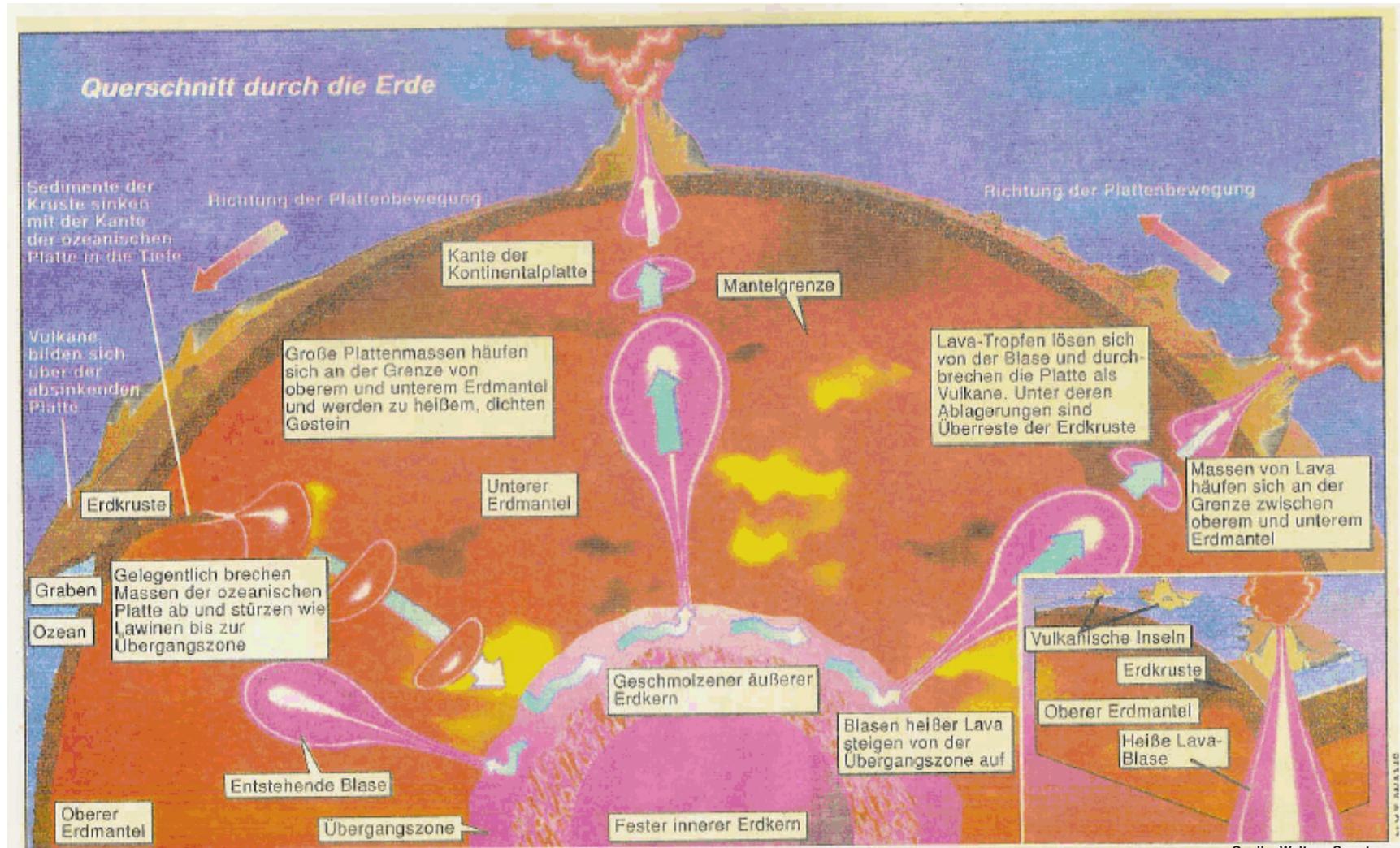


Diffusions-Konduktions-Konvektions-Geothermie mit GEOHIL-Technologie



Quelle: Welt am Sonntag

Mantelzone = ca. 86% Geothermische Energieproduktion (GEP). Kernzone ca. 14% GEP

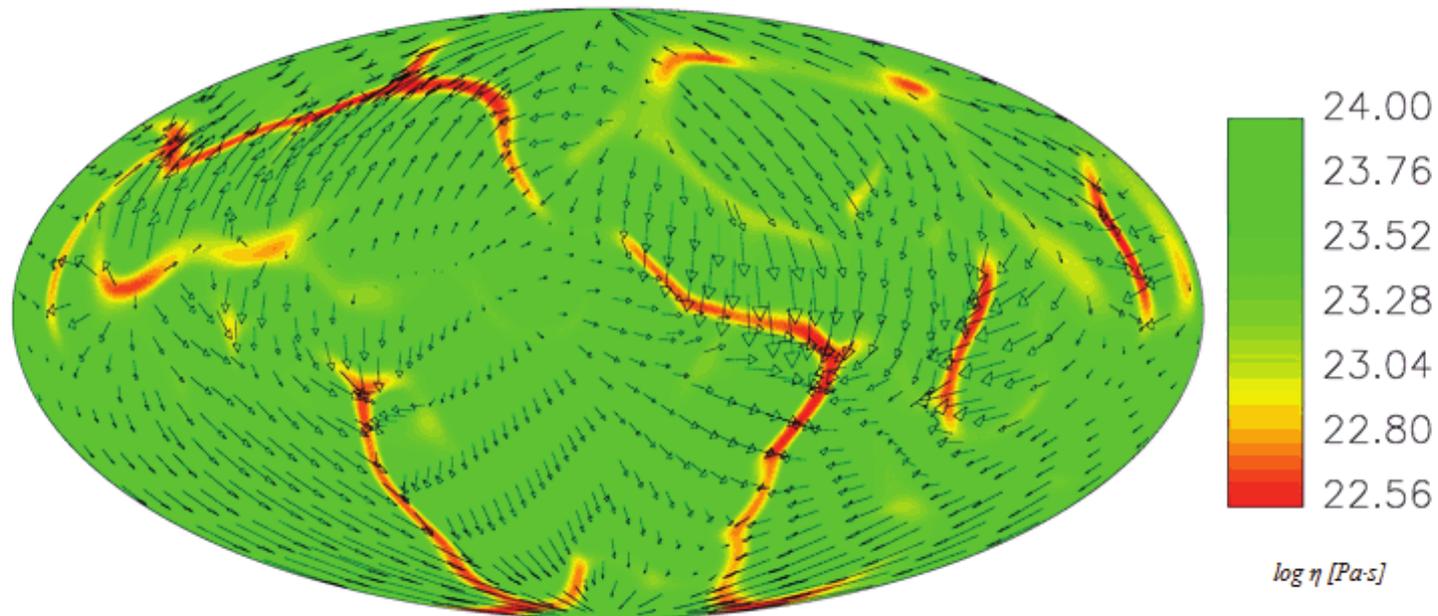


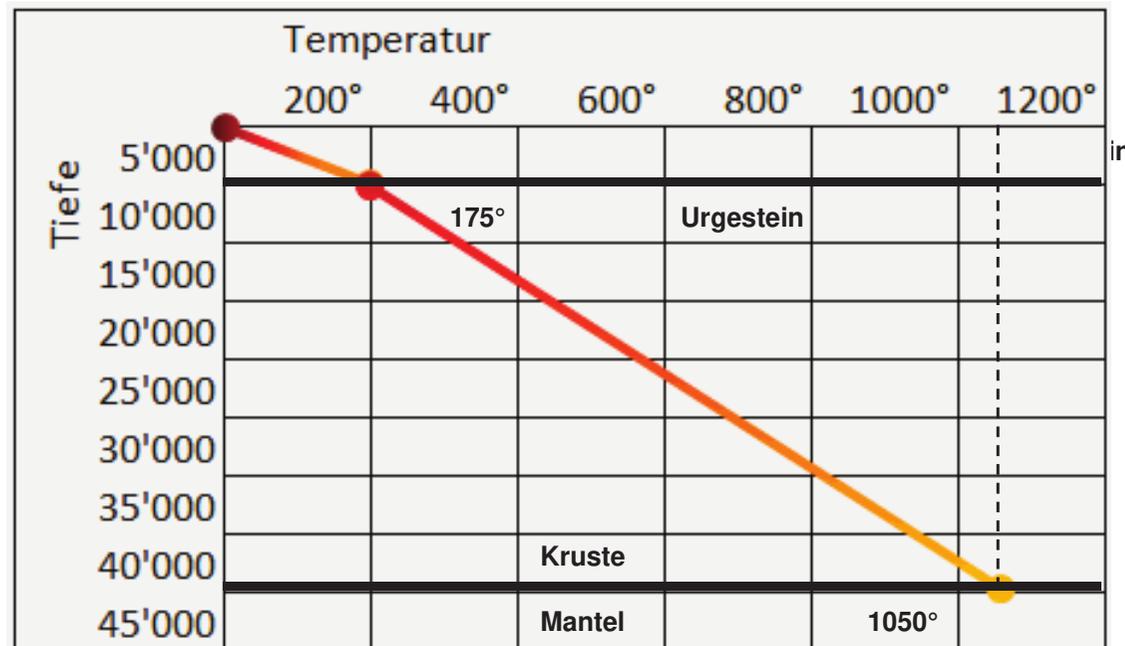
Plate-tectonic behavior of the Earth model of [\[Walzer et al.\(2004a\)\]](#)

Die Plattentektonik mit Ihrer Konvektion ist massgeblich für die gleichmässige Energieverteilung in der Mantelzone verantwortlich. Sie sorgt für eine gleichmässige Temperatur im Grenzbereich Mantel/Krustenzone, wobei