovation und

Manufacturer/type Hersteller/ Typ	Herrenknecht Terra Invader 418
Hook load (rated load) Hakenlast (Regellast)	3.500 kN
Hook load (maximum load) Hakenlast (Ausnahmelast)	4.100 kN
Pipe sizes (pipe handling) Rohrgrößen (Pipehandling)	2 7/8 – 24 1/2"
Top drive Topdrive	63.000 Nm max., 48.000 Nm permanent
Travel distance Verfahrweg	22 m
Tower height Turmhöhe	52 m
Tripping speed Trippgeschwindigkeit	Bis zu 600 m/h
Substructure clearance (lower edge rotary table support) Freie Unterbauhöhe (UK Drehtischträger)	8,10 m
Drill site size (core site) Bohrplatzgröße (Kernplatz)	Approx. / ca. 3.000 m ²
Mud pressure Spülungsdruck	5.000 psi (350 bar)
Mud capacity Spülungskapazität	250 m ³
Energy supply Energieversorgung	Electric/diesel/parallel operation Elektrisch/ Diesel/ Parallelbetrieb

Table 1. Technical data of the Innova Rig 418 drilling rig.
Tabelle 1. Technische Daten der Bohranlage Innova Rig 418.
Source/Quelle: Herrenknecht

rods), drill collars, core tubes and casing. The boxes of the rod magazine are storage and transport units at the same time.

2.3 Mud pumps, mud circulation system and tank system

All components of the mud system are designed in such a way that they can be adjusted to the mud volumes according to the drilling method used.

The circulating mud volume flow generated by the mud pumps can vary by up to max. 5,000 l/min (mud pumps). The capacity of the mud channel system and the tank and mud cleaning components are adapted to the drilling process.

The basic components of the tank system are designed for a total tank volume of 250 m³. The water-cooled mud pumps (three pumps in parallel operation with 1,000 kW each) can be used up to a working pressure of 350 bar. They are designed to be safe for all drilling operations with regard to the pumpable mud volumes and pressures. With regard to pistons and liners, the mud pumps work with very little wear and are established on the market as robust and compact units.

2.4 Safety concept

The entire cycle of removing/installing drill rods and the actual drilling process are based on so-called "hands-free" technology. In otherwise dangerous work areas, the use of personnel can be largely dispensed with. It is possible to work with manual tongs to make up the drill rod and other parts of the drill string, but the available automatic iron roughneck means this can be dispensed with. There is also no need for an otherwise usual suspended plat-

modernste Technologie, insbesondere in Bezug auf Sicherheit, Automatisierung und Prozesssteuerung, sind immer noch Schlüsselfaktoren für die Wettbewerbsfähigkeit bei herausfordernden Projekten. Die Technologie von Herrenknecht Vertical konzentrierte sich auf diese Faktoren.

2 Kurzbeschreibung der Bohranlage Innova Rig 418

Die Tabelle 1 gibt einen Überblick über die technischen Daten der Bohranlage Innova Rig 418.

Die Anlagenkonzeption weist die nachfolgend beschriebenen wesentlichen Komponenten auf.

2.1 Bohrmast und Vorschubsystem

Der Bohrmast ist ausgelegt für eine Hakenregellast von 4.100 kN und ermöglicht mit dem durch ein hydraulisches Zylinderhebwerk betriebenen Vorschubsystem Bohrungen bis über 6.000 m Teufe in industrieüblichen Standardbohr- und Verrohrungsdurchmessern. Aufgrund des Zusammenwirkens der neu entwickelten Komponenten Pipehandler, Zylinderhebwerk und Bohrstrangdrehantrieb (Topdrive) kann auf die Aushängebühne und den „Turmsteiger“ verzichtet werden, was einen wesentlichen Vorteil im Hinblick auf die Arbeitssicherheit darstellt. Für ein Projekt in Helsinki wurde das Vorschubsystem für das Bohren mit dem Hammerbohrsystem modifiziert. Das System ist in der Lage, sehr geringe Andrückkräfte während des Bohrprozesses stabil zu halten.

