Sicherheit, Effizienz, Kostenreduktion: Erfolgreiche Projekte mit der stärksten Erdwärmesonde der Welt

Benjamin Pernter, Benjamin Klöppel
Jansen AG

Keywords: JANSEN hipress, Diffusionsdicht, Hochdruck, Oberflächennahe Geothermie, Mitteltiefe Geothermie, Druckverlust, Wärmeübergang, Bohrlochwiderstand

Zusammenfassung



Die innovative Erdwärmesonde JANSEN hipress erreicht neue Dimensionen in der oberflächennahen bis in die mitteltiefe Geothermie. Die **Nenn-Druckstufe von PN35** macht sie zur stärksten am Markt verfügbaren Erdwärmesonde der Welt. Gleichzeitig ist sie sehr schlank, kommt dadurch mit einem sehr kleinen Einbaudurchmesser aus und zeigt im Verhältnis dazu den **geringsten hydraulischen Widerstand**. Erreicht wird das durch eine patentierte PE-Metall-Mehrschichtrohrlösung, die vom Schweizer Hersteller Jansen in Zusammenarbeit mit dem Institut für Werkstofftechnik und Kunststoffverarbeitung (IWK) der Ostschweizer Fachhochschule (OST) entwickelt wurde. Die Hochdruck-Erdwärmesonde besticht zudem durch eine **hohe thermische Übertragungsleistung sowie absolute Diffusionsdichtigkeit**. JANSEN hipress hält höchsten Druckbelastungen und extremen Bedingungen stand und ermöglicht dadurch eine wirtschaftliche Erschließung des Energiespeichers Erde bis in knapp 500 Metern Tiefe.

JANSEN hipress wurde mit drei Preisen ausgezeichnet: Mit dem German Innovation Award 2019 «Gold», dem Ruggero Bertani European Geothermal Innovation Award 2019 sowie dem erstmalig vergebenen Innovations-Award 2020/21 des Schweizer Instituts für Qualitätstests (SIQT).

Die 2018 am Markt eingeführte Sonde hat sich bereits in der Branche etabliert und bei diversen Projekten bewährt. Darunter sind beispielsweise mehrgeschossige Wohngebäude in urbanem Gebiet, wo bei äußerst knappem Platzangebot nur sehr tiefe Erdsonden die nötige Energie liefern können. Eine weitere interessante Anwendung ergibt sich bei potenziellen Gasvorkommen auch in geringeren Tiefen. Da der Metallmantel im Rohrinnenaufbau nicht nur absolute Diffusionsdichtigkeit sondern auch einen hohen Wärmedurchgang bietet, zeigen JANSEN hipress Erdwärmesonden sehr gute thermische Leistungswerte: Schon eine als Einfach-U eingesetzte JANSEN hipress liegt in etwa auf gleichem Leistungsniveau wie herkömmliche diffusionsdichte Doppel-Us, ist jedoch wesentlich günstiger und einfacher abzuteufen.

Die JANSEN hipress ist dank ihrer hervorragenden technischen Eigenschaften vielseitig einsetzbar und erlaubt dadurch innovative Anlagenkonzepte mit erhöhter Sicherheit und Effizienz sowie effektiven Kostenreduktionen. Wo Wärmepumpensysteme bisher als unmöglich oder nicht ausreichend wirtschaftlich umsetzbar galten, ist die Mehrschichtsonde nun eine attraktive Alternative zu fossilen Heizungssystemen und ermöglicht eine umweltfreundliche Energieversorgung für mehrere Generationen.

1. Einleitung: Technische Beschreibung der JANSEN hipress Erdwärmesonde

1.1 Produktaufbau



Abb. 1: Schematische Darstellung der JANSEN hipress Erdwärmesonde mit Schnitt durch den Sondenfuss. Die nummerierten Bauteile sind im Text beschrieben.

Das besondere Merkmal der JANSEN hipress Erdwärmesonde ist ihr Metall-Mehrschichtaufbau (1). Die Sondenrohre haben einen Aussendurchmesser von 42 mm, bei einer Gesamt-Wandstärke von schlanken 3.5 mm. Der innere Rohraufbau besteht aus PE-100-RC neuester Generation, vollflächig ummantelt mit einem längsseitig verschweissten und somit geschlossenenen Aluminiumband, darauf folgt eine ultra-resistente Haft- und Versiegelungsschicht. Die äussere Schutzschicht von >1.5 mm besteht wiederum aus rissbeständigem PE-100-RC.

