

## »Kaltwärmeversorgung« in Sommerach: Kooperative Entwicklungsplanung führt zu Projekterfolg

**Benjamin Pernter<sup>1</sup>, Alexander Wolf<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Jansen AG, <sup>2</sup>Unterfränkische Überlandzentrale eG

**Keywords:** Quartierskonzept, Energieversorger, Sektorenkopplung, Bohrtiefenbeschränkung, Bohrgenehmigung, Dimensionierung, Planung, Effizienz, Erdwärmesonde, Wellrohr

### Zusammenfassung

In der bayerischen Gemeinde Sommerach wurde für 35 Grundstücke mit 1 bzw. 2-Familienhäusern eine Projektlösung von regional regenerativ erzeugtem Strom zur Nutzung oberflächennaher Geothermie realisiert. Der Auftrag lautete, eine CO<sub>2</sub>-neutrale Siedlung mit abgas-, feinstaub- und lärmfreien Heizungs- und Klimatisierungssystemen zu ermöglichen. Dazu hat die Unterfränkische Überlandzentrale («ÜZ-Mainfranken») ein Konzept der «Kaltwärme»-Versorgung umgesetzt. In Kooperation mit dem Fachplaner Erdwärme Plus, dem Hersteller Jansen und dem Bohrunternehmen Geowell konnte ein Gesamtpaket für Strom und Wärme angeboten werden. Die zukünftigen Hausbesitzer erhalten schlussendlich sämtliche Energie von einem Anbieter und das zu attraktiven Tarifen. Um die Erschließung der Erdwärme effizient zu realisieren, finden die Bohrarbeiten bereits statt, noch bevor die Detailplanungen der einzelnen Wohnhäuser beginnen. Hierbei gab es einige Herausforderungen zu überwinden – angefangen von der passenden Dimensionierung der Erdwärmesonden bei einer Bohrtiefenbeschränkung von maximal 40 Metern und engsten Platzverhältnissen. Diese behördlichen Vorgaben drohten die Machbarkeit zu verhindern. Dies wurde mit der Verwendung von JANSEN powerwave single-u Hochleistungs-Erdwärmesonden gelöst. Dank einer kooperativen Entwicklungsplanung und der frühzeitigen Einbindung aller Beteiligten konnte das Projekt erfolgreich realisiert und die Abwicklung der Großbaustelle qualitativ hochwertig durchgeführt werden.

### 1. Einleitung



Die ÜZ-Mainfranken ist eine Energiegenossenschaft, die 1910 aufgrund einer Bürgerinitiative gegründet wurde und ihren Sitz in Lültsfeld (Bayern) hat. Zur Versorgung von Haushalten mit Strom und auch Wärme hat die ÜZ ein Konzept der eigens benannten «Kaltwärmeversorgung» geschaffen. Dieses Konzept beruht auf dem Einsatz von regional erzeugtem Strom. Mit

erneuerbarem, emissionsfreiem Strom wird mithilfe von Wärmepumpen die oberflächennahe «kalte» Energie genutzt. Die gewonnene Erdwärme wird umweltfreundlich auf Heizungswärmeniveau gebracht. Wie allseits bekannt, lassen sich mit der Wärmepumpentechnik rund  $\frac{4}{5}$  der Energie, die für Heizen, Kühlen und Warmwasserbereitung benötigt wird, kostenlos aus dem eigenen Grundstück gewinnen. Besonders nennenswert: Das restliche  $\frac{1}{5}$  der Energie – der benötigte Antriebsstrom – wird in Form von erneuerbarem Strom aus dem Netz der ÜZ bezogen. Ein darauf angepasstes Tarifsysteem vervollständigt das Konzept.

Im Herbst 2018 wurde der Energieversorger mit dem Bayerischen Energiepreis «Hauptpreis» ausgezeichnet. Die ÜZ-Mainfranken erhielt die Auszeichnung für das Projekt «ÜZ – Erneuerbarer Energie einen Wert geben». An das Netz der Energiegenossenschaft sind über 6'350 Anlagen angeschlossen, die Strom aus erneuerbaren Energien produzieren. Als mittlerweile fünftes Projekt dieser Art der ÜZ wurden nun in der fränkischen Gemeinde Sommerach 35 Grundstücke mit Ein-

bzw. Zwei-Familienhäusern erschlossen. Dieses Projekt ist ein schönes, repräsentatives Beispiel für erfolgreiche kooperative Entwicklungsplanung.

