

Fernwärmeversorgung mit Geothermie – eine gute Investition in die Zukunft der Gemeinde Pullach

Dr. Ralph Baasch, Renate Höferle

Der Fortschritt des Geothermieprojektes Pullach ist nicht aufzuhalten: Nachdem die Bohrarbeiten für die Geothermiebohrungen beendet sind, findet nun der Langzeit – Pump- und Injektionstest statt. Parallel dazu laufen die netzseitigen Arbeiten wie die Anbindung an die Heizzentrale und der Netzbau. Private Wärmeabnehmer bekunden großes Interesse.



Abbildung 1: Bohrturm auf dem Gelände nördlich des Pullacher Gymnasiums. Durch hydraulisches Skidding war es möglich, den Bohrturm stehend um 7,5 m auf den 2. Bohransatzpunkt und zurück zu verschieben. Im Hintergrund ist die Schallschutzwand zu sehen, die aufgrund des Standortes in unmittelbarer Nachbarschaft zu Wohnbebauung zum Schutz gegen Lärmbelästigung errichtet wurde. Hinter dem Bohrturm und links davon ist die Dampfwolke zu erkennen, die durch die Abkühlung des heißen Thermalwassers beim Pumpversuch entsteht. Quelle: Erdwerk GmbH, 2005.

Die Gemeinde Pullach i. Isartal verfolgt mit ihrer Ende 2002 eigens für die Aufsuchung von Erdwärme gegründeten Tochter, der IEP - Innovative Energie für Pullach GmbH –, die Wärmeversorgung gemeindlicher Liegenschaften und Gebäude

sowie privater Kunden mittels umweltschonender, hydrothormaler Geothermie. Zwei abgelenkte geothermische Tiefbohrungen auf 4.120 m bzw. 3.550 m inkl. sidetrack auf 3.930 m Bohrtiefe werden die regenerative Nutzung von Erdwärme aus dem Malm - Tiefgrundwasserleiter gewährleisten. Die Bohranlage für die Arbeiten zur Niederbringung von insgesamt ca. 8.800 Bohrmeter wurde nach genau 9 Monaten abgezogen. Bereits 1 Jahr nach Bohrbeginn, Bau der Wärmeübergabestation und Verlegung der Fernwärmeleitungen im ersten Bauabschnitt wird mit der Wärmeversorgung der ersten Kunden begonnen werden.

Werden des Projektes

Nach den ersten geologischen, hydrogeologischen und wirtschaftlichen Untersuchungen in Form einer Machbarkeitsstudie im Jahre 2001 fiel der Startschuss für die Geothermie im Herbst 2001 mit der berechtigten Erlaubnis zur Aufsuchung von Erdwärme. Bis zum Bohrbeginn vergingen für die Erhebung der Wärmeabnehmer, Wirtschaftlichkeitsanalysen, weitere Vorplanungen und die EU-weite Ausschreibung weitere drei Jahre (s. Kasten). Die Bohr- und Testarbeiten für die geothermische Dublette sind nun mit Niederbringung der abgelenkten Bohrung Pullach Th 1a abgeschlossen. Der Langzeit – Pump- und Reinjektionsversuch zum Nachweis der Funktionsfähigkeit der geothermischen Dublette dauerte bei Redaktionsschluss noch an.

- 23.10.2001 Erlaubnis zur Aufsuchung von Erdwärme
- Feb. / 2002 erste Wirtschaftlichkeitsanalyse
- 07.11.2002 Gründung einer Erschließungs- und Betreibergesellschaft, der „Innovative Energie für Pullach GmbH“ (IEP GmbH), einer 100% Gemeindetochter
- 25.03.2003 Geologische und bohr-

