

Sachstand Arbeitspaket 2 „Salzstock Lesum“

2. Projekttreffen

„Mitteltiefe und tiefe Geothermie in der kommunalen Wärmewende der
Metropolregion Nordwest“

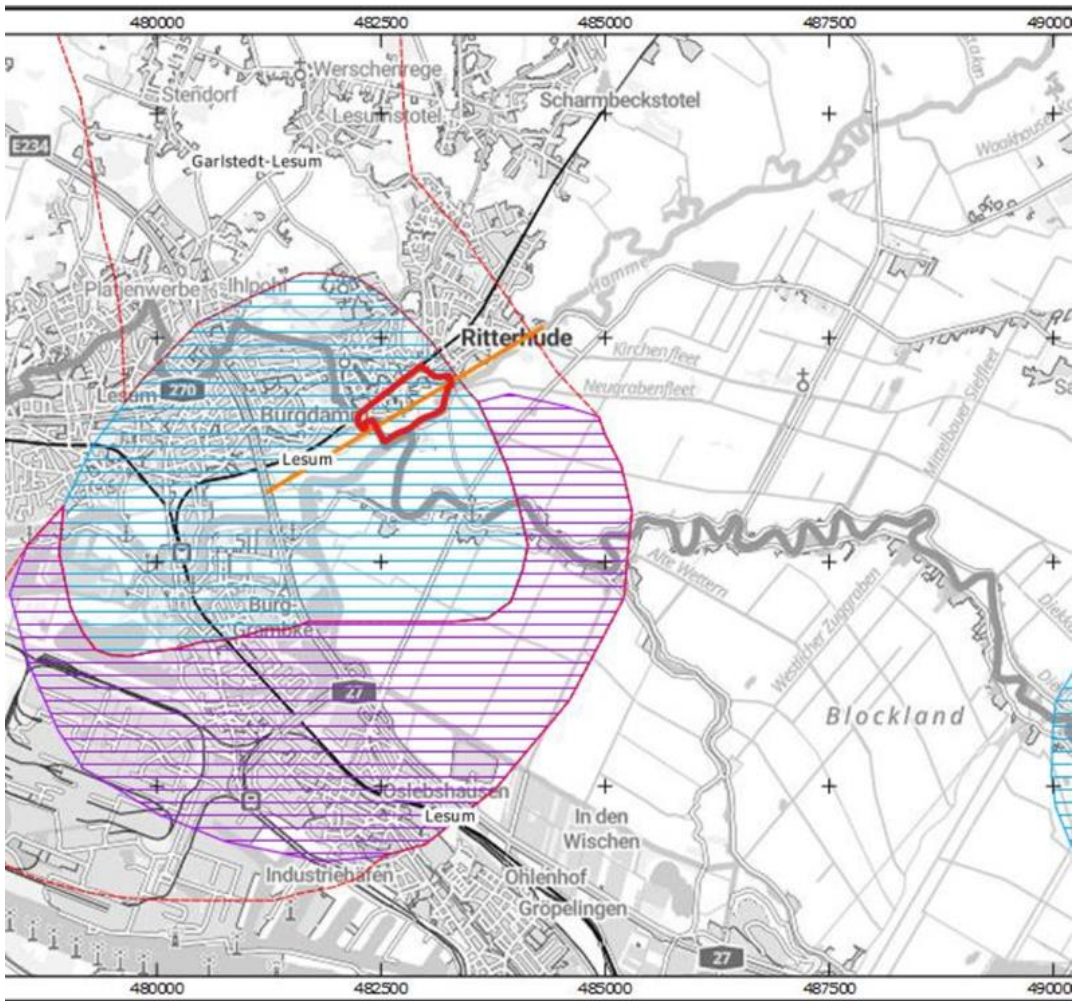
2.11.2023



Gemeinde Ritterhude





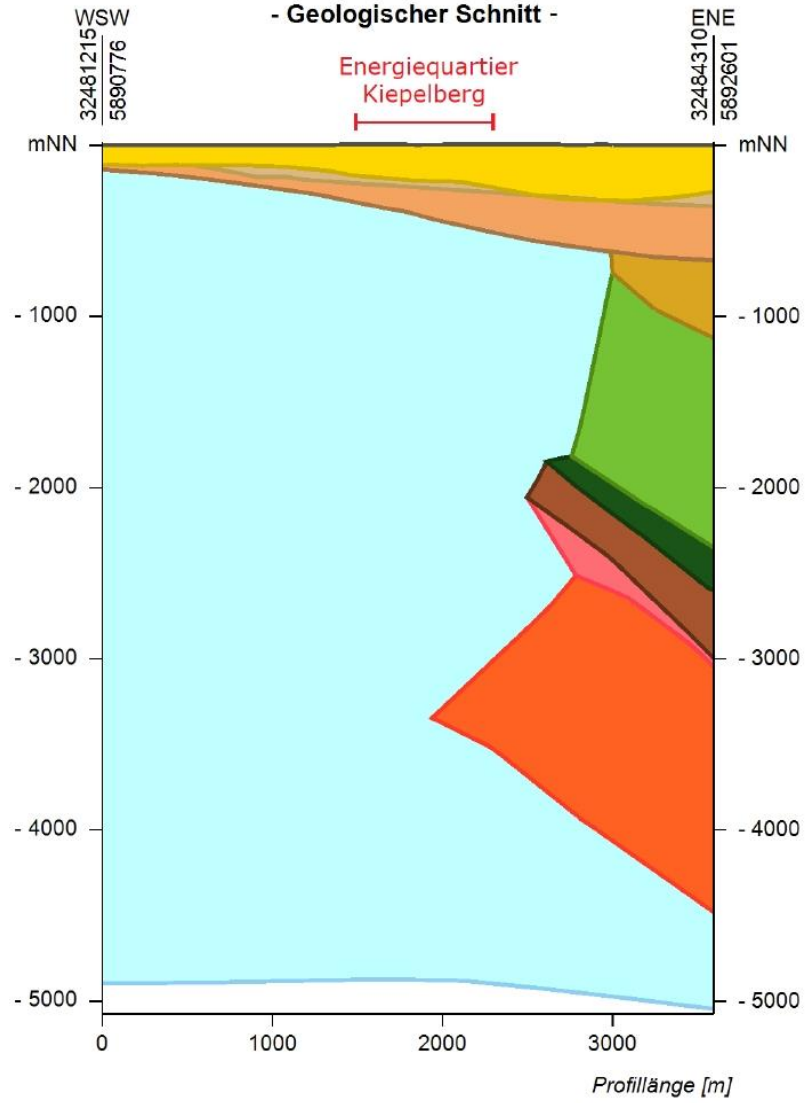


quartier Kiepberg
des geologischen Schnittes aus Abbildung 2

- Salzstrukturen
-  Salzstock
 -  Salzintrusion