2.2 Gestängebrücke, Verschraubeinrichtungen und Pipehandling

Das Gestängehandling, d.h. die Verschraubung der Bohrstangen in horizontaler Position vor dem Gestängemagazin, der Transport auf die Bohrplattform mittels Pipehandler und die Übergabe an den Topdrive werden als teilautomatisierte Vorgänge ausgeführt, erlauben einen sicheren Rohrtransport mit geringem Gefährdungspotential durch „hands free“-Technologie, beispielhafter Ergonomie und Personalminimierung. Die technische Auslegung der Systeme ermöglicht das Handling inklusive Verschrauben im Durchmesserbereich von 2" bis 24 1/2" für Bohrgestänge (Einzel- und Doppelstangen), Schwerstangen, Kernrohre und Verrohrungen. Die Boxen des Gestängemagazins sind gleichzeitig Lagerungs- und Transporteinheiten.

2.3 Spülpumpen, Spülungsumlaufsystem und Tankanlage

Alle Komponenten des Spülungssystems sind so konzipiert, dass sie auf die Spülmengen entsprechend des angewandten Bohrvorgangs eingestellt werden können.

Der zirkulierende Spülungsvolumenstrom, erzeugt durch die Spülpumpen, kann dabei bis zu max. 5.000 l/min (Spülpumpen) variieren. Die Kapazität des Spülrinnensystems sowie der Tank- und Spülrückspülkomponenten werden dem Bohrprozess entsprechend angepasst.

Die Basiskomponenten der Tankanlage sind für ein Gesamttankvolumen von 250 m³ ausgelegt. Die wassergekühlten Spülpumpen (drei Pumpen im Parallelbetrieb mit je 1.000 kW) können bis zu einem Arbeitsdruck von 350 bar eingesetzt werden. Sie sind bezüglich der pumpbaren Spülmengen und Drücke für alle Bohroperationen sicher ausgelegt. Die Spülpumpen arbeiten bezo-

form at a great height. This eliminates the need for the derrickman. All safety-related requirements from applicable standards and laws are complied with and fully implemented in the rig concept.

2.5 Borehole measurements and geoscientific sampling

Borehole measurements and their rapid implementation are an essential tool and an integral part of modern drilling methods.

Fixtures specially integrated into the rig for the installation of the measuring cable guides, probe handling, the positioning of the measuring winch and a magazine for borehole measuring probes enable borehole measurements to be carried out "on demand" with little lead time.

To carry out the mud flow gas analysis, the mud outlet system is modified in such a way that the complete measuring device can be flange-mounted on the outlet pipe as a separate, transportable unit or deactivated, depending on the operational process.

Fixtures are installed on the suction side of the pumps for adding special tracers or for performing special measurements with "reference gas" or tracers.

Sampling (cuttings, drilling mud) is done using special fixtures (collecting containers) in the area of the mud cleaning systems.

2.6 Data acquisition and data management

Data acquisition and data management include rig-specific operating data, data from drilling operations and data in accordance with geoscientific requirements and goals.

The data is recorded via a central data system (fieldbus), combined and saved in the system computer. A modern downstream data management system is available for further use and processing or for linking to peripheral computers or databases.

This overall concept is designed to contribute to the greatest possible avoidance of manual data acquisition and data management and enable problem-free integration of international continental drilling programs with the ICDP proven Drilling Information System DIS.

2.7 Safety devices

When the rig design was implemented, the applicable mining and safety-related laws and regulations, e.g., Federal Mining Act (BBergG), Deep Drilling Ordinance (BVOT) and the recognized national and international standards, e.g., DIN, ISO, API, ATEX, CE, were taken into account.

In cooperation with the competent supervisory authorities and testing institutions – mining authority, drill master school, TÜV – the new developments and modifications to the safety devices (preventer control, choke manifold) required by the new design of the rig substructure were developed further and compactly integrated into the substructure of the drilling rig.

2.8 Energy supply and environmental requirements

The rig can be supplied with energy either from an external or internal supply or a combination of both. The energy supply is provided via the medium-voltage switchgear (10/20 kV, 3,500 kVA), the generators (3 x 1,540 kVA) and, if necessary, with the help of an emergency power generator (230 kVA, 220/400 V).