die Durchgangskanäle (im Bild orange dargestellt) den Vulkanismus bedienen und für Druckentlastung sorgen (Quelle: Prof. Walzer, Universität Jena)

Temperaturprofil der Erdkruste (Mitteleuropa)



Temperaturprofil der Erdkruste



Der geothermische Gradient wird von der Wärmeleitfähigkeit der Gesteinsformation bestimmt, wobei folgende Naturgesetze gelten:

Gesteinsformationen mit geringer Wärmeleitfähigkeit verursachen einen hohen geothermischen Gradienten.

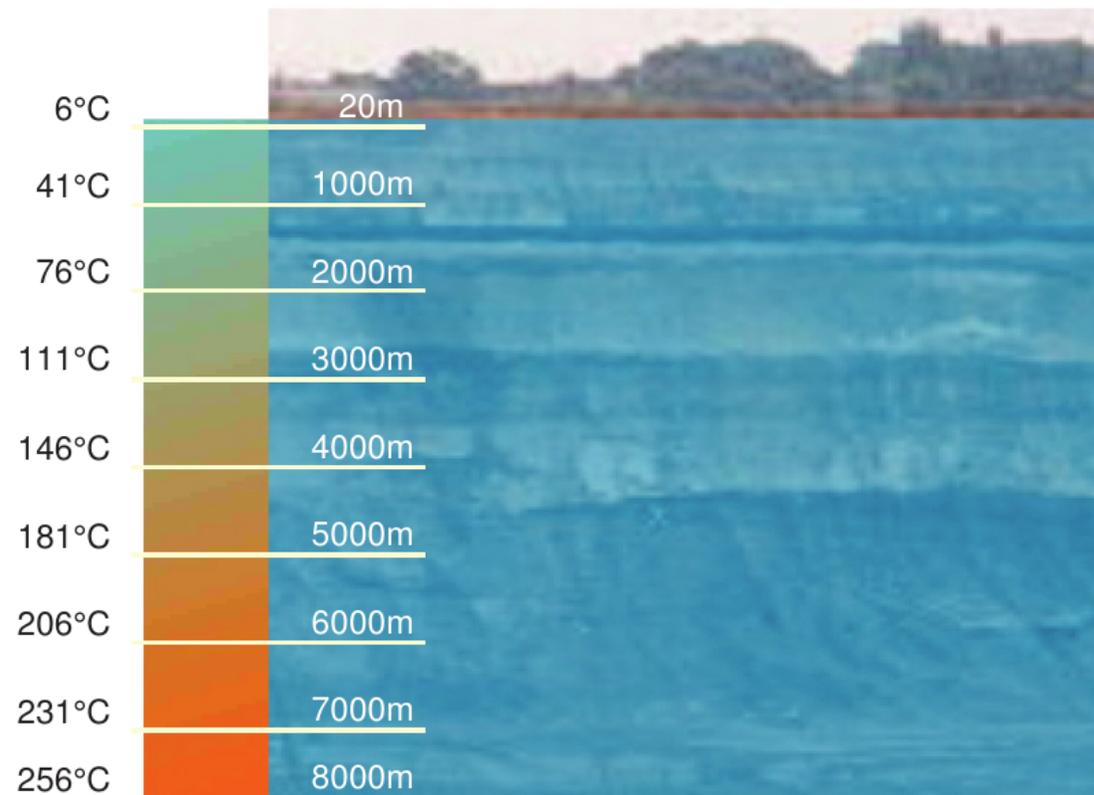
Gesteinsformationen mit hoher Leitfähigkeit haben einen niedrigen geothermischen Gradienten.