 -  Salzkissen

Geotektonischer Atlas 3D

- Geologischer Schnitt -

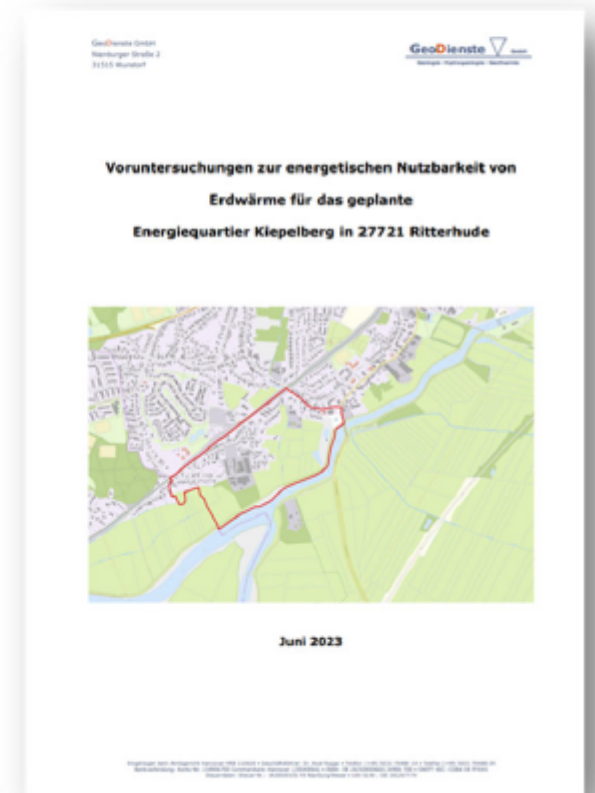


Generallegende der geologischen Einheiten

-  Quartär ungliedert
-  Rupel bis Oberligozän
-  Miozän bis Unterligozän
-  Oberpaläozän bis Untereozän
-  Oberkreide
-  Marine Unterkreide
-  Keuper
-  Röt und Muschelkalk
-  Unterer und Mittlerer Buntsandstein
-  Zechstein