Environmental requirements regarding compliance with exhaust gas standards, avoidance of contamination and noise reduc-

gen auf Kolben und Liner sehr verschleißarm und sind als robuste und kompakte Einheiten am Markt etabliert.

2.4 Sicherheitskonzept

Der Gesamtzyklus des Aus-/Einbaus von Bohrgestänge sowie der eigentliche Bohrprozess sind auf die sogenannte „hands-free“-Technologie ausgelegt. In sonst gefährlichen Arbeitsbereichen kann auf einen Einsatz von Personal weitgehend verzichtet werden. Das Arbeiten mit Maschinenzangen zum Verschrauben des Bohrgestänges und sonstiger Teile der Bohrgarnitur ist zwar möglich, es kann durch die vorhandene automatische Verschraubeinheit jedoch darauf verzichtet werden. Auf eine sonst übliche Aushängebühne in größerer Höhe kann ebenso verzichtet werden. Damit entfällt der Arbeitsplatz des Turmsteigers. Sämtliche sicherheitstechnische Vorgaben aus gültigen Normen und Gesetzen werden eingehalten bzw. sind im Anlagenkonzept vollständig umgesetzt.

2.5 Bohrlochmessungen und geowissenschaftliche Probenahme

Bohrlochmessungen und deren schnelle Realisierung sind ein wesentliches Instrument und integrierter Bestandteil moderner Bohrverfahren.

In die Anlage speziell integrierte Vorrichtungen für die Installation der Messkabelführungen, dem Sondenhandling, der Positionierung der Messwinde sowie ein Magazin für Bohrlochmesssonden ermöglichen die Durchführung von Bohrlochmessungen „auf Abruf“ mit geringer Vorlaufzeit.

Für die Durchführung der Spülstrom-Gasanalytik wird das Spülungsauslaufsystem so modifiziert, dass die komplette Messeinrichtung als separate, transportable Einheit je nach operativem Ablauf am Auslaufrohr angeflanscht bzw. deaktiviert werden kann.

Für die Zugabe spezieller Markierungsstoffe (Tracer) oder für die Durchführung spezieller Messungen mit „Referenzgas“ oder Tracern sind Vorrichtungen an der Ansaugseite der Pumpen installiert.

Die Probenahme (Bohrklein, Bohrspülung) erfolgt an speziellen Vorrichtungen (Auffangbehälter) im Bereich der Spülungsreinigungsanlagen.

2.6 Datengewinnung und Datenmanagement

Die Datenerfassung und das Datenmanagement umfassen anlagenspezifische Betriebsdaten, Daten des bohrtechnischen Betriebs und Daten entsprechend der geowissenschaftlichen Anforderungen und Ziele.

Die Daten werden über ein zentrales Datensystem (Feldbus) erfasst, zusammengeführt und im Anlagenrechner gespeichert. Für die weitere Verwendung und Bearbeitung bzw. die Verknüpfung mit peripheren Rechnern oder Datenbanken steht ein nachgeschaltetes modernes Datenmanagementsystem zur Verfügung.

Dieses Gesamtkonzept soll zu einer weitestgehenden Vermeidung der manuellen Datenerfassung und Datenverwaltung beitragen und eine problemlose Einbindung internationaler kontinentaler Bohrprogramme mit dem ICDP bewährten Drilling Information System DIS ermöglichen.

2.7 Sicherheitseinrichtungen

Bei der Umsetzung der Anlagenkonzeption wurden die gültigen berg- und sicherheitsrelevanten Gesetze und Vorschriften, z.B.

tion have the highest priority when drilling rigs are deployed. The aim for the near future is the realization of completely waste-free drilling operations. The prerequisites for achieving this goal were taken into account both in the rig design (container with collecting trays) and in the choice of operating materials (biodegradable oils).

Noise protection measures are discussed below.

3 Drilling projects with the Innova Rig 418 drilling rig

Since the rig was launched on the market in 2008, the following drilling projects have been realized within the framework of geothermal objectives:

- Dürnhaar: a doublet in Bavaria;
- Hanover: "GeneSys" project, a geothermal well in Northern Germany;
- Traunreut: a doublet in Bavaria;
- Freiham: a doublet in Bavaria;
- Helsinki: a doublet in Finland;
- Cornwall: a geothermal well in England;
- Malmö: a geothermal well in Sweden.