## **2. Projektüberblick**

Der Energiebedarf von jedem der 35 Grundstücke wird im Schnitt mit rund 15'000 kWh beziffert, das entspricht einer Heizleistung von ca. 7.5 kW. Insgesamt liegt der Bedarf des Quartiers somit bei 525'000 kWh/a Nutzenergie bzw. 262.5 kW Heizleistung. Dafür wurden insgesamt 117 Erdwärmesonden mit je 40 bzw. teilweise nur 30 Metern Tiefe gebohrt.

## **3. Konzeptklärung**

Gemeinsam mit Kommunen entwickelt die ÜZ-Mainfranken die wärmetechnische Erschließung von Neubaugebieten, die Nutzung der oberflächennahen Geothermie mit Erdsonden und den Einsatz von Wärmepumpen mit kombinierten Speichern. Das Gesamtkonzept verbindet die Sektoren Strom und Wärme. Dem Häuslebauer wird die Wärmequelle schlüsselfertig bereitgestellt. Der Vorteil für die Kommunen als Auftraggeber sind CO<sub>2</sub>-neutrale Siedlungen mit abgas-, feinstaub und lärmfreien Heizungs- und Klimatisierungssystemen. Das nachhaltige Konzept sichert die Energieversorgung für mehrere Generationen. Den Kunden kann ein Gesamtpaket geboten werden: Strom und Wärme von einem Anbieter und das zu attraktiven Tarifen.

Die ÜZ-Mainfranken ist ein Pionier, wenn es darum geht, erneuerbare Energieressourcen lokal zu erschließen und auch sinnvoll zu nutzen. Im Jahr 2018 beispielsweise wurden bereits 455 Millionen Kilowattstunden an EEG-Strom erzeugt. Das entspricht 109% des Netzsatzes – es wird also mehr erneuerbarer Strom eingespeist als verbraucht. Allerdings finden Einspeisung und Verbrauch oft nicht zeit- und/oder ortsgleich statt. Daher muss trotz Überschuss in der Jahresbilanz noch zu viel Strom zugekauft werden, nämlich dann, wenn der Verbrauch höher ist als die Einspeisung.

Das Konzept der „Kaltwärmeversorgung“ verfolgt somit das Ziel, mehr grünen Strom aus der Region auch direkt im Versorgungsgebiet sinnvoll einzusetzen. Gleichzeitig können weitere Energieressourcen erschlossen werden. Wichtiger Schlüssel ist zudem ein effizientes Management von Erzeugung und Verbrauch. Ganz nach dem Slogan: „Erneuerbarer Energie einen Wert geben“.

Die ÜZ-Mainfranken hat in ihrem Versorgungsgebiet ermittelt, dass der Nutzwärmebedarf im Schnitt bei rund 15'000 kWh liegt. Auf Basis dieser Grundlage lässt sich das effizienteste Heizsystem bestimmen: die Sole-Wärmepumpe. Der Arbeitspreis für die Nutzwärme liegt bei Erdwärmesonden-Anlagen mit Sole-Wasser-Wärmepumpe bei unter 5 Cent pro kWh. Weitere Vorteile sind der geringe Wartungsaufwand und die freibleibenden Dachflächen. Für die Kommunen ein wichtiges Argument ist, dass Erdwärme am Aufstellort völlig geräuschlos funktioniert. Für viele Endkunden entsteht noch ein weiterer Nutzen – die Kühlmöglichkeit über die direkte Nutzung der Erdsonden. Gleichzeitig wird hierbei auch der Untergrund thermisch regeneriert und das System wird noch effizienter in der Warmwasserbereitung bzw. im Heizbetrieb.

### **3.1 Genereller Projektablauf**

Das Ziel des ersten Schrittes ist es, gemeinsam mit den Kommunen als Partner zu entscheiden, ob sich das anvisierte Quartier für das Konzept der Kaltwärmeversorgung eignet. Dazu wird zuerst unter Aufsicht eines Sachverständigen (PSW) eine Probesonde erstellt. An dieser wird ein Thermal-Response-Test (TRT) durchgeführt. Dieser TRT dient der Ermittlung der wichtigen Parameter des Untergrundes – Wärmeleitfähigkeit und Temperatur – um eine geothermische Simulation – also

eine Sondenfeldauslegung – durchzuführen. Mittels der Sondenfeldauslegung wird eine Kalkulation der Gesamterschließung erstellt und den Städte- bzw. Gemeinderäten vorgelegt.