GUTACHTEN GEODIENSTE - ERSCHLIEßUNGSVARIANTEN

- **Flache Erdwärmesonden bis 100 m**
- **Flache Erdwärmebrunnen**
 - Nicht empfohlen Hauptgrund: Hohe Eisengehalte. Es besteht die Gefahr durch eine Grundwasserförderung eine bestehende Versalzung in Bereiche ohne bisherige Versalzung zu verlagern
- **Mitteltiefe Erdwärmesonde(n) in den Salzstock Lesum bis 1000 m**
- **Tieferliegende oberflächennahe oder mitteltiefe hydrothermale Dublette**



Entzugssysteme

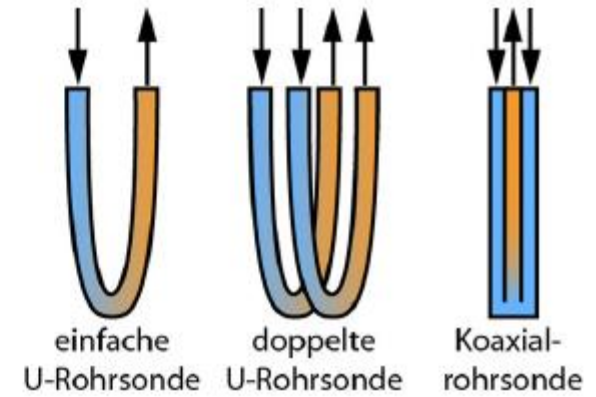
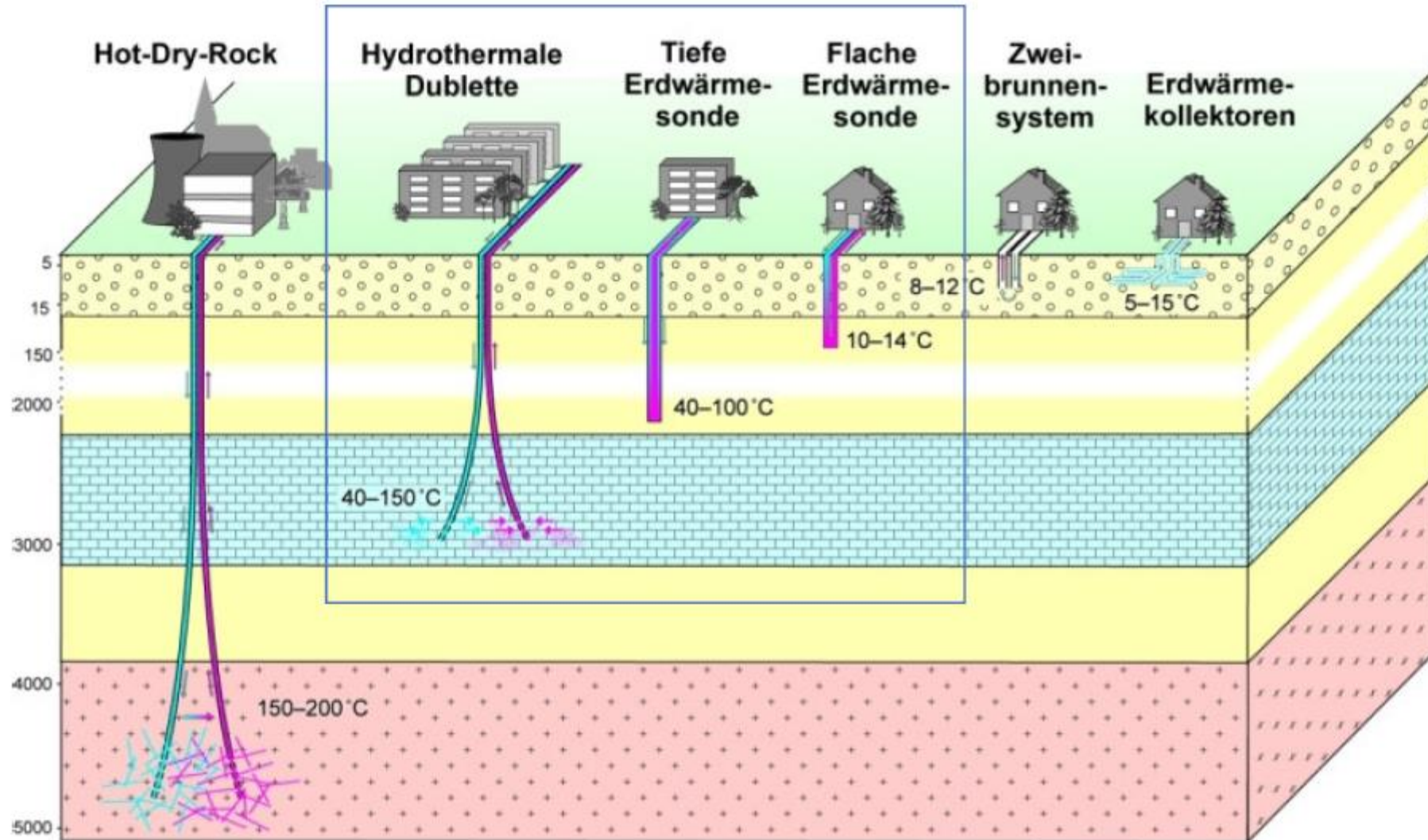
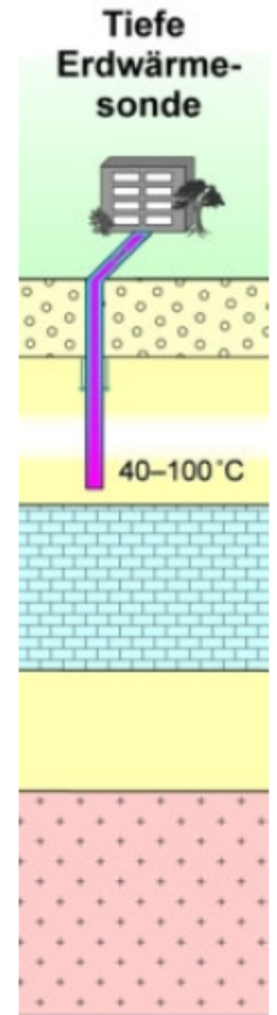