With the drilling rig, the deepest geothermal well in the world to date with a depth of 6,400 m was sunk in Helsinki in 2019 (Figure 2). For the drilling of the borehole, special technical adjustments were made for drilling in very hard but also broken granite rock. This enabled new drilling methods to be tested intensively with a view to the future.

A geothermal project is currently being carried out with the drilling rig in Kirchanschöring in Bavaria with four planned wells.

Depending on the client's wishes, Anger's Söhne can implement various contract models for the projects. They range from daily installment contracts to complete transfer for use contracts with insurance quotes, depending on the local conditions.

4 Market launch and measures for the positive development of "non-productive time"

The wells drilled with the Innova Rig TI 418 represented a solid market launch. At the beginning of the launch it was not easy to convince the "experienced drilling veterans", mostly from the oil and gas industry, of the entirely new concept.



Fig. 2. Geothermal project in Helsinki.

Bild 2. Geothermieprojekt in Helsinki. Photo/Foto: Anger

Bundesberggesetz (BBergG), Tiefbohrverordnung (BVOT) sowie die anerkannten nationalen und internationalen Normen, z.B. DIN, ISO, API, ATEX, CE, berücksichtigt.

Die durch die neue Konzeption des Anlagenunterbaus bedingten Neuentwicklungen bzw. Modifikationen an den Sicherheitseinrichtungen (Preventersteuerung, Düsenmanifold) wurden in Zusammenarbeit mit den zuständigen Aufsichtsbehörden und Prüfinstitutionen – Bergamt, Bohrmeisterschule, TÜV – weiterentwickelt und in den Unterbau der Bohranlage kompakt integriert.

2.8 Energieversorgung und Umweltauflagen

Die Versorgung der Anlage mit Energie kann sowohl über Fremd- bzw. Eigenversorgung als auch durch eine Kombination aus beidem erfolgen. Über die Mittelspannungsschaltanlage (10/20 kV, 3,500 kVA), die Generatoren (3 x 1.540 kVA) und im Bedarfsfall mit Hilfe eines Notstromaggregats (230 kVA, 220/400 V) wird die Energieversorgung gewährleistet.

Für den Bohranlageneinsatz haben die Umweltauflagen betreffend die Einhaltung der Abgasnormen, die Vermeidung von Kontaminationen und die Lärmreduzierung höchste Priorität. Zielstellung für die nahe Zukunft ist die Realisierung eines komplett abfallfreien Bohrbetriebs (waste free drilling). Die Voraussetzungen zum Erreichen dieses Ziels wurden sowohl bei der Anlagenkonzeption (Container mit Auffangwannen) als auch der Auswahl der Betriebsstoffe (biologisch abbaubare Öle) berücksichtigt.

Auf Lärmschutzmaßnahmen wird nachfolgend noch eingegangen.

3 Bohrtechnische Projekte mit der Bohranlage Innova Rig 418

Seit der Markteinführung der Anlage im Jahr 2008 wurden folgende Bohrprojekte im Rahmen geothermischer Zielstellungen realisiert:

- Dürnhaar: eine Dublette in Bayern,
- Hannover: „GeneSys“-Projekt, eine Geothermiebohrung in Norddeutschland,
- Traunreut: eine Doublette in Bayern,
- Freiham: eine Dublette in Bayern,
- Helsinki: eine Dublette in Finnland,
- Cornwall: eine Geothermiebohrung in England,
- Malmö: eine Geothermiebohrung in Schweden.

Mit der Bohranlage wurde die bislang tiefste Geothermiebohrung der Welt mit einer Teufe von 6.400 m im Jahr 2019 in Helsinki abgeteuft (Bild 2). Für das Niederbringen der Bohrung wurden besondere technischen Anpassungen für das Bohren in sehr harten aber auch gebräuchlichen Granitgesteinen umgesetzt. Es konnten damit neue Bohrverfahren intensiv und zukunftsorientiert getestet werden.

Aktuell wird mit der Bohranlage ein geothermisches Projekt in Kirchanschöring in Bayern mit geplanten vier Bohrungen ausgeführt.