Der massiv ausgebildete Sondenfuss (2) ist zusätzlich in eine Metallarmierung eingebettet und dadurch ebenfalls diffusionsdicht und gut geschützt. Für die Verbindung zwischen den Sondenrohren und dem Sondenfuss wurde eigens ein patentiertes Doppel-Muffe-Dorn-Schweissverfahren entwickelt. Somit sind die Bauteile stoffschlüssig miteinander verschweisst und alle Aluminiumflächen versiegelt. Der Sondenfuss dient auch zur Aufnahme (3) von JANSEN Sondengewichten, ist als Doppel-U-Sonde verwendbar – oder geteilt auch als Einfach-U-Sonde – und kann für einen besonders schlanken Einbaudurchmesser auch zueinander versetzt platziert werden.

Damit die JANSEN hipress Erdwärmesonde mit herkömmlichen Elektroschweissfittings horizontal angeschlossen werden kann, wird sie in der Standard-Ausführung mit 25 m langen, herkömmlichen Geothermie-Anschlussrohren (4) ausgeliefert. Diese Anschlussrohre entsprechen der Norm-Dimension 40 x 3.7 mm und sind ebenfalls werkseitig stoffschlüssig mit den Sondenrohren verschweisst (5). Sie bieten somit auch ausreichend Flexibilität, um auf verschiedene Einbautiefen oder Baustellensituationen zu reagieren. Um ein vollständig diffusionsdichtes Gesamtsystem (inklusiver aller Anbindeleitungen) herzustellen, kann die JANSEN hipress auf Wunsch auch ohne die 40-mm-Anschlussrohre ausgeliefert werden, jene ist folglich durchgehend mit dem Mehrschicht-

Hochdruckrohr ausgestattet. Zur horizontalen Verbindung dient dann ein Schweiss-Set von Jansen, das durch dafür geschultes Personal angewendet wird.

1.2 Hauptvorteile

Bis etwa 200 Meter Länge kann die JANSEN hipress Erdwärmesonde aufgrund ihrer hervorragenden thermischen sowie hydraulischen Eigenschaften in vielen Fällen als Einfach-U projektiert und eingesetzt werden. Dies halbiert die Materialkosten, verringert bei kleinerem Bohrdurchmesser auch die Erstellungskosten, macht eine Y-Verschaltung der Sondenkreise überflüssig – und steht einer vergleichbaren Doppel-U-Sonde mit gleicher Länge jedoch in nichts nach. Im Gegenteil: Die JANSEN hipress ist auch noch diffusionsdicht und bietet höchste Sicherheit.

Bei Tiefen über 200 Metern spielt eine JANSEN hipress Doppel-U ihre Stärken voll aus und stellt die absolute Spitze am Markt dar.

1.2.1 Absolut diffusionsdicht

Die Metall-Zwischenschicht sowie die Metallummantelung am Sondenfuss verhindern als Diffusionssperre das Eindringen von Gasen durch die Kunststoff-Wandungen (Permeation) und garantieren einen dauerhaften gefahr- und reibungslosen Betrieb.

Etwaige Gasvorkommen im Untergrund sind hauptsächlich Erdgas/Methangas, Kohlendioxid sowie Luft/Sauerstoff. Jegliche PE-Rohre, einschliesslich Rohre aus PE-RT und PE-X, sind nicht diffusionsdicht gegen die genannten Gase. Das heisst, je nach vorhandenen Gasen, Druck, Temperatur und Rohr-Wanddicke findet Gaseintritt durch die geschlossene Rohrwandung schneller oder langsamer statt.