- Okt. / 2003 technische Neubewertung des Projektes
- Wirtschaftlichkeitsgutachten mit neuen Ausgangsdaten
- 20.11.2003 Weitere Detailplanungen
- 16.01.2004 EU-weite Ausschreibung für die Niederbringung der Geothermischen Dublette
- 02.08.2004 Beschluss des Gemeinderates zur alleinigen Durchführung des Geothermieprojektes
- 06.09.2004 Beginn des Bohrplatzbaus
- 10.09.2004 Vergabe der Bohrleistung an einen Generalunternehmer (ITAG Tiefbohr GmbH & Co. KG)
- 21.10.2004 Verlängerung der Erlaubnis zur Aufsuchung von Erdwärme
- Ende 2004 Beginn Netzplanung
- 05.12.2004 Bohrbeginn Pullach Thermal 1
- 16.02.2005 Beendigung der Bohr- und Testarbeiten Pullach Thermal 1, Endteufe: 3.300 m (MD)
- 21.02.2005 Bohrbeginn Pullach Thermal 2
- 14.05.2005 Fertigstellung der Bohrung Pullach Thermal 2, Endteufe: 4.120 m (MD)
- 02.06.2005 Beginn Vertiefen der Bohrung Pullach Thermal 1 auf 3.550 m (MD)
- 23.06.2005 Beginn Sidetrack der Bohrung Pullach Th 1a ab 2.814 m
- 06.07.2005 Fertigstellung des sidetracks Pullach Th 1a, Endteufe: 3.930 m (MD)
- 11.08.2005 Richtfest Heizzentrale
- 31.08.2005 Abzug der Bohranlage, Beginn Langzeit – Pump- und Reinjektionstest

Lage

Die Gemeinde Pullach liegt unmittelbar südlich von München im Landkreis München. Geologisch gesehen befindet sich Pullach im süddeutschen Molassebecken, das aufgrund seiner günstigen geologischen Verhältnisse mit der Erschließung des Malm-Tiefengrundwasserleiters (hohe Temperaturen, vorhandenes Störungsinventar und relativ schwach mineralisiertes Wasser bei hohen Schüttungsraten) geradezu prädestiniert für die Nutzung von Tiefengeothermie ist.

Niederbringen der geothermischen Bohrungen Pullach

Die Bohrungen Pullach Th 1 und Th 2 wurden als Dublette von einem Bohrplatz mit einem Abstand der beiden Ansatzpunkte von nur 7,5 m zueinander abgebohrt. Sie erschließen die wasserführenden Malmkarbonate in einer vertikalen Teufe von ca. 2.820 – 2.940 m unter Gelände. Die Bohrungen wurden teleskopartig in vier Phasen gebohrt und verrohrt: Beginnend mit einer 16"-Bohrphase, in die 13.3/8" Futterrohre eingebaut und zementiert sind, wurden die Bohrungen mit geringem Bohrdurchmesser weiter in die Tiefe geführt, sodass sie mit einem Bohrdurchmesser von 6.1/8" enden, der die gesamte Bohrstrecke der Malmkarbonate erschließt. Komplettiert sind die Bohrungen im Malm mit gelochtem 5"-Liner. Aus der 7"-Verrohrung der Bohrung Pullach Th 1 wurde ein sidetrack gebohrt (Pullach Th 1a), der die Erschließungstrecke der Malmkarbonate erhöht. Um den hydraulisch und thermisch notwendigen Abstand im Untergrund zu erreichen, müssen die Bohrungen abgelenkt niedergebracht werden, sodass sie an den Landepunkten etwa 2 km voneinander entfernt sind (s. Abb. 3).

Zum kontrollierten Niederbringen der ersten Bohrstrecke (16") der Th 1, die ab dem 05.12.2004 niedergebracht wurde, und zum späteren Nachvollziehen des Bohrlochverlaufs nach Neigung und Richtung beim Niederbringen der Bohrung Pullach Th 2 wurde die Neigung der Bohrung Th 1 zunächst auf 3° in die der Th 2 entgegen gesetzten Rich-