Je nach Wunsch des Auftraggebers können durch H. Anger's Söhne verschiedene Vertragsmodelle für die Projekte umgesetzt werden. Sie reichen vom Tagesratenvertrag bis zu kompletten GÜ-Verträgen mit Versicherungsangeboten, je nach den vorhandenen Standortbedingungen.

The Innova Rig 418 was put into operation in December 2007 at the location in Dürnhaar. In retrospect, as is so often the case, “every beginning is difficult”, and so it was here too.

The beginning of the drilling work in Dürnhaar was also the “baptism of fire” for the drilling crew from Anger’s Söhne in dealing with the latest new technology “without block and tackle” and without energy-generating diesel engines. At the time, all those involved in the design and construction of the rig as well as the drilling crew were aware that a number of fine adjustments and additions would need to be carried out before trouble-free operation was achieved.

To implement the measures, because of the sophisticated hydraulic and electrical equipment the maintenance team was reorganized and requalified. While conventionally operated cable drilling rigs were mostly operated by one rig mechanic who worked during the day shift, there were now two skilled operatives. A specialist electrician for power engineering and an experienced rig mechanic were deployed as the maintenance and repair team. Both the electrician and the rig mechanic had to learn as quickly as possible to work with the hydraulically driven components of the rig and to understand their complex modes of operation and their interaction with each other. To meet this need, Anger’s Söhne had Herrenknecht Vertical and all of their specialists at their disposal at any time in the office and on site. Beforehand, as support for operator Anger’s Söhne’s maintenance team, it was correctly decided to deploy personnel from Herrenknecht on site who had already been involved in the rig’s construction and were specially trained for the rig type. Working constructively together, all malfunctions in the operation of the rig and other technical problems were resolved as quickly as possible.

The first so-called technical teething troubles soon became apparent during operation and prevented the quick and trouble-free execution of certain drilling operations. Thus, e.g., some technical components were not yet optimally adapted to the needs of the drilling processes and the realization of optimal tripping work. In the first three months of operation, unavailability of the drilling rig (non-productive time) was still 11%. After intensive efforts by everyone, unavailability was regularly reduced to less than 2%. Adjustments and optimizations, in particular of the pipe handling system for the quick installation and removal of drill string parts, were worked out as quickly as possible and immediately put into effect.

Before the geothermal project in Traunreut, the rig was in such good technical condition that the non-productive time fell below 2% for maintenance and repair work.

To protect personnel on the rig as well as the environment, the Innova Rig 418 has been equipped with comprehensive noise protection measures. With the help of a preliminary simulation, potential sources of noise were identified before the rig was built. The main focus of the investigations was on the mud pumps (housings), generators (container linings and optimized exhaust silencers) and the hydraulic cylinders of the hoisting system (special pulsation damping).

Thanks to the integrated noise protection measures, during rig operations a sound pressure level was to be expected that also allows drilling work to be carried out in built-up areas or in the immediate vicinity of residential areas. The hydraulic systems were

4 Markteinführung und Maßnahmen zur positiven Entwicklung der „non productive time“

Die mit der Innova Rig TI 418 abgeteuften Bohrungen standen ganz im Sinn einer soliden Markteinführung. Es war zu Beginn der Markteinführung nicht einfach, die „erfahrenen Bohrhasen“, zumeist aus der Erdöl- und Erdgasindustrie kommend, von dem völlig neuen Konzept zu überzeugen.

Die Innova Rig 418 wurde im Dezember 2007 auf der Lokation in Dürnhaar in Betrieb genommen. Es galt zurückblickend, wie so oft, „aller Anfang ist schwer“, und so war es auch hier.

Der Beginn der Bohrarbeiten in Dürnhaar war zugleich die „Feuertaufe“ für die Bohrmannschaft der H. Anger’s Söhne im Umgang mit modernster neuer Technik „ohne Seil und Kloben“ und ohne energieverzeugende Dieselmotoren. Es war zur damaligen Zeit allen an der Konstruktion und am Bau der Anlage beteiligten sowie dem Bohrteam bewusst, dass bis zu einem problemlosen Betrieb einige Maßnahmen an Feinjustierungen und Ergänzungen ausgeführt werden müssen.