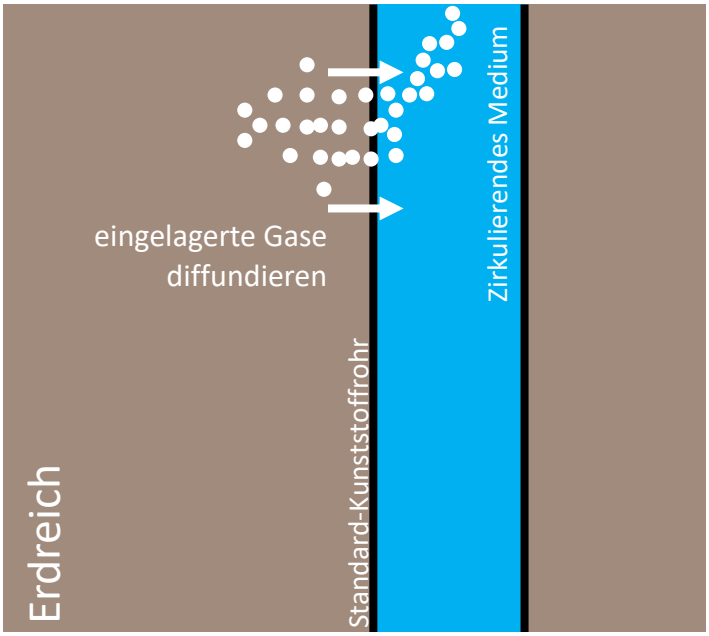


Abb. 2: Bei herkömmlichen Kunststoff-Erdwärmesonden dringen im Erdreich eingelagerte Gase durch die geschlossene Rohrwand ins System ein. Einzig eine vollflächige, verschweisste Metallschicht wie bei der JANSEN hipress gewährleistet absolute Diffusionsdichtigkeit.

Diese Gase steigen im System auf. Im Heizraum angelangt, führen die dortigen Ansammlungen zu einem hohen hydraulischen Widerstand, was den Stromverbrauch der Umwälzpumpe erhöht und damit die Betriebseffizienz mindert. In weiterer Folge kann es zu Betriebsstörungen kommen, bis hin zu Geräteausfällen. Anderenfalls, wenn angesammelte Gase in den Heizraum abgeführt werden, um das System zu entlasten, entstehen nicht unerhebliche Sicherheitsrisiken, insbesondere wenn es sich um brennbare Erdgase handelt. Auch andere Massnahmen, wie zum Beispiel zusätzliche EVOH-Schichten bieten keine Sicherheit gegenüber allen vorkommenden Gasen. Ausschliesslich eine vollflächige, verschweisste Metallschicht wie bei der JANSEN hipress gewährleistet absolute Diffusionsdichtigkeit.

1.2.2 Ausgezeichnete Wärmeleitung

Der hochstabile Rohrwandaufbau mit Metallkern kommt lediglich mit einer Dicke von 3.5 mm aus. Dies minimiert den Wärmewiderstand. Gleichzeitig sorgt die Aluminiumlegierung für eine gute Wärmeleitung. Insgesamt dient das einem optimalen Wärmedurchgang für eine effiziente Nutzung der vorhandenen Erdwärme.

Als rechnerische Wärmeleitfähigkeit kann bei gängigen Simulationsprogrammen (z.B. EED) ein Wert von ca. 0.5 W/mK verwendet werden. Dies führt zu einem geringeren Bohrlochwiderstand als bei herkömmlichen Erdwärmesonden. Zum Vergleich: Schon eine als Einfach-U eingesetzte JANSEN hipress liegt in etwa auf gleichem Leistungsniveau wie eine herkömmliche diffusionsdichte Doppel-U, ist aufgrund ihrer 1-kreisigen Ausführung naturgemäss jedoch wesentlich günstiger und einfacher abzuteufen. In vielen anderen Fällen kann ca. 5% der Bohrlänge eingespart werden.