Bild: Bayerisches Landesamt für Umwelt

MITTELTIEFE KOAXIALSONDE 1000 M IN DEN SALZSTOCK LESUM

- Zur Berechnung der exakten Wärmeleistung einer mitteltiefen Sonde in den Salzstock wären genauere Kenntnisse zum Untergrundaufbau des Deckgebirges oberhalb des Salzstockes, eine detaillierte Planung der Bohrlochgeometrie mit Absetztiefen einzelner Rohrtouren, Bohrloch- und Rohrdurchmessern sowie hydraulische Berechnungen der Fluidströmung innerhalb der Sonde notwendig.
- So weisen die Gesteinseinheiten im Deckgebirge mittlere bis tendenziell geringe Wärmeleitfähigkeiten auf, wogegen die Wärmeleitfähigkeit des Salinargesteines außerordentlich hoch ist.
- Der Standort des Energiequartiers Kiepelberg liegt mit Deckgebirgsmächtigkeiten von ca. 330 bis 550 m zwischen beiden Fällen: Für eine 1.000 m tiefe Sonde wird als Worst-Case ein Standort ohne Salzstock und als Best-Case ein Standort mit Salzstock unter 200 m mächtigem Deckgebirge angenommen.
- Bei einem Abstand einzelner mitteltiefer Sonden von ca. 180 m wäre eine gegenseitige thermische Beeinflussung vermutlich nicht mehr gegeben.
- ab Tiefen > 400 m hohem Planungs- und Genehmigungsaufwand und hohen Investitionskosten verbunden.