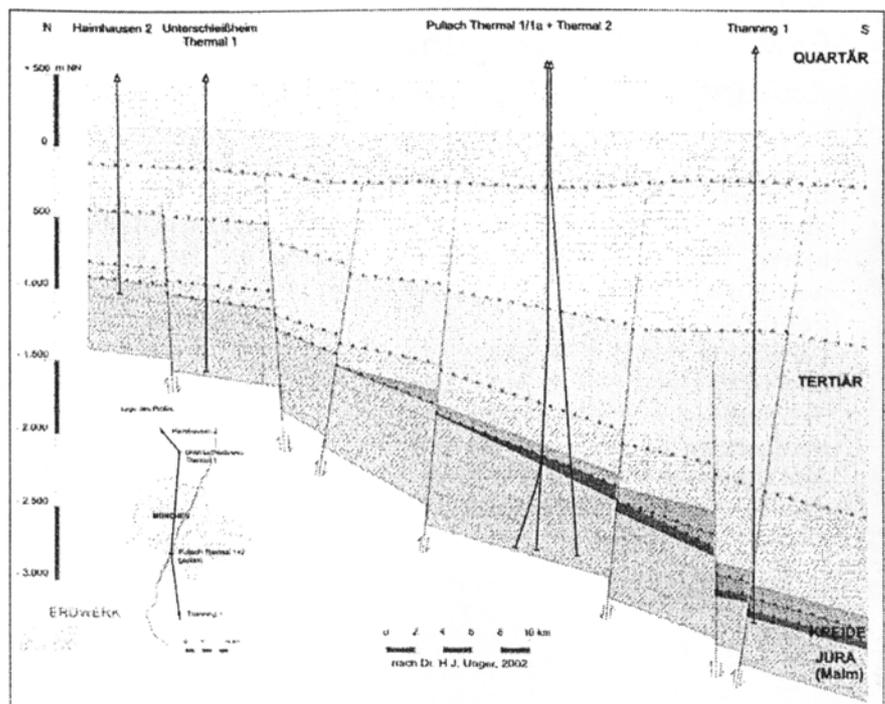


Abbildung 3: schematisches geologisches Profil durch München mit den Bohrungen Pullach Thermal 1, 1a und Thermal 2. Die karbonatische Malmplattform (hellblau) fällt durch die Auflast der tertiären Molassesedimente (Braun- und Gelbtöne) gegen Süden bis unter die Alpen ein. Im Stadtgebiet München liegt die Oberkante der Thermalwasser führenden Malmkarbonate in Teufen zwischen 1.200 m und 2.300 m unter NN. Quelle: Erdwerk GmbH, 2004.

tung aufgebaut und dann als Tangente bis zur 13.3/8" Verrohrungstiefe gehalten. Dadurch konnte die anschließende Bohrung Th 2 ohne Kollisionsrisiko senkrecht gebohrt werden. In der 12.1/4" Sektion der Th 1 wurde die bestehende Neigung lediglich gehalten, um dann in der 8.1/2"-Bohrstrecke ab 2.120 m eine Neigung von ca. 30° nach Norden aufzubauen. Die Oberkante der Malmkarbonate wurde in einer Teufe von ca. 2.820 m (ca. 2.900 Bohrmeter) mit einer horizontalen Entfernung vom Bohransatzpunkt von knapp 400 m erreicht. Die nachfolgende 6.1/8" Sektion im Malm wurde bis zur geplanten Endteufe von 3.300 m im Rotaryverfahren ohne Richtungs- und Neigungskontrolle abgeteuft. Die komplette Bohrung wurde in der Rekordzeit von nur 42 Tagen abgeteuft.

Nach Einbau des gelochten Liners und dem Fündigkeitsnachweis durch einen Pumpversuch wurde die zweite Bohrung Pullach Th 2 niedergebracht. Diese ist ab 600 m mit einer Neigung von ca. 40° nach S abgelenkt und hat die Oberkante der Malmkarbonate in einer Teufe von

ca. 2.940 m (ca. 3.490 Bohrmeter) mit einer horizontalen Entfernung vom Bohransatzpunkt von ca. 1.580 m erreicht. Die 6.1/8" Sektion im Malm wurde mit Rotary-Bohrverfahren begonnen. Aus bohrtechnischen Gründen wurde auf eine Motorleistungsbohrgarnitur gewechselt, die bei einer Verdopplung des Bohrfortschrittes in 38,5 Bohrstunden über die Bohrstrecke von 300 m die Endteufe der Bohrung Pullach Th 2 bei ca. 3.445 m (4.120 Bohrmeter) nach insgesamt 62 Tagen erreichte.

Nach den ersten Fördertests hatte sich die Bohrung mit ca. 45 l/s Thermalwasser und einer Fördertemperatur von knapp 107 °C als sehr produktiv erwiesen.

Zur Erhöhung der wirtschaftlichen Nutzung der Geothermieanlage wurden die Eigenschaften der Reinjektionsbohrung Th 1 bezüglich der Aufnahme von Thermalwasser durch deren Vertiefung und erneuter Ablenkung verbessert. Durch die vergrößerte Erschließungslänge der Malm-Karbonate soll die Reinjektionsfähigkeit verbessert werden. Die Bohrung wurde nach Ziehen des

gelochten 5"-Liners in der Malmstrecke zuerst auf 3.550 m vertieft und anschließend im sog. Dual Lateral-Verfahren ab ca. 2.815 m aus dem 7"-Liner mit ca. 55°, gegen Ende sogar mit ca. 70° abgelenkt durch die Malm-Karbonate gebohrt. Die folgende Abbildung zeigt den Bohrlochverlauf der Bohrungen.