Anhand der erarbeiteten Grundlagen kann dann im zweiten Schritt ein Beschluss zur Gesamterschließung gefasst und umgesetzt werden. Die bedarfsgerechte Erschließung der Wärmequelle wird ebenfalls durch einen PSW begleitet.

Im dritten und letzten Schritt erfolgen die Verlängerungen und Anschlüsse der Erdwärmeanlagen bis zur Wärmepumpe, welche durch einen PSW in Form einer Schlussabnahme überwacht und dokumentiert werden. So kann dann das „Rundum-Sorglos-Paket“ den Häuslebauern angeboten werden. Indem die ÜZ-Mainfranken auch die Fördermittelberatung sowie die Antragstellung zur BAFA-Innovationsförderung anbietet, begleitet sie den gesamten Ablauf von der Vorprojektierung bis hin zur Qualitätssicherung.

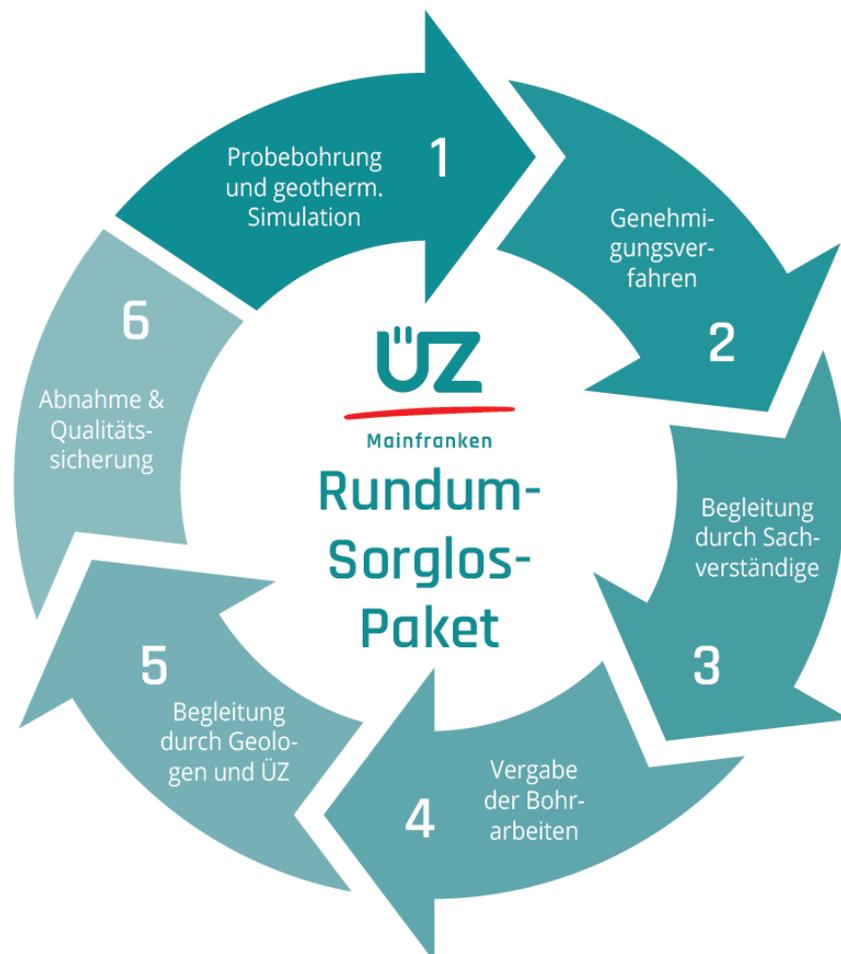


Abb. 1: Die ÜZ-Mainfranken gibt erneuerbarer Energie einen Wert, indem Sie die Erschließung und den Verbrauch ganzheitlich betrachtet und Projekte von A bis Z betreut. Für Endkunden entsteht ein „Rundum-Sorglos-Paket“.

Ein wichtiger Faktor, der bereits in der Definierung der einzelnen Projektschritte enthalten ist, sind die externen Projektpartner. Sehr früh – schon während des ersten Schrittes – werden Sachverständige, Ingenieur- oder Bohrunternehmen hinzugezogen. Als besonders vorteilhaft hat sich dies beim Projekt in Sommerach gezeigt.