Mittlerer Gradient Sedimentgestein: 3,5 K
Mittlerer Gradient Grundgebirge: 2,5 K

Wärmeleitfähigkeit



Wärmeleitfähigkeit Gestein 15-80 mal höher
als Energiedichte in Mitteleuropa



Ab GW Horizont sind die geologischen Formationen vollständig mit Wasser gesättigt

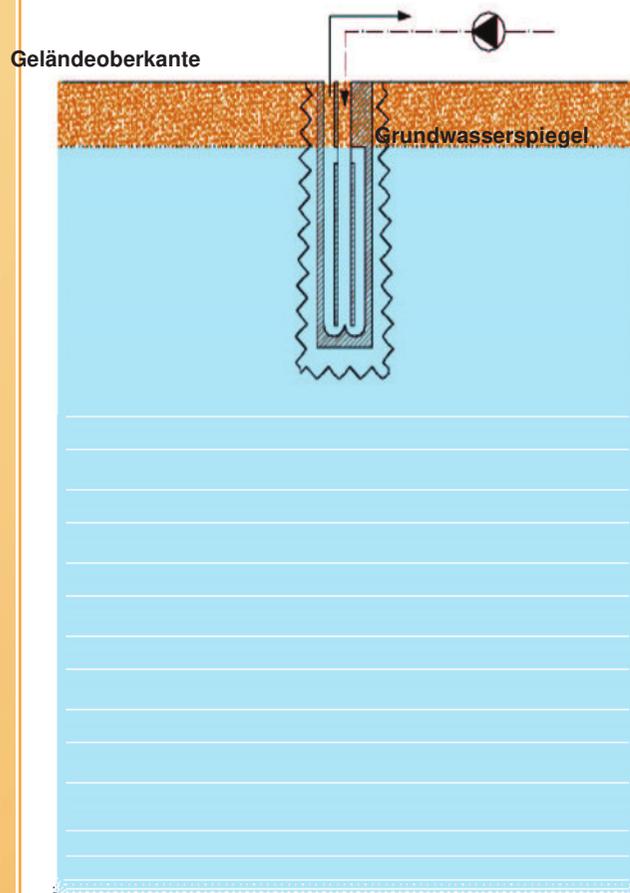
Die konduktive Wärmeleitfähigkeit der Festgesteine liegt bei 1 - 5,5 Watt/mK. Durch die Aktivierung hauptsächlich der Diffusion im Porenwasser des Festgesteins über die Temperaturdifferenz zwischen Zirkulationswasser in der Bohrung und geothermischen Gradienten im Festgestein kann dieser Wert an der Bohrlochwand vervielfacht werden. Die thermische Ringraumbeeinflussung um die Einlochbohrung wurde bei vielen Anlagen messtechnisch kontrolliert.

Wir haben es geschafft, bei konstanter Zirkulationstemperatur und Wassermenge eine dauerhaft gleiche Leistung über einen Zeitraum von über 35 Jahren (älteste Anlagen) aus den Einlochbohrungen zu gewinnen .

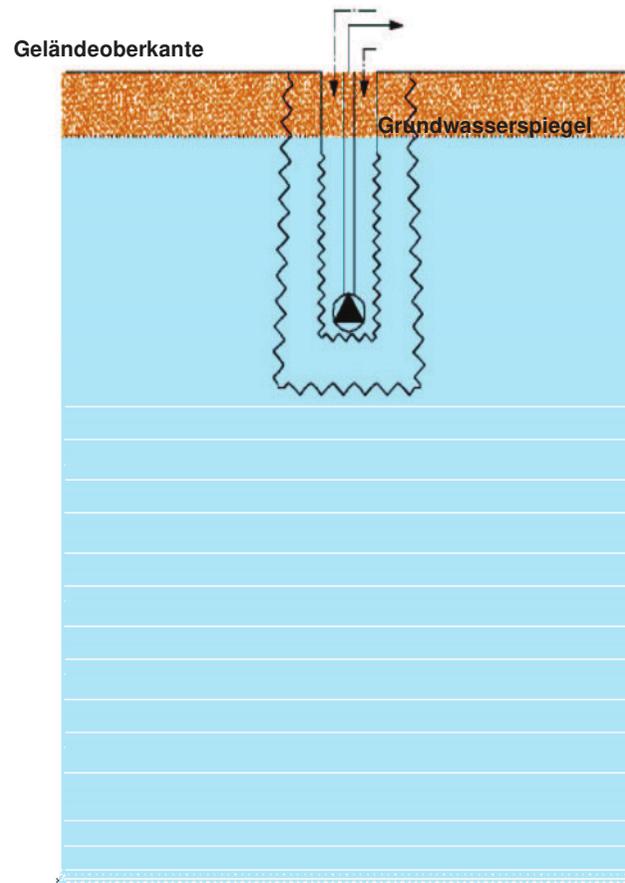
Einlochsysteme mit direkter Geothermischer Energiegewinnung