Eine Ablenkung aus dem verrohrten Bohrloch – das Dual Lateral-Verfahren – kann unter Berücksichtigung des kontrollierten und temporären Verschließens der Stammbohrung die Sicherheit gewährleisten, dass sowohl Stammbohrung als auch die Ablenkbohrung in technisch einwandfreiem Zustand für die zukünftige Nutzung zur Verfügung stehen. Die Vorbereitungen dafür begannen mit dem Setzen eines ziehbaren Plugs im 7" Liner, der die Stammbohrung temporär verschließt und eine kontinuierliche Spülungszirkulation beim Bohren des Sidetracks garantiert. Nach dem Setzen eines ziehbaren Whipstocksystems oberhalb des Plugs, das mit seiner Rampe den Fräsmeißel gezielt führt, um ein Fenster in den Liner zu fräsen, wurde in der abgelenkten Bohrung die Neigung vorerst auf 55° aufgebaut und die Richtung nach 45° gedreht. Um den unteren Bereich der Malmkarbonate, in dem die überwiegenden Anzeichen auf geeignete Fließwege auftraten, auf eine möglichst lange Strecke zu erschließen, wurde die Neigung der Bohrung bis auf ca. 72° Neigung aufgebaut und bis zur geplanten Endteufe des Sidetracks von 3.930 Bohrmeter erfolgreich vertieft.

Durch die aus den Fördertests ermittelten positiveren hydraulischen Eigenschaften der Bohrung Pullach Th 1a wurde die Th 1a als Förderbohrung definiert, die trotz wenig geringeren Fördertemperaturen als die Th 2 eine wirtschaftlichere Nutzung der Dublette gewährleistet.

Fernwärmenetz

Das ursprünglich auf 6,3 MW geothermische Leistung konzipierte Wärmenetz hatte eine Gesamtlänge von 6 km und war nach einigen wenigen Großabnehmern (Freizeit-