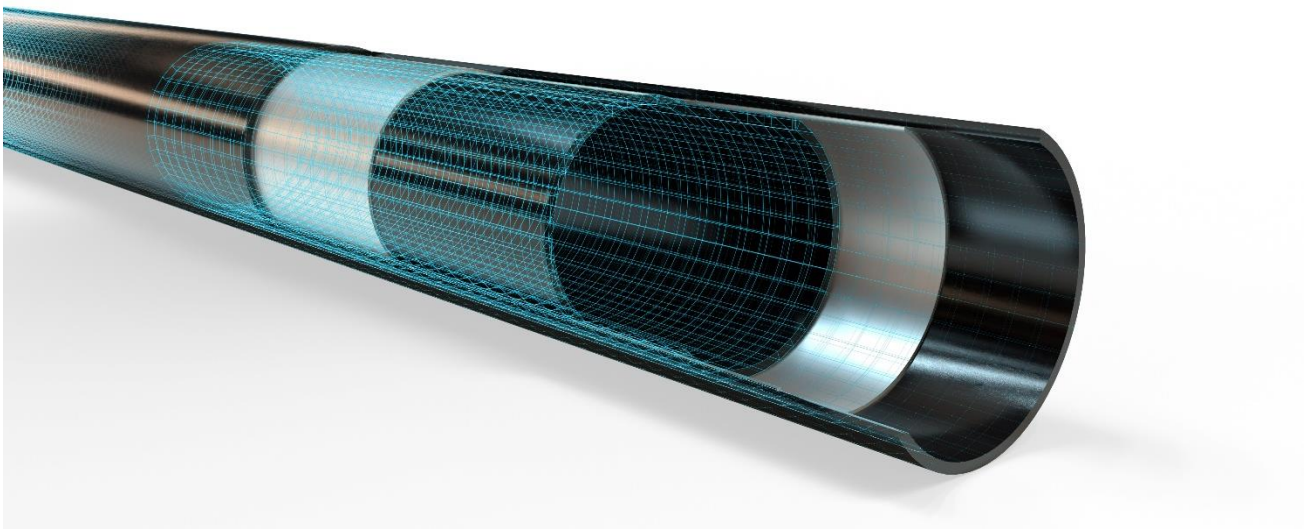


Abb. 3: Der zylindrische, schlanke Metall-Mehrschicht-Aufbau bietet eine ausgezeichnete Wärmeleitung und den geringsten hydraulischen Widerstand. In vielen Fällen können ca. 5% der Bohrlänge eingespart werden, bis dahin, dass eine JANSEN hipress Einfach-U das Leistungsniveau einer herkömmlichen Doppel-U-Sonde erreichen kann.

1.2.3 Geringster hydraulischer Widerstand

Die Hochdruck-Sondenrohre sind durchgehend zylindrisch, weisen somit keine konischen Verengungen auf. Der grosse Rohr-Innendurchmesser von 35 mm – vom Anschluss bis zum Sondenfuss – ist einzigartig und bietet minimalen Druckverlust. Auch hier schlägt JANSEN hipress alle am Markt verfügbaren Erdwärmesonden. Beispielsweise ist der Druckverlust einer klassischen 40-mm-PN20-Sonde um ca. 45% höher. Auch eine konische Hochdrucksonde hat immer noch

einen um ca. 29% grösseren Widerstand (Beispielrechnung mit 320 m Sondentiefe, dT 4K, 2.4 m³/h Wasser).

1.2.4 Höchste Sicherheit mit Druckstufe PN35

Mit ihrem korrosionssicheren Metallmehrschichtaufbau und dem mit einem Metallmantel ausgestatteten Hochdruck-Sondenfuss hält JANSEN hipress höchsten Druckbelastungen bis PN35 und rauen Baustellenbedingungen stand.

Die Sondenrohre weisen mit ihrer 1.5 mm dicken Kunststoff-Schutzschicht die grösste Abriebssicherheit auf. Zum Vergleich: Bei einer herkömmlichen Vollkunststoff-Erdwärmesonde dürfen Kratzer nur bis zu einer Tiefe von max. 10% der Wanddicke betragen. Bei tieferen Beschädigungen sind solche EWS nicht mehr dauerhaft druckbeständig und dürfen aus diesem Grund nicht mehr eingesetzt werden. Das bedeutet, dass beispielsweise bei Kunststoff-EWS mit einem Rohdurchmesser von 40 mm und einer Wandstärke für PN32 Kratzer von nur max. 0.65 mm gefahrlos sind, darüber hinaus werden solche EWS allerdings unbrauchbar. Bei einer Wandstärke für PN10 sind es sogar nur Kratztiefen bis maximal 0.37 mm. Fazit: Die JANSEN hipress bietet eine vielfach dickere Schutzschicht als sie Mitbewerberprodukte oder Normen vorsehen.

Abgesehen davon ist bei der JANSEN hipress die Aluminiumschicht durch eine ultra-resistente Haft- und Versiegelungsschicht geschützt. Selbst bei theoretischen Extremfällen bleibt die Funktion der Sonde immer noch intakt. Die JANSEN hipress bietet somit wesentlich mehr Sicherheit und Langlebigkeit in jeder Situation.