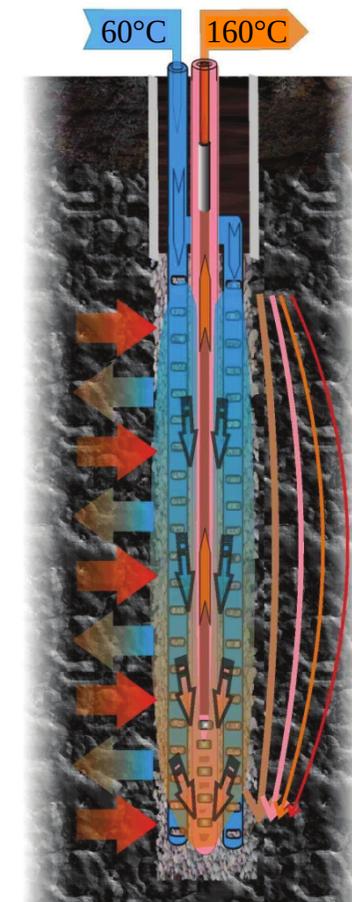
ERDSONDE-SYSTEM



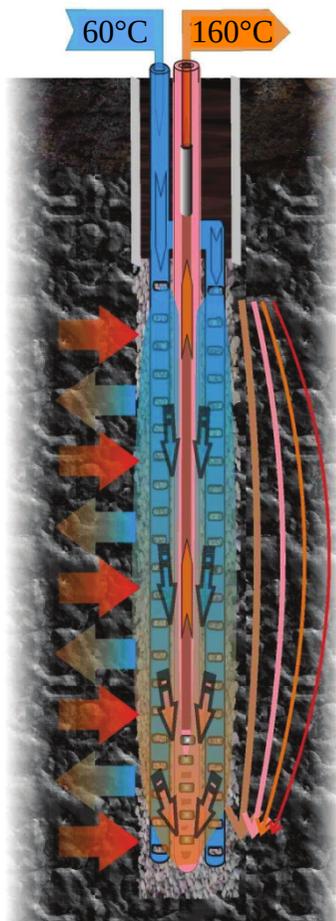
COLUMNWELL-SYSTEM



GEOHIL/GEOSTROM-SYSTEM



GEOHIL/GEOSTROM-SYSTEM



Beim GEOHIL/GEOSTrom-Verfahren erfolgt der Hauptenergietransport von Geothermischer Energie anders als bei Erdsonden- bzw. Columnwell-Anlagen durch Advektion, Diffusion und Konvektion. Die Konduktion leistet nur eine Teilmenge des Geothermischen Energietransportes. Die Ursache für die erheblich höhere Advektion, Diffusion und Konvektion liegt im Ausbau der Bohrung. Auch das GEOHIL/GEOSTrom-System ist ein gegenüber der Bohrlochwand offenes System, sichert aber den offenen Ringraum der Bohrung gegenüber der Bohrlochwand durch einen patentierten Spezialausbau.

Der Spezialausbau hat zwei Aufgaben:

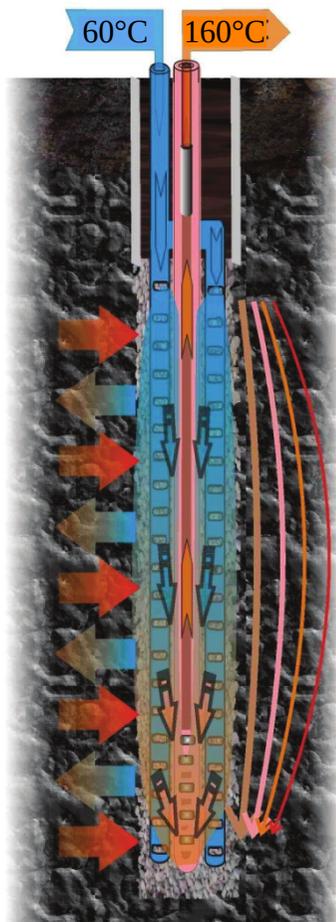
1. Er erhöht den Geothermischen Wärmetransport zur Bohrung gegenüber der Sonden- und Columnwell-Technik um ein Vielfaches durch Optimierung der Advektion, Diffusion und Konvektion.
2. Er sichert den Ringraum der Bohrung gegen Einbruch von Gesteinsmaterial, der bei Columnwell-Anlagen häufiger im Bereich tektonisch stark beanspruchter Horizonte vorkommt.

Die Optimierung der Geothermischen Wärmeströmung durch Konduktion sowie Advektion, Diffusion und Konvektion ist bei der direkten Geothermischen Energiegewinnung im Einloch-Verfahren für den wirtschaftlichen Erfolg entscheidend. Bei der richtigen Wahl der Konstruktion, wie sie bei der GEOHIL/GEOSTrom Einlochtechnologie angewandt wird, ist Sie fast überall - ohne Fündigkeitsrisiko - möglich.

GEOHIL/GEOSTROM-SYSTEM



GEOHIL/GEOSTROM-SYSTEM



Die sich um die Bohrung durch Konduktion Advektion, Diffusion und Konvektion entwickelnde Geothermische Wärmeströmung ist entsprechend den einzelnen Gesteinsformationen sehr unterschiedlich. Die genaue Ermittlung der Werte hat Jahrzehnte gedauert. Zur Ermittlung sind viele Messungen und Berechnungen erforderlich gewesen. Wir konnten Sie an vorher durch uns gebaute Anlagen, die zur Beheizung von verschiedensten Projekten mit Bohrungen in allen Gesteinsformationen und Tiefen bis derzeit 700 m vornehmen. Ein kleiner Teil der Bohrungen ist mit dem Columnwell Verfahren, der Größte Teil (ca. 350 Bohrungen) ist mit dem GEOHIL/ GEOSTrom Verfahren in Betrieb.