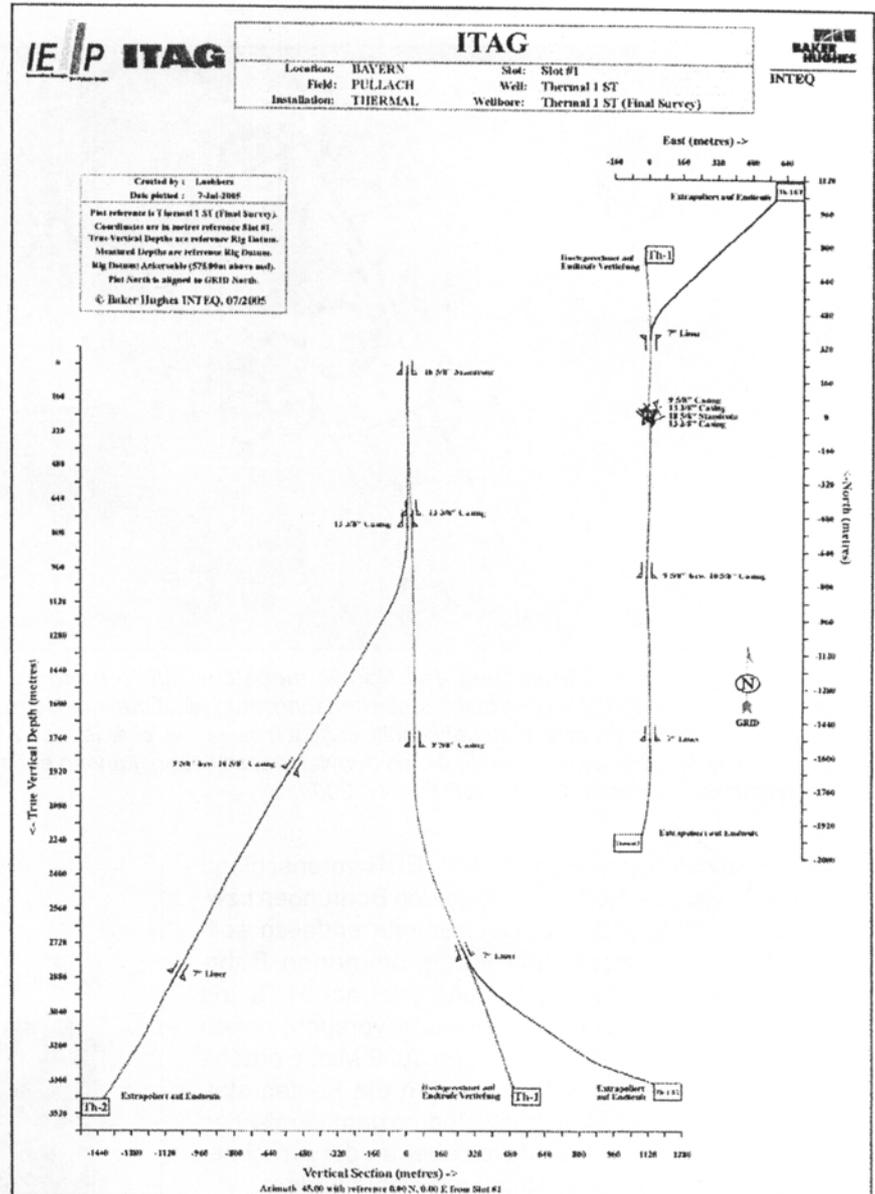


Abbildung 4: Tatsächlicher Bohrlochverlauf der Bohrungen Pullach Th 1, Th 1a und Th 2 in vertikaler und horizontaler Darstellung. Die Absetzteufen der Rohrtouren sind ebenfalls dargestellt. Quelle: Baker Hughes Inteq GmbH, 2005.

bad, Schulen, Rathaus, Jugendherberge, Kulturzentrum, Geschosswohnungssiedlungen der gemeindlichen Wohnungsbaugesellschaft etc.) ausgerichtet. Nachdem die ersten Tests eine höhere Wärmemenge erwarten lassen und die Nachfrage von privaten Abnehmern entsprechend groß ist, deckt die bisherige Konzeption nur die ersten beiden Bauabschnitte. Eine Erweiterung des Netzes ist in Planung.

Besonderheiten

Um die Kosten des Fernwärmenetzes niedrig zu halten, muss die Trasse möglichst kurz gehalten werden. Dies bedingt wiederum, dass

die Bohrstelle möglichst in der Nähe der Abnehmer liegt. In Pullach liegt sie in unmittelbarer Nachbarschaft des Pullacher Gymnasiums und zu reinem Wohngebiet. Die Bohrungen Pullach Th 1/1a und Th 2 wurden daher mit umfangreichen Immissionsschutzmaßnahmen niedergebracht. Dazu zählen zum einen die Einhausung des Bohrplatzes mit einer 10 m hohen Schallschutzwand, die Einhausung der Arbeitsplattform, des Hebewerkes und des Top-Drive-Gebläses sowie der vollelektrischer Betrieb der gesamten Bohranlage.