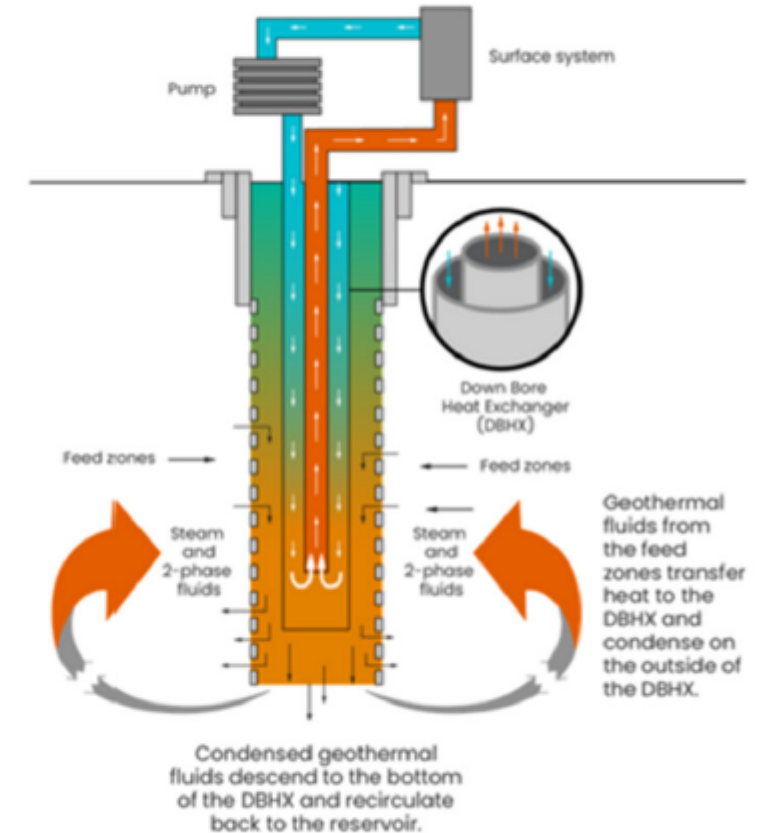


Mitteltiefe Koaxialsonde 1000 m in den Salzstock Lesum

Tabelle 3: Anhand umfangreicher Berechnungen ([11]) abgeleitete Entzugsleistungen mitteltiefer Koaxialsonden – Worst Case ohne Salzstock und Best Case (Salzstock mit 200 m mächtigem Deckgebirge).

	Worst Case			Best Case		
Sondenlänge [m]	1.000			1.000		
Deckgebirgsmächtigkeit [m]	1.000 (ohne Salzstock)			200		
Temperatur in 1.000 m Tiefe Modellrechnung (erwartet) [°C]	43,0			41,7		
Volumenstrom [l/s]	4	6	8	4	6	8
Leistung (nach 10 Jahren) [kW] 2.000 VBH	ca. 40	ca. 62	ca. 63	ca. 138	ca. 151	ca. 157
Leistung (nach 10 Jahren) [kW] 8.000 VBH	ca. 32	ca. 50	ca. 50	ca. 121	ca. 130	ca. 135

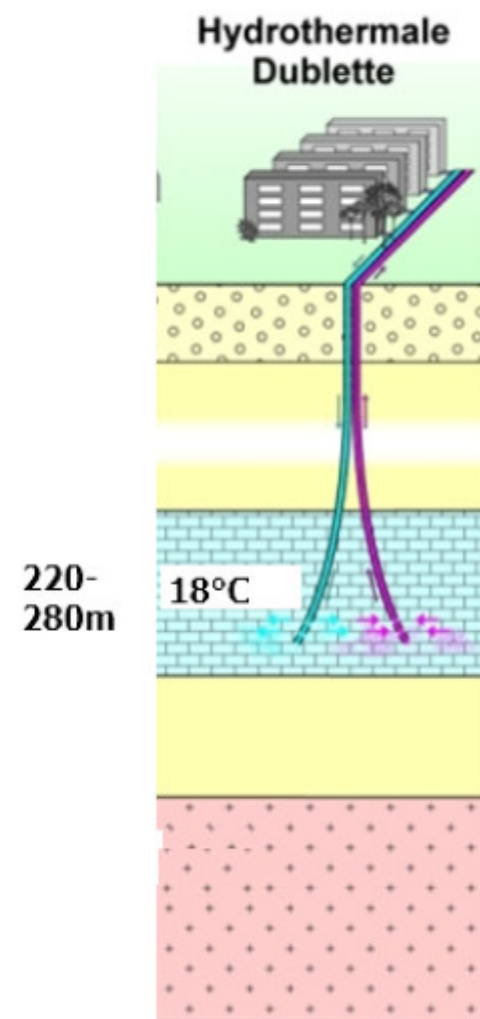
Bei einer angenommenen Sondenlänge bis ca. 1.000 m können, unter günstigen Voraussetzungen mit einer Deckgebirgsmächtigkeit von 200 m über dem Salzstock, **Entzugsleistungen bis zu 157 kW pro Sonde** realisierbar sein (Tabelle 3). Für das betrachtete Quartier wären etwas geringere thermische Leistungen zu erwarten, da das Deckgebirge mächtiger ist. Ohne Salzstock sind hingegen nur Entzugsleistungen bis ca. 63 kW möglich.