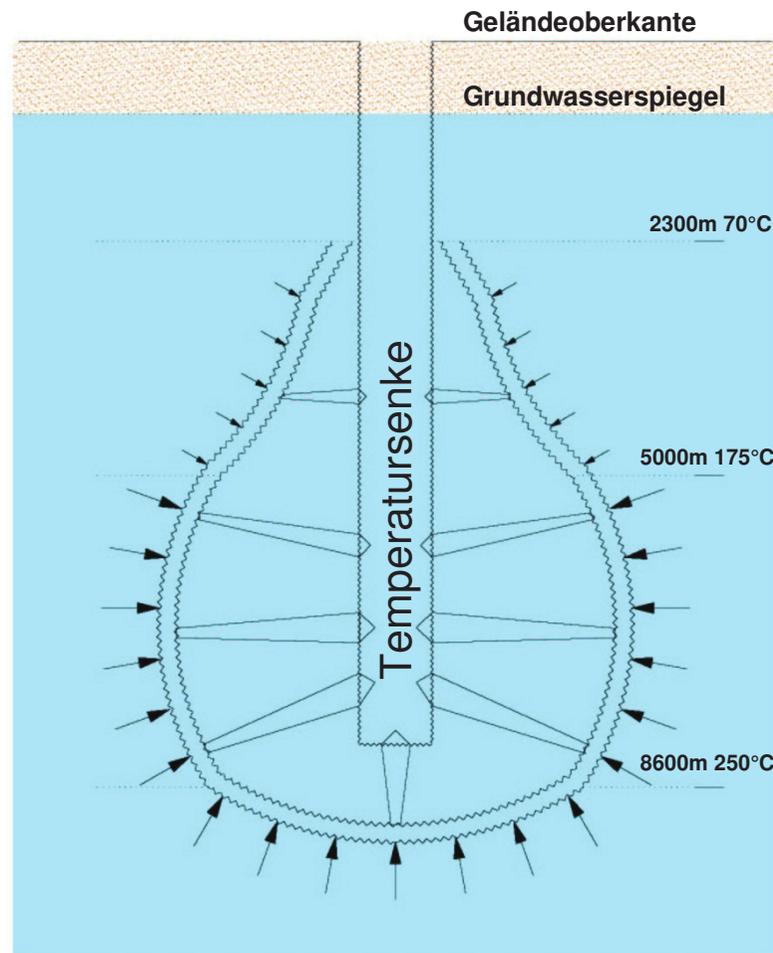
Die Vielzahl, der in unserem Besitz befindlichen Messwerte und die sich aus den Ergebnissen zeigende Kontinuität der Geothermischen Wärmeströmung über Jahrzehnte lässt uns heute genaue Berechnungen für Geothermische Wärmeströmungen mit konstanter vor berechneter Zirkulationstemperatur und Leistung im 24 h-Betrieb bei Einsatz des GEOHIL/GEOSTrom-Einlochverfahrens erstellen, welche sich in den danach gebauten Anlagen genau bestätigen.

Konvektionsraum = Energieverdichtung

Durch die komplette Wasser-sättigung des Festgesteins und Herstellung einer Temperatur-senke in der Bohrung wird eine Wärmeströmung (Diffusion) und ein Zirkulationsprozess = Konvektion ausgelöst.

Durch diesen Prozess erhöht sich die Energiedichte um die Bohrung im konvektiv beeinflussten Ring-raum.

Zusätzlich erhöhen Gezeiten-strömungen 4 x pro Tag die durch Dichte und Wichtedifferenzen aktivierte Konvektion.



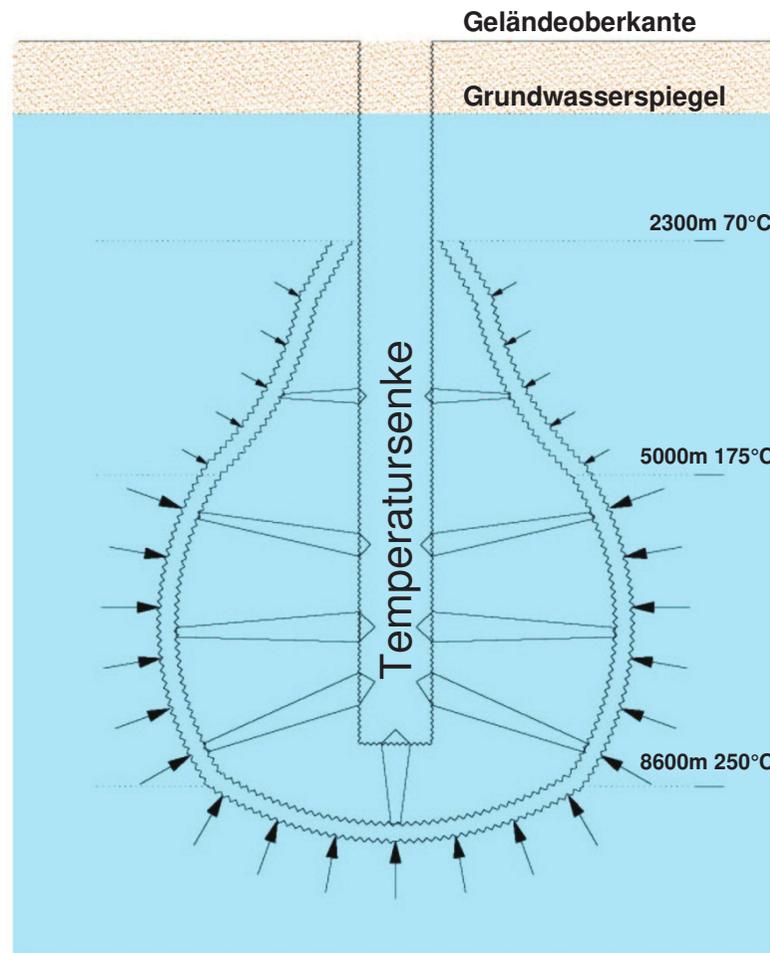
Die Konvektion ist möglich durch die in jedem Festgestein vorhandene Permeabilität, die hauptsächlich durch den Bau der Bohrung entsteht. Die Aktivierung der Konvektion über Thermodynamik im Bereich der Bohrung ist unbedingt erforderlich, da die Wärmeleitfähigkeit des Festgesteins nicht ausreicht, um einen wirtschaftlich erfolgreichen Betrieb einer GEOSTrom Anlage im Einlochverfahren zu erreichen.