## 4. Projekt Sommerach

Das erwähnte Projekt in Sommerach wurde ursprünglich wie gewohnt mit herkömmlichen Doppel-U-Erdwärmesonden in größerer Tiefe geplant. Während der Projektierungsphase wurde das zu erschließende Areal jedoch mit einer Bohrtiefenbeschränkung belegt. Das heißt, Erdwärmesonden (EWS) dürfen aus speziellen hydrogeologischen Gründen in diesem Gebiet nur bis auf maximal 40 Meter gebohrt werden.



Abb. 2: Luftaufnahme des neu zu erschließenden Quartiers in Sommerach. Das Baufeld hat klare Grenzen – herkömmliche Doppel-U-Erdwärmesonden auch.

Gleichzeitig hatte das Baufeld sehr beschränkte Platzverhältnisse. Um für jedes Grundstück aus maximal 40 Metern Tiefe total 7.5 kW Heizleistung zu erhalten, mussten teils nur 3 EWS ausreichen. Für mehr Bohrungen war schlicht nicht der benötigte Raum vorhanden. Umgerechnet auf die dafür nötige Entzugsleistung, bedeutet dies eine rechnerische Belastung der EWS von ca. 50 Watt pro Meter – dies auf engstem Raum und über ein gesamtes Feld von insgesamt 117 Sonden. Bereits ein kurzer Blick in die für die Auslegung von EWS heranzuziehende Richtlinie VDI4640 zeigte, dass das mit herkömmlichen Erdwärmesonden ein Ding der Unmöglichkeit darstellt. Eine der Ursachen sind die laminaren Strömungsverhältnisse in Standard-Doppel-U-Erdwärmesonden, welche die Wärmeübertragungsleistung begrenzen.

### 4.1 Turbulente Strömung in EWS

Zur Ermittlung, ob eine turbulente Strömung vorliegt oder nicht, wird die so genannte «Reynoldszahl» herangezogen. Es handelt sich hierbei um eine Verhältniszahl in der Strömungslehre, welche abhängig ist von Strömungsgeschwindigkeit und Viskosität des Mediums sowie dem Rohrdurchmesser. Im Allgemeinen wird angenommen, dass für gewünschte

Turbulenzen in Geothermie-Systemen eine Reynoldszahl grösser 2300 erreicht werden muss. Bei EWS mit 32 mm Durchmesser, betrieben mit einem Wasser-Ethylenglykol-Gemisch 25%, bei einer kinematischen Viskosität von  $4 \text{ mm}^2/\text{s}$  und einer Dichte von  $1050 \text{ kg/m}^3$  bedeutet das einen benötigten Volumenstrom pro EWS von  $1.38 \text{ m}^3/\text{h}$ , um diese Reynoldszahl zu erreichen. (VDI 4640:2019, Blatt 2, S. 39)

Pro Einzelgrundstück und Wärmepumpe wird für die Erreichung der  $7.5 \text{ kW}$  Heizleistung wärmequellenseitig ein Volumen von ca.  $1.8 \text{ m}^3/\text{h}$  umgewälzt. Folglich musste jede der 3 EWS mit effektiv knapp  $0.6 \text{ m}^3/\text{h}$  auskommen. Der Grenzwert von  $1.38 \text{ m}^3/\text{h}$  wäre also deutlich unterschritten, herkömmliche Doppel-U-EWS wären auch mit etwaigen abgewandelten Hydraulikkonzepten auf jeden Fall laminaren Strömungsverhältnissen ausgesetzt. Ein sehr hoher thermischer Bohrlochwiderstand ist das Resultat, was die aus der Richtlinie hervorgehenden geringeren Entzugsleistungen pro Meter ergibt.

**JANSEN**

Da also herkömmliche Doppel-U-Erdwärmesonden in der Wärmeübertragungsleistung beschränkt sind, aber hier aus Platzgründen nicht wesentlich mehr Bohrungen auf den

Grundstücken untergebracht werden konnten, wurde eine Lösung mit verbesserten Erdwärmesonden erforderlich. Nun wurde der innovative Erdwärme-Systemlieferant Jansen hinzugezogen.