Ein Abteufen ist mit allen gängigen Bohrverfahren und Hinterfüllungen möglich. Bei höheren Hinterfülldrücken kann die Sonde sicher und druckdicht abgesperrt werden. Geeignetes Werkzeug ist von Jansen erhältlich. Das Handling ist einfach und sicher.

2 Referenzen

2.1 Awards

JANSEN hipress wurde bislang mit drei Branchenpreisen gewürdigt: Mit dem Ruggero Bertani European Geothermal Innovation Award 2019, dem German Innovation Award 2019 «Gold», sowie dem erstmalig vergebenen Innovations-Award 2020/21 des Schweizer Instituts für Qualitätstests (SIQT).

2.1.2 European Geothermal Innovation Award

Der begehrte European Geothermal Award wird jeweils an der GeoTHERM, Europas grösster Geothermie-Fachmesse, in Offenburg-Ortenau verliehen. Nachdem Jansen bereits 2017 mit der Rohroberflächentechnologie JANSEN shark für den Ruggero Bertani European Geothermal Innovation Award nominiert war, konnte 2019 der Preis für die innovative JANSEN hipress als Gewinner in Empfang genommen werden.



2.1.2 German Innovation Award

Ins Leben gerufen vom Deutschen Bundestag und gestiftet von der deutschen Industrie setzt sich der Rat für Formgebung (German Design Council) für die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen ein. Seit 1953 zeichnen die Wettbewerbe des Rat für Formgebung Design-, Marken- und Innovationsleistungen von internationalem Rang aus. Die JANSEN hipress wurde mit dem German Innovation Award 2019 „Gold“ in der Kategorie „Energy Solutions“ ausgezeichnet. Damit rückte sie als Erdwärmesonde auch generell das Thema Erdwärme medial ins Rampenlicht. Die Jury begründete ihre Entscheidung wie folgt: „Die Nutzung von Erdwärme ist besonders nachhaltig. Dabei gilt: Je tiefer man bohrt, desto höher die zur Verfügung stehende Temperatur. Allerdings steigen auch die Kräfte, die auf die Sonde wirken. Die innovative JANSEN hipress verfügt im Verhältnis zum benötigten Einbaudurchmesser über den geringsten hydraulischen Widerstand und ist damit die zurzeit stärkste Erdwärmesonde am Markt. Und das, ohne dass der Einbaudurchmesser erhöht werden muss, was sich auch auf die Bohrkosten positiv auswirkt. Stark gelöst.” Besonders hervorgehoben wurden die erweiterten Anwendungsgebiete von Erdwärme, wenn man in grösseren Tiefen höhere Temperaturen fördert. Gewürdigt wurde auch die gute Zusammenarbeit mit dem IWK (Institut für Werkstofftechnik und Kunststoffverarbeitung) der HSR (Hochschule für Technik Rapperswil, neu: OST) in der Entwicklung der neuartigen Sonde im Rahmen eines Innosuisse- (ehemals KTI) Projekts.

2.1.3 SIQT Innovations-Award 2020/21

Das unabhängige Schweizer Institut für Qualitätstests (SIQT) vergab im November 2020 erstmalig den Innovations-Award 2020/21 an rund 900 Schweizer Unternehmen aus dem gesamten Wirtschaftsspektrum. Dieser basiert auf der härtesten «Währung» der Innovation: dem Patent. Das SIQT untersuchte segmentübergreifend auf Basis des internationalen Patent-Klassifizierungssystems CPC (Cooperative Patent Classification) die Anzahl der Patente, welche in der Schweiz ansässigen Unternehmen im Zeitraum 2017 bis 2019 erteilt wurden. Gekürt wurden Unternehmen oder Forschungseinrichtungen, die in ihrem Segment bzw. in einer CPC-Klasse einen überdurchschnittlichen Score-Wert aufweisen.



Zu den Preisträgern des Innovations-Awards zählt auch Jansen mit der patentierten JANSEN hipress und gilt demgemäss als innovativstes Geothermie-Unternehmen in der Branche. Generell rangiert Jansen in den Bereichen "Building", "Heating/Ventilating" sowie "Heat Exchange in General". Damit demonstriert Jansen die Vorreiterrolle im Erdwärmemarkt bezüglich Sicherheit, Verbindungstechnik, Diffusionsdichtigkeit, Effizienz sowie Systemlösungsstärke.