Prinzip einer tiefen Koaxial-Erdwärmesonde. Quelle: Greenfire

Tiefliegende oberflächennahe oder mitteltiefe hydrothermale Dublette

		Randbereich der Salzstockrandsenke				Standort Energiequartier Kiepelberg	
Pot. Reservoir		Neuengammer Gassande		Maastricht		Neuengammer Gassande	
Methode / Verfahren		hydrothermale Dublette		hydrothermale Dublette		hydrothermale Dublette	
Erschließungstiefe [m] TVD		ca. 350		ca. 1.000		ca. 220 - 280	
Temperatur [°C] (Bohrlochkopf / Nutzhorizont)		21		40 42		18	
Dichte [kg/m³]	Wärmekapazität [kJ/kg*K]	0,995	4,182	1,030	3,9	0,995	4,182
Leistung [MW]	Förderrate [l/s]	15	30	15	30	15	30
	Rücklauftemp. [°C]	10		20		10	
	thermisch	0,7	1,4	1,2	2,4	0,5	1,0



Kosten der Bohrung

Tabelle 5: Kostenschätzung für untertägige Anlagenteile (ohne Förderung).

Erschließungsvariante		Schätzpreis	Bemerkungen
Oberflächennahes geschlossenes System (Doppel-U-Sonde)	bis ca. 150 m	60 – 80 €/m	In der Regel als Doppel-U-Sonde PE 100-RC, inkl. Anbindeleitungen zum Sondenverteilerschacht, Verteilerschacht selbst und Anbindeleitung zum Haustechnikraum oder Verteilerschacht eines kalten Netzes.
Mitteltiefes Geschlossenes System (Koaxialsonde in den Salzstock)	1.000 m	ca. 600.000 – 800.000 €	In der Regel als Koaxialsonde ausgebaut. Kosten für Steigrohr zusätzlich ca. 60.000 – 80.000 €.
Tieferliegende oberflächennahe bis mitteltiefe hydrothermale Dublette	Standortabhängig etwa 220 bis 1.000 m	Je nach Tiefe ca. 250.000 € bis 4 Mio. € (ggfs. bis zu 6 Mio. €) pro Dublette	In der Regel stellen die Kosten eine Mischkalkulation aus Bohrkosten, Bohrplatzherstellung, Miete eines Blow-Out-Preventers, Materialkosten etc. dar, sodass eine Konkretisierung der tiefenabhängigen Kosten zunächst nicht möglich ist.

ZWISCHENFAZIT

- Es ist auf jeden Fall eine Erkundungsbohrung notwendig, um die Bodenschichten und die tatsächliche Entzugsleistung feststellen zu können.
- Eine Anlagenauslegung der Erdwärmesonden ist durch die korrekte Berechnungen nach der VDI 4640 nachzuweisen.
- Eine Modellierung der Untergrundtemperaturen ist abhängig von den erwarteten Lasten (und vom realisierbaren Sondenabstand) bei Anlagen > 30 KW erforderlich.

NICHT UNTERSUCHT:

Erdwärmesonden in Salzstockhochlagen

- Bei Erdwärmesonden ab einer Teufe von 400 m ist mindestens von einer Verdoppelung der spezifischen Entzugsleistung auszugehen, wenn sie in einer Salzstockhochlage errichtet werden.
- Bei einer günstigen Kombination von Sondenteufe und Mächtigkeit der Salzstockabdeckung erreicht man mit Sonden im Salzstock, eine Verdreifachung der spezifischen Entzugsleistung.
- Bei flachen Sonden oberhalb des Salzes oder nur knapp darin führt die Summe aus dem negativen Einfluss der geringen Wärmeleitfähigkeit des Gipssteins und dem positiven Einfluss der (bis an die Oberfläche reichenden) Temperaturanomalie zu einer stark teufen- und überdeckungsabhängigen spezifischen Leistung der Sonde. Generell überwiegt hier der positive Effekt mit etwa 10 % Leistungssteigerung nur geringfügig.
- Simulationsrechnungen zeigen, dass sich in Salzstockhochlagen für mitteltiefe Sonden energetisch äußerst günstige Konstellationen ergeben können.
- Im konkreten Fall ist eine Standortstudie mit tatsächlicher Salzstockgeometrie, Sondenposition und Bedarfswerten zur optimalen Sondendimensionierung unverzichtbar.