Zur Umsetzung der Maßnahmen wurde das Wartungsteam aufgrund der vorhandenen anspruchsvollen hydraulischen und elektrischen Ausstattung neu ausgerichtet und qualifiziert. Während herkömmlich betriebene Seilanlagen mit zumeist einem in der Tagschicht agierenden Anlagenschlosser betrieben wurden, waren es jetzt zwei Fachkräfte. Ein Fachelektriker für Starkstromtechnik und ein erfahrener Anlagenschlosser wurden als Wartungs- und Reparaturteam eingesetzt. Sowohl der Elektriker als auch der Anlagenschlosser mussten schnellstens lernen, mit den hydraulisch angetriebenen Komponenten der Anlage umzugehen, deren komplexe Wirkungsweisen und ihr Zusammenspiel zu verstehen. Für dieses Erfordernis stand Anger’s Söhne die Herrenknecht Vertical mit all Ihren Spezialisten jederzeit im Office und vor Ort zur Verfügung. Es wurde zuvor richtig entschieden, zur Unterstützung des Wartungsteams des Betreibers Anger’s Söhne, von Herrenknecht bereits am Bau beteiligtes, speziell auf den Anlagentyp geschultes Personal auf der Lokation unterstützend einzusetzen. In konstruktiver gemeinsamer Arbeit wurden sämtliche auftretende Störungen des Anlagenbetriebs und sonstige technische Probleme schnellstmöglich gelöst.

Im Betrieb wurden schnell die ersten, sogenannten technischen Kinderkrankheiten sichtbar und behinderten die schnelle und problemlose Ausführung bestimmter bohrtechnischer Operationen. So waren z.B. einige technische Komponenten noch nicht optimal auf die Belange der Bohrprozesse und die Verwirklichung optimaler Triparbeiten eingestellt. In den ersten drei Monaten des Betriebs war noch eine Nichtverfügbarkeit (non productive time) der Bohranlage in Höhe von 11% zu verzeichnen. Nach intensiven Bemühungen aller konnte die Nichtverfügbarkeit regelmäßig auf unter 2% gesenkt werden. Anpassungen und Optimierungen, insbesondere des Pipehandlingsystems für das schnelle Ein- und Ausbauen von Bohrstrangteilen, wurden schnellstmöglich erarbeitet und sofort umgesetzt.

Vor dem Geothermieprojekt in Traunreut war die Anlage in einem derart guten technischen Zustand, dass die non productive time in einem Bereich unter 2% für Wartungen und Reparaturarbeiten fiel.

Zum Schutz des Personals auf der Anlage und zum Schutz der Umwelt wurde das Innova Rig 418 mit umfassenden Schallschutz-



Fig. 3. Drilling rig for the GeneSys research project in Hanover.
Bild 3. Bohranlage für das Forschungsprojekt GeneSys in Hannover.
Photo/Foto: Anger

designed in such a way that the noise emissions that occur with other mechanically operated components are reduced.

The top drive is usually one of the main sources of noise on a drilling rig, and because of its height it causes widely dispersed noise. Thanks to its hydraulic drive, the top drive installed here is extremely quiet. Another typically loud element is the vertical pipe bearing in the mast, which is not a feature of the hydraulically driven rig presented here. In addition, the transfer of the drill string elements from the pipe handler to the top drive or elevator takes place in a controlled manner and is almost frictionless and noiseless. These rigs are therefore among the quietest on the market, making them suitable for use in nature reserves or near urban settlements.

As a further development related to noise emissions, the steel-steel contact surfaces were minimized and wherever possible, noise-reducing materials were used. Primary noise protection is achieved through the design, secondary noise protection can always be adapted to the respective drilling location.

Figure 3 shows the Innova Rig 418 drilling rig during the drilling work for the GeneSys research project in Hanover. The particular challenge was protecting the inhabitants of the adjacent residential estate. The noise concept of the hydraulic top drive system described above came into play here, even though an additional noise protection wall was installed. During the entire drilling period, not a single complaint was received from a citizen annoyed by the noise.

5 Summary

Without a doubt, the introduction of the Innova Rig Terra Invader 418 drilling rig with its low noise emissions to the drilling market for the production of geothermal wells close to urban areas has been a success. It is currently one of the most modern drilling rigs working on the European mainland. Of particular note are the "hands-free" technology, the low propagation of noise, the sensitive control of all drilling operations with the hydraulic hoisting system and the rig's high standard of safety.