#### 4.2 Kürzere Bohrungen – wie möglich?

Ein wichtiger Faktor für die Berechnung der benötigten Sondenlänge ist der so genannte thermische Bohrlochwiderstand. Dieser gibt an, welche Wärmeleistung bei einer definierten Temperaturdifferenz zwischen Erdreich und Sole übertragen wird. Je geringer der thermische Bohrlochwiderstand, desto besser ist die Wärmeübertragung.



Um den thermischen Bohrlochwiderstand zu reduzieren und die gewünschte Sondenanzahl effektiv erreichen zu können, schlug Jansen vor, die Hochleistungssonde Jansen powerwave single-u einzusetzen. Das Jansen powerwave Wellrohr mit  $63 \text{ mm}$  nominalem Durchmesser bietet einen besonders geringen thermischen Widerstand. Das Kunststoffrohr wurde durch gemeinsame Forschungs- und Entwicklungsarbeit mit Branchenspezialisten und Forschungseinrichtungen, u.a. dem Institut für Energietechnik (IET) der Hochschule Rapperswil (Schweiz), entworfen.

Die äußere Wellung sorgt für eine größere Wärmetausch-Rohroberfläche, wodurch die Energieaufnahme aus dem Erdreich erheblich erleichtert wird. Die innere Wellung versetzt das Solemedium schon bei sehr geringen Fließgeschwindigkeiten mechanisch in eine turbulente Strömung. Somit wird die Wärmeübertragung vom Erdreich ins zirkulierende Solemedium verbessert. Die Leistung der Jansen powerwave Erdwärmesysteme kann bei der Planung des Gesamtsystems miteinbezogen werden.

Mithilfe des vom TRT zur Verfügung stehenden geologischen Profils und den technischen Spezifikationen des JANSEN powerwave Wellrohres konnte das Ingenieurbüro Erdwärme Plus eine Energiesimulation erstellen, die die behördlichen Auflagen der Bohrtiefe erfüllte und mit der das Projekt erfolgreich geplant werden konnte. Die powerwave single-u Erdwärmesonde von Jansen ermöglichte höhere Leistungen als herkömmliche Erdwärmesonden. Somit kann der Energiebedarf mit geringeren Bohrtiefen abgedeckt werden.

Relativ kurze Erdwärmesonden profitieren zudem von einer hohen Wärmeregeneration; der Energiespeicher wird Jahr für Jahr von der Sonneneinstrahlung, von Niederschlägen sowie von Konvektionen im Bodenwasser – also quasi „von oben“ – wieder aufgefüllt. Ein weiterer Vorteil der Spezialsonden: Die JANSEN powerwave single-u hat ein grosses Speichervolumen von über 4½ Liter pro Sondenmeter. Im großen Volumen kann mehr Energie zwischengespeichert werden. Das sorgt für einen optimalen Wärmeaustausch mit dem Erdreich, auch während der Stillstandzeiten. Sowohl bei Spitzenlast als auch im taktenden Betrieb wird der Wirkungsgrad der Wärmepumpe deutlich erhöht. Der grosse Rohrdurchmesser sorgt zudem für einen minimalen Druckverlust. Dadurch wird der Stromverbrauch der Soleumwälzpumpe verringert und wiederum eine höhere Jahresarbeitszahl (JAZ) der gesamten Wärmepumpenanlage ermöglicht.

### 4.3 Einbau der Erdwärmesonden in Sommerach

Auch beim zweiten Projektschritt, der Erschließung der Wärmequelle, zeigte sich eine kooperative Zusammenarbeit als sehr wertvoll. Die Bohrungen wurden vom beauftragten Bohrunternehmen Geowell Erdwärme sorgsam und schonend durchgeführt. Die einfache Montage der Erdwärmesonde erwies sich als Vorteil. Aufgrund der Wellung besitzt das Rohr trotz des großen Durchmessers eine gute Biegsamkeit. Für den Einbau der Sonde konnten gewöhnliche Sondenhaspeln verwendet werden, es mussten keine starren Stangenrohre verwendet werden. Die Single-U-Sonden wurden einbaufertig geliefert, sodass kein Schweißen auf der Baustelle notwendig war.