Die direkte Geothermische Energiegewinnung im Einlochverfahren arbeitet mit der Herstellung einer Temperatursenke in der Bohrung. Zur Herstellung dieser Senke wird das in der Bohrung befindliche Wasser mittels Zirkulationspumpe durch den Wärmetauscher der Turbine gepumpt. Im Wärmetauscher wird dem Wasser mittels Temperaturabsenkung Energie entzogen und der Turbine zugeführt. Auf diese Weise entsteht in der Bohrung die vorbeschriebene Temperatursenke.

Energieentzug = Energienachfluss



Konvektionsraum = Energieverdichtung



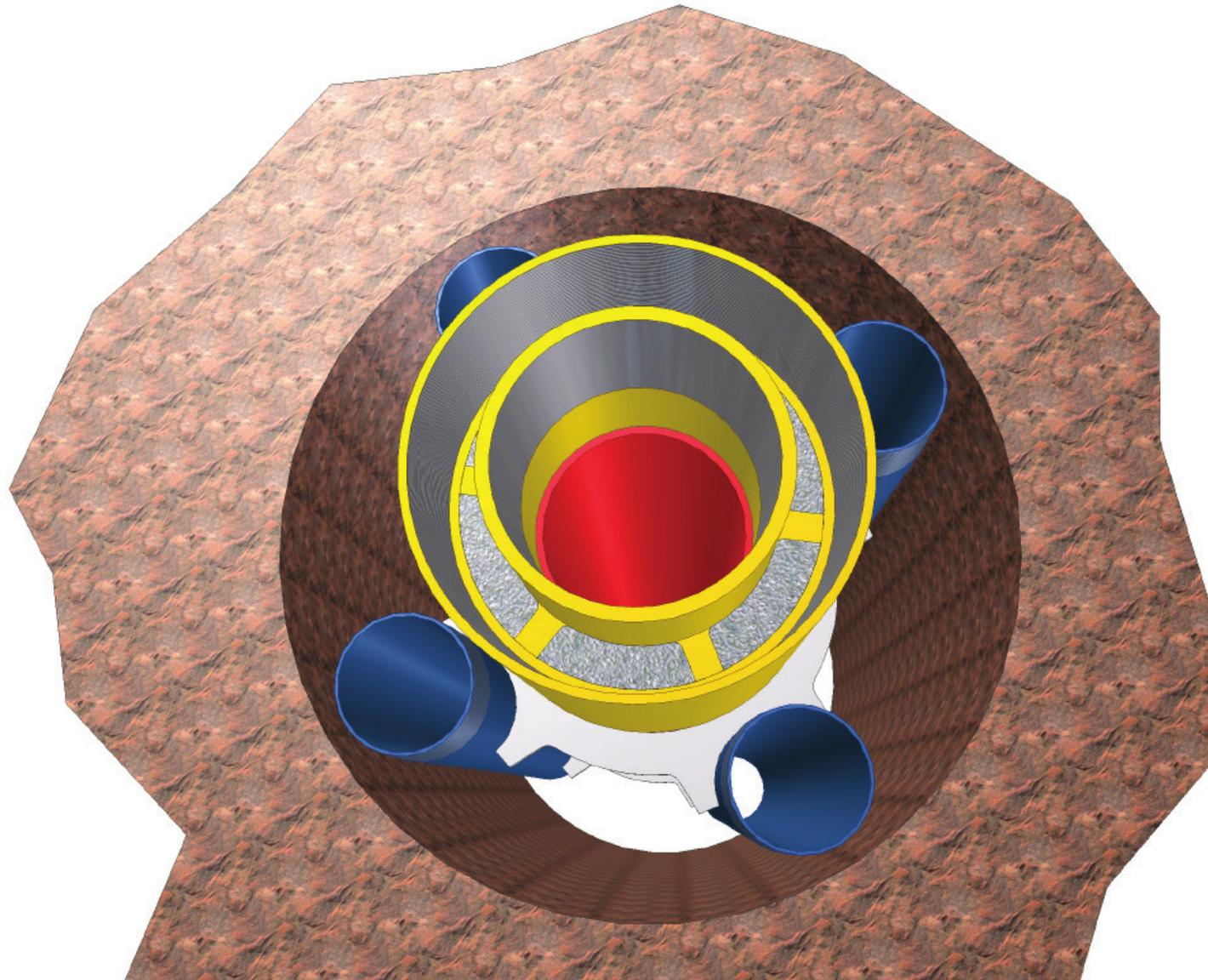
Die Geothermische Wärmeströmung gleicht über die Wärmeleitfähigkeit der Gesteine und über die durch Thermodynamik entstehende Advektion, Diffusion und Konvektion des vorhandenen Porenwassers im Gestein um die Bohrung, diese Temperatursenke bis zum berechneten und gewollten Grad wieder aus.

Das wichtigste Element dieser Technik liegt in der genauen Kenntnis der tatsächlich stattfindenden Wärmeströmungen um die Bohrung und in den einzelnen Gesteinsformationen unter bestimmten bautechnischen Voraussetzungen in der Bohrung. Denn zu dem zur Stromerzeugung erforderlichen Dauerbetrieb gilt bei dieser Technologie:

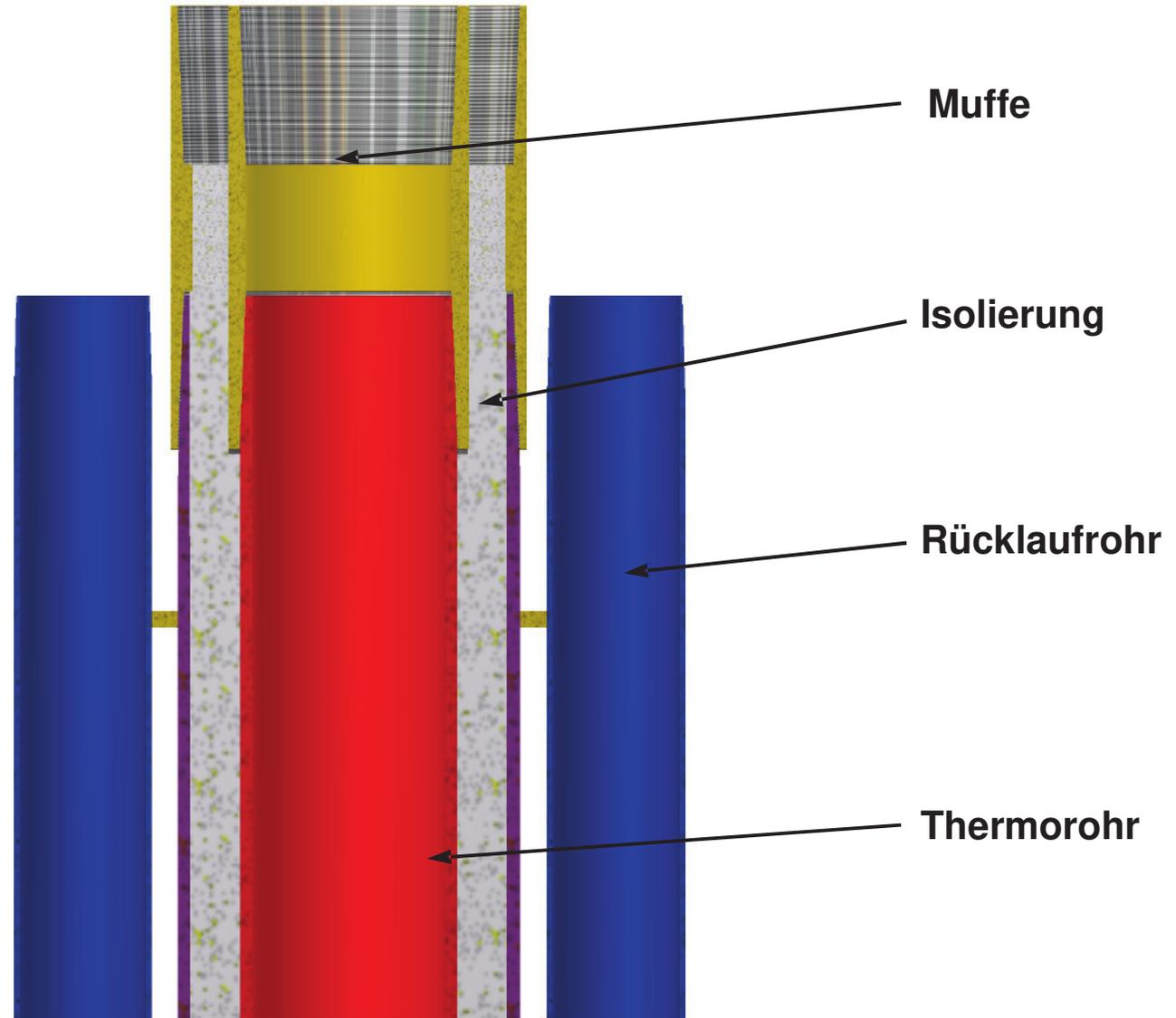
Energieentzug = Energienachfluss

Bei gleicher Zirkulationstemperatur und Menge des Zirkulationswassers.

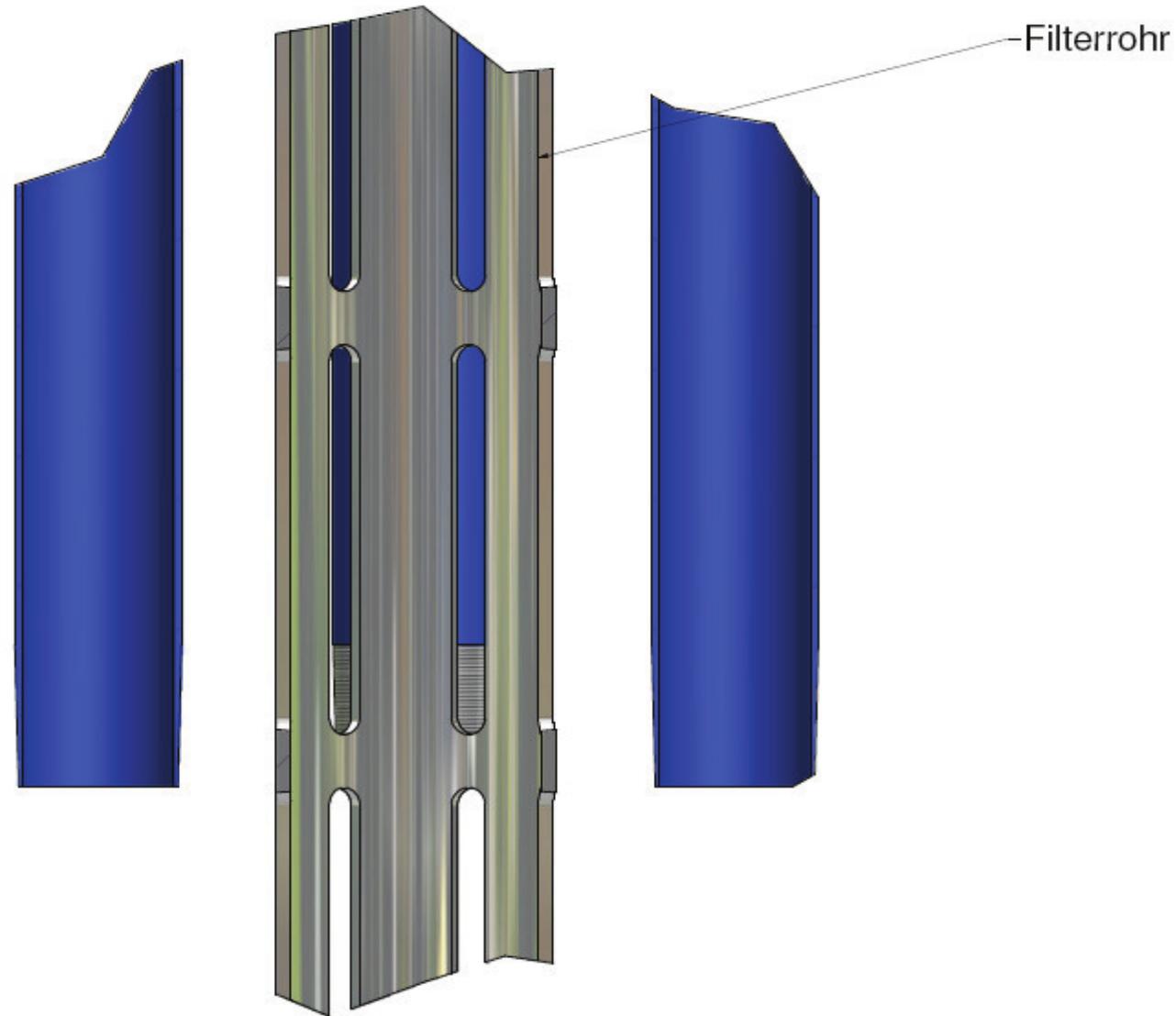
GEOHIL Thermorohr mit Rücklauf rohren und Verbindung