The drilling rig has become an active and forward-looking component of the national and international geothermal market both in the production of wells and in test work.

maßnahmen ausgestattet. Mithilfe einer Vorabsimulation wurden bereits vor dem Bau der Anlage potentielle Schallquellen identifiziert. Schwerpunkte der Untersuchungen waren vor allem die Spülpumpen (Einhausungen), Generatoren (Containerauskleidungen und optimierte Abgasschalldämpfer) und die Hydraulikzylinder des Vorschubsystems (spezielle Pulsationsdämpfung).

Aufgrund der integrierten Schallschutzmaßnahmen war beim Betrieb der Anlage ein Schalldruckpegel zu erwarten, der auch die Durchführung von bohrtechnischen Arbeiten in bebauten Gebieten bzw. in unmittelbarer Nähe von Wohngebieten erlaubt. Die Hydraulikanlagen wurden so konzipiert, dass die Geräuschemissionen, die bei sonstigen mechanisch betriebenen Komponenten vorhanden sind, reduziert werden.

Der obere Antrieb des Topdrives ist in der Regel eine der Hauptgeräuschquellen auf einer Bohranlage, und er verursacht aufgrund seiner Höhe ein sich weit ausbreitendes Geräusch. Infolge seines hydraulischen Antriebs ist der hier installierte Topdrive-Antrieb jedoch äußerst leise. Ein weiteres typisch lautes Element ist das vertikale Rohrlager im Mast, das auf der hier vorgestellten hydraulisch angetriebenen Anlage entfällt. Darüber hinaus erfolgt die Übergabe der Bohrstrangelemente vom Pipehandler an den Topdrive oder Elevator auf kontrollierte Weise und ist nahezu reibungs- und geräuschlos. Diese Bohranlagen gehören daher zu den leisesten auf dem Markt, was sie für den Einsatz in Naturschutzgebieten oder in der Nähe von städtischen Siedlungen geeignet macht.

Als weitere Entwicklungen bezogen auf Lärmemissionen wurden die Berührungsflächen Stahl-Stahl minimiert, und wo immer es möglich war, wurde mit geräuschmindernden Werkstoffen gearbeitet. Der primäre Lärmschutz wird konstruktiv erfüllt, der sekundäre Lärmschutz kann auf der jeweiligen Bohrlokation immer angepasst werden.

Bild 3 zeigt die Bohranlage Innova Rig 418 bei den Bohrarbeiten für das Forschungsprojekt GeneSys in Hannover. Die besondere Herausforderung war der Schutz der Bürger in der angrenzenden Eigenheimsiedlung. Hier kam das zuvor beschriebene Lärmkonzept des hydraulischen Topdrivesystems besonders zum Tragen, auch wenn eine zusätzliche Lärmschutzwand installiert wurde. Während der gesamten Bohrzeit ging keine einzige Klage eines durch Lärmerzeugung belästigten Bürgers ein.

5 Zusammenfassung

Die Einführung der Bohranlage Innova Rig Terra Invader 418 auf dem Bohrmart zur Herstellung stadtnaher Geothermiebohrungen mit seinen geringen Lärmemissionen ist zweifelsfrei gelungen. Sie gehört aktuell zu den modernsten Bohranlagen, die auf dem europäischen Festland arbeiten. Herausragend sind die „hands-free“-Technik, die geringe Lärmausbreitung, das gefühlvolle Steuern bei allen bohrtechnischen Operationen mit dem hydraulisch arbeitenden Hebewerkssystem sowie der hohe sicherheitstechnische Standard der Anlage.

Die Bohranlage ist sowohl bei der Bohrungsherstellung, als auch bei den Testarbeiten ein aktiver und zukunftsorientierter Bestandteil des nationalen und internationalen Geothermiemarkts geworden

Author / Autor

Dipl.-Ing. (FH) Berthold Kibellus, Bereichsleiter Tiefbohrungen, H. Anger's Söhne Bohr- und Brunnenbauges. mbH, Hessisch Lichtenau