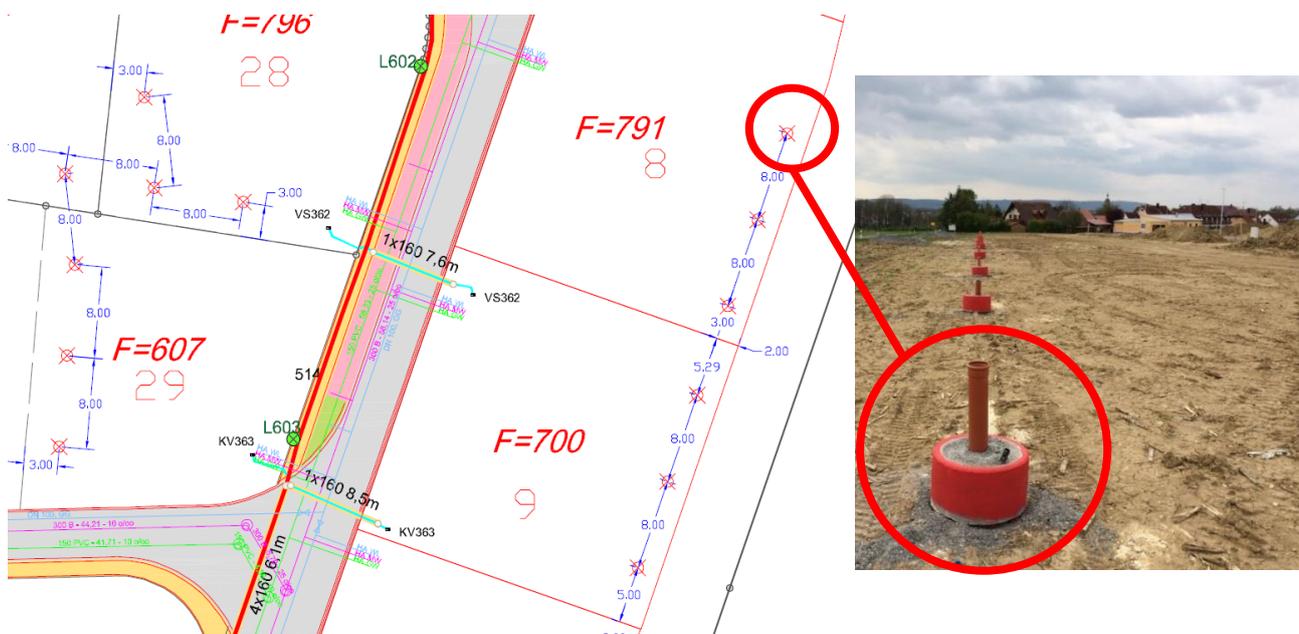


Abb. 3: Detail aus dem Sondenfeld mit gesicherten Sondenköpfen.

Dennoch war den Bohrleuten das neue Sondensystem bis anhin noch wenig bekannt. Die Bohrequippen wurden von Jansen supportet und mit dem nötigen Werkzeug ausgestattet. Dem Bohrunternehmen stand zum Einbau der Erdwärmesonde qualitatives Werkzeug von Jansen zur Verfügung: Koppelbare Sondengewichte ermöglichten ein schonendes Einbringen der Sonde. Ebenso standen Einbau- und Injektionszubehör zur Hinterfüllung der Erdwärmesonden sowie die bewährten JANSEN SmartTight Abpress-Kupplungsgarnituren bereit.

## 5. Endergebnis

Dank kooperativer Entwicklungsplanung konnte ein geeignetes Sondensystem gefunden und für die Anforderungen vor Ort bezüglich des vorhandenen Platzes und der Wärmepumpendimensionierung bedarfsgerecht eingesetzt werden. Dadurch konnten die behördlichen Anforderungen erfüllt werden. Für jede Immobilie ist sichergestellt, dass genügend Energie aus dem Erdreich zur Verfügung steht. Das Konzept der Kaltwärmeversorgung bietet in Sommerach somit zukünftig eine zuverlässige, effiziente und kostengünstige Energieversorgung für Generationen.

Dank der aktiven Zusammenarbeit wurde auch Schnittstellenproblemen vorgebeugt. Die Bohr-Großbaustelle konnte erfolgreich und qualitativ hochwertig abgewickelt werden. Die Machbarkeit wurde gerettet – für alle Beteiligten, für die Umwelt und schließlich auch für die zukünftigen Besitzer der Erdwärmeanlagen ein Gewinn.

Benjamin Pernter, Jansen AG, Industriestrasse 34, Postfach 220, CH-9463 Oberriet SG, Schweiz  
[benjamin.pernter@jansen.com](mailto:benjamin.pernter@jansen.com), [alexander.wolf@uez.de](mailto:alexander.wolf@uez.de)