Gesamtkosten

Für das Projekt war ein Gesamtin-

Tiefe Geothermie Wärme

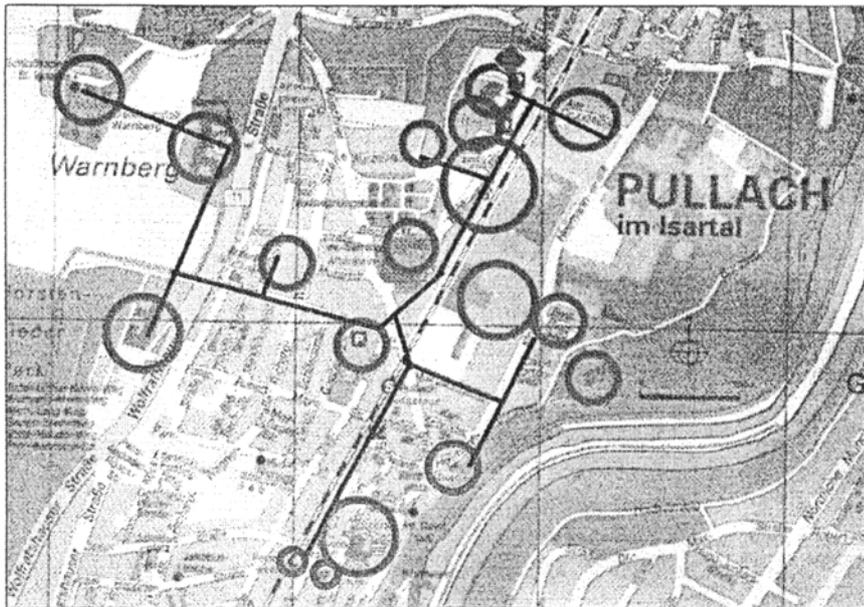


Abbildung 2: erste Vorplanung des Nahwärmenetzes zur Versorgung der gemeindlichen öffentlichen und halböffentlichen Einrichtungen. Grün markierte Einrichtungen werden im ersten Bauabschnitt angeschlossen, in pink ist der 2. Abschnitt markiert. Private Haushalte, die an der Netztrasse liegen, können ebenfalls angeschlossen werden. Quelle: IEP GmbH, 2004.

vestitionsvolumen von ca. 14 Mio. EUR veranschlagt, wovon jeweils die Hälfte auf die beiden Bohrungen bzw. auf das Wärmenetz inkl. Heizzentrale entfallen sollten. Durch die zusätzlich vorgenommenen Bohrmaßnahmen (Vertiefung Th1 und sidetrack Th1a und dem Langzeitpump- und Reinjektionsversuch) haben sich die Kosten für die Bohrungen auf 9 Mio. € erhöht. Auch für ein größeres Netz werden die Kosten steigen. Aufgrund der höheren erzielbaren geothermischen Leistung als erwartet, wird sich aber an der errechneten Amortisation in ca. 15 Jahren nichts ändern.

Bohrvertragsform

Die Vergabe der Bohrleistungen erfolgte auf der Basis eines Zeit-Charter Vertrages, der bei der Anpassung des Bohrprogramms aufgrund geologisch oder technisch bedingter Änderungen maximale Flexibilität erlaubt. Da die Abrechnung „auf Regie“ hohe Anforderungen an Ausrüstung, Personal und Sicherheitsstandards aller beteiligten Firmen voraussetzt, ist die Auswahl geeigneter Firmen ausschlaggebend für den erfolgreichen Abschluss eines solchen Projektes. Dazu gehört auch, dass auftraggeberseits ein kleines Entscheidungsgremium geschaffen wird, das in enger Absprache mit den Planern und Auftragnehmer schnelle Entscheidungen fällen kann. Nur so war es für eine Gemeinde der Größe Pullachs möglich, binnen kürzester Zeit dieses anspruchsvolle Projekt ohne Zeit- und damit Geldverluste und ohne externen Projektsteuerer vergleichsweise kostengünstig abzuwickeln.

Bauherr und beteiligte Firmen

Bauherr und Gesamtprojektleitung: Innovative Energie für Pullach GmbH, Pullach
Geologische und bohrtechnische Planung und Leitung: Erdwerk GmbH, München.

Bohrfirma: ITAG Tiefbohr GmbH & Co. KG, Celle, als Generalunternehmer.

Kontakt:

Dr. Ralph Baasch, Gemeinde Pullach i. Isartal, Umweltamt, Johann-Bader-Str. 21, 82049 Pullach i. Isartal
Tel. 089/744744-80, Fax -84
e-mail: baasch@pullach.de
Internet: www.pullach.de

Renate Höferle, Erdwerk GmbH, hydrogeologie geothermie, Viktoriastr. 24, 80803 München
Tel. +49.89.38 88 74, 88
Fax +49.89.38 88 74 89
e-mail: info@erdwerk.com
Internet: www.erdwerk.com

ANZEIGE

- **GEROTHERM**®
Erdwärmesonden / Verteiler in Norm- und Sonderausführungen
- **STÜWATHERM**®
hoch-wärmeleitfähiges Sondenverpressmaterial
- **STÜWAMIX**®
Bohrspülmittel
- **TIEFENGEOTHERMIE**
Filter- und Steigleitungssysteme

Beratung zur Auslegung und Vermietung von Verpresspumpen, Sondenhaspeln, etc.



Ausbaumaterial für GEOTHERMIE Profis



STÜWA Konrad Stükerjürgen GmbH
Hemmersweg 80 • D-33397 Rietberg (Varensell)
Tel.: 05244 / 407-0 • Fax: 05244 / 1670
Internet: www.stuewa.de
E-Mail: info@stuewa.de