2.2 Erfolgreiche Projekte

Viele erfolgreiche Projekte mit JANSEN hipress Erdwärmesonden mit mehreren hunderttausend Bohrmetern belegen die hohe Effizienz und absolute Sicherheit. Darunter zeigen folgende Objektlösungen als Auszug aus dem Referenzkatalog die vielseitige Einsetzbarkeit.

2.2.1 Enge Platzverhältnisse auf dem Grundstück und im Bohrloch: MFH in Freiburg

Tiefere Erdwärmesonden werden dort benötigt, wo ein hoher Energiebedarf mit relativ kleinem Platzangebot abgedeckt werden muss. Dies ist zum Beispiel bei Heizungssanierungen grösserer Wohnüberbauungen der Fall. Wie auch beim Referenzobjekt «Chemin des Grottes» in Fribourg, der Hauptstadt des gleichnamigen Kantons in der Westschweiz.

Für das Mehrfamilienhaus älteren Baujahrs sowie eine daran angeschlossene, mehrgeschossige Wohnanlage wurde nach einer Wärmepumpenlösung mit Erdsonden gesucht. Nur zwischen Altbau und der Zufahrtsstrasse befand sich ein mit normalen Mitteln zugänglicher Bohrstandort. Dieser war jedoch nicht viel grösser als zwei Bohrgerätelängen, mit Platz für maximal drei Sonden à 300 m. wurden projektiert.



Abb. 4: Hoher Energiebedarf, aber wenig Platz: Broder AG setzt auf JANSEN hipress.

Auf engsten Platzverhältnissen teufte die Schweizerische Broder AG die drei Erdwärmebohrungen mit einem schlanken Bohrdurchmesser von nicht ganz 130 mm bis auf die gewünschten 300 m erfolgreich ab. Der Sondenfuss ist teilbar und wurde deshalb mittels Jansen Adapterstück versetzt an die Gewichte montiert, um den Einbaudurchmesser auf ein Minimum zu reduzieren. Somit konnte die Sonde schonend und zügig eingebracht werden. Das professionelle Bohrteam der Broder AG installierte die Sonden kontrolliert und sicher mittels einer hydraulisch gebremsten Haspel – nach eigenen Angaben «so einfach wie eine herkömmliche Doppel-U-Erdwärmesonde». Broder wählte die Variante der JANSEN hipress mit werkseitig angeschweissten 40-mm-Anschlussrohren, um die Sondenrohre mit gängigen 40-mm-Elektroschweissfittings horizontal anbinden zu können.

Diese 300 m tiefen Sonden stellten eines der ersten realisierten Projekte mit JANSEN hipress dar. Sie liefern nun seit 2017 bereits im sechsten Jahr zuverlässig Wärme für die gesamte Wohnungsüberbauung.

2.2.2 Herausfordernde Tiefen für JANSEN hipress der Standard: 400 m in Bonstetten

Bei einem Sanierungsbau der Siedlung Bodenfeld in Bonstetten (CH) wurde die Gebäudehülle von 13 Mehrfamilienhäusern mit 70 Wohnungen saniert. Für die anschliessend noch verbliebene nötige Heizleistung der Wärmepumpe sollten möglichst wenige Sonden gebohrt werden. Das Haustechnik-Ingenieurbüro Heinz Haldimann plante Erdwärmesonden à 400 Meter, auch um die Anzahl Bohrpunkte zu reduzieren und die Komplexität der Anbindung und Verteilung zu minimieren.

Mit der Probebohrung wurde ein Thermal Response Test (TRT) von der Heim Drilling Support und Equipment AG durchgeführt und ausgewertet, wonach 14 Erdwärmesonden final projektiert wurden. Die Entscheidung fiel auf JANSEN hipress, aufgrund der höchsten verfügbaren Druckbelastbarkeit von PN35 sowie aufgrund des geringen hydraulischen Widerstandes, der umso bedeutender wird, je länger die Sonden sein sollen. Dies wird in niedrigen Betriebskosten deutlich, welche gegenüber früher um 50'000 Franken pro Jahr gesenkt werden konnten. Die Heim Bohrtechnik AG installierte die Erdwärmesonden fachgerecht mit einem hydraulisch gesteuerten Haspel und beurteilte sie als «bestes Produkt am Markt». Fertiggestellt 2019, sparen die JANSEN hipress Erdwärmesonden nun jährlich 186 Tonnen CO2.



Abb. 5: Für die Heim Bohrtechnik AG wie auch für die JANSEN hipress sind 400-Meter-Bohrungen kein Problem.

2.2.3 Diffusionsdichtes Komplettsystem für Mega-Erdsondenfeld gefordert: BaseLink

Besonders eindrucksvoll ist ein 75'000 m² grosser Innovationspark in der Nähe von Basel (Schweiz), wo für eine der grössten thermischen Batterien Europas explizit hochdruckbeständige, diffusionsdichte Erdwärmesonden gesucht wurden.

Das nutzer- und umweltfreundliche Energie-Gesamtkonzept baut auf eine zentrale Wärme-, Kälte- und Stromversorgung mit Photovoltaikanlagen und Erdwärmenutzung. Zwei unterirdische Energiezentralen versorgen ein Universitätsinstitut, Hotel- und Gastronomie- sowie zahlreiche Büro- und Gewerbeflächen äusserst effizient. Im Endausbau des Mega-Projekts werden sechs bis sieben Gross-Wärmepumpen insgesamt im zweistelligen Megawatt-Bereich installiert sein. Eine dieser Maschine allein ist schon rund 6 Meter lang und 15 Tonnen schwer.



Abb. 6: Am Stadtrand von Basel entsteht für das BaseLink-Areal eines der grössten Erdsondenfelder Europas.

Einerseits ist die geologische Situation vor Ort nicht einfach. Gleichzeitig bringen die riesigen Dimensionen der Überbauung aber auch einen enormen Energiebedarf mit sich, weshalb von Beginn an klar war, dass Sondentiefen knapp an die 300 Meter anvisiert werden müssen. Das gesamte System, eines der grössten bestehenden Erdsondenfelder überhaupt, inklusive sämtlicher Anschlussleitungen, wird absolut diffusionsdicht ausgeführt. Somit waren JANSEN hipress Erdwärmesonden für alle technischen Aspekte die ideale Lösung. Der Energielieferant und Contractor Primeo Energie entschied sich für die Ausführung mit durchgehend diffusionsdichten Hochdruckrohren für maximale Diffusionssicherheit und minimalen hydraulischen Widerstand. Jansen liefert auch die dazu passenden Schweissfittings sowie diffusionsdichte Zuleitungsrohre mit. Grosse JANSEN «U-Boot»-Verteilerschächte komplettieren das Paket.

Die Bohrarbeiten folgen einem definierten Ablaufplan. Die Baufelder, Etappen und Gewerke müssen exakt koordiniert werden. Die grossen Mengen an Material können jedoch nicht einfach vor Ort zwischengelagert werden. Demgemäss liefert Jansen sämtliche Produkte just in time. Seit 2019 wurden von der Hans Barmettler & Co AG bereits rund 225 Sonden erfolgreich installiert und das Projekt wächst in Etappen weiter.



Abb. 7: Mit der JANSEN hipress sowie den von Jansen gelieferten diffusionsdichten Verbindungsleitungen samt Zubehör und Verteilerschächten hat Barmettler Erdenergie alles in der Hand, um das vom Energielieferanten und Contractor Primeo Energie geforderte diffusionsdichte Komplettsystem zu bauen.

3. Fazit

Die JANSEN hipress ist dank ihrer hervorragenden technischen Eigenschaften vielseitig einsetzbar und die qualitativ hochwertigste Produktwahl. Sie erlaubt dadurch innovative Anlagenkonzepte mit erhöhter Sicherheit und Effizienz bis in knapp 500 Metern Tiefe sowie effektive Kostenreduktionen. Mancherorts, wo Wärmepumpensysteme aufgrund von Gasvorkommen oder beschränkten Platzverhältnissen bisher als unmöglich oder nicht ausreichend wirtschaftlich umsetzbar galten, ist die Mehrschichtsonde nun eine attraktive Alternative zu fossilen Heizungssystemen und ermöglicht eine umweltfreundliche Energieversorgung für mehrere Generationen.

Jansen AG, z.H. Benjamin Pernter, Industriestrasse 34, Postfach 220, 9463 Oberriet, Schweiz
benjamin.pernter@jansen.com