GEOHIL Thermorohr mit Rücklaufrohren und Verbindung

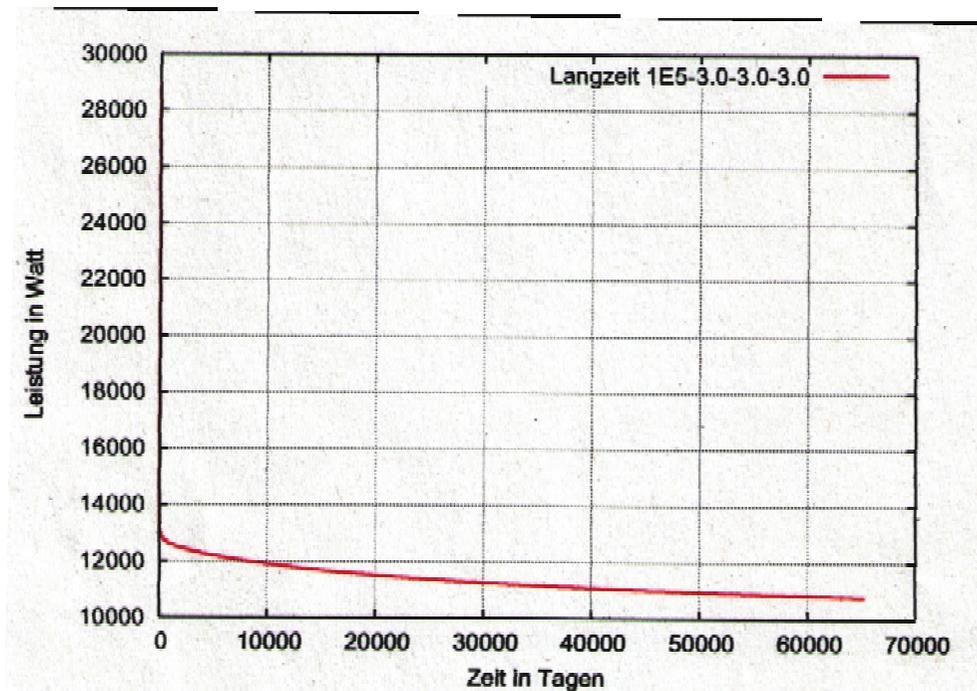


GEOHIL Rücklaufrohr



Prof. Dr. Peter Bastian, Prof. Dr. Willi Jäger
Universität Heidelberg / Interdisziplinäres Zentrum für Wissenschaftliches Rechnen

Mathematische Modellierung und Simulation des GEOHIL-Systems Validierung an bestehenden Anlagen





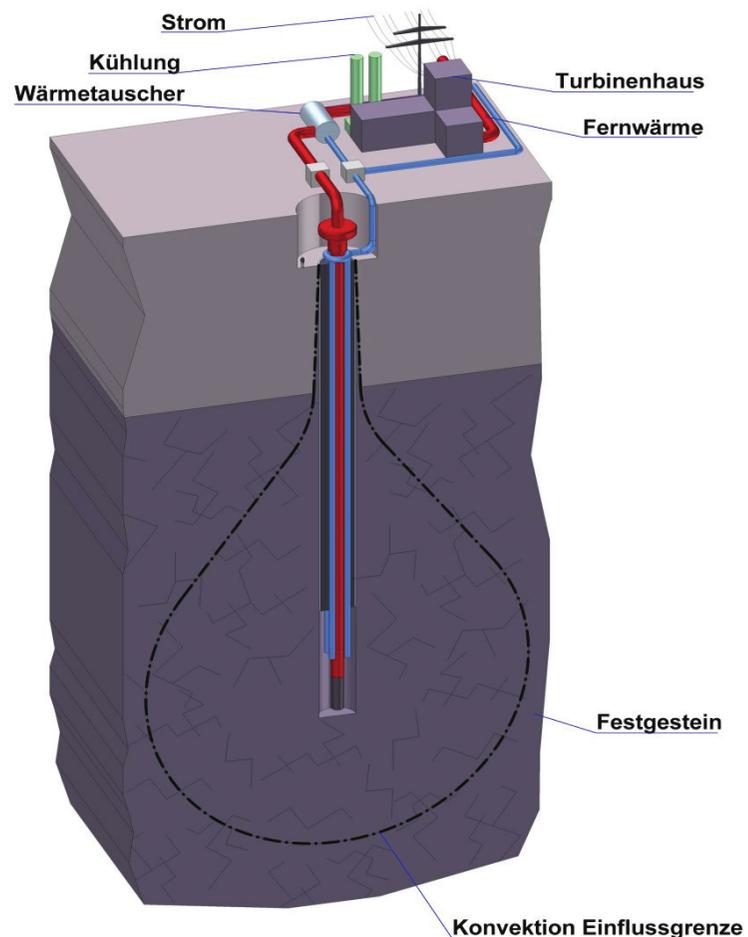
“Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass mit der vorgelegten Studie unter gegebenen geologischen Randbedingungen und Betriebsführungsdaten eine deutlich höhere thermische Leistungsfähigkeit vom gebirgs-offenen Einbohrloch-System GEOHIL im Vergleich zu geschlossenen a) Doppel-U-Sonden gemäß VDI 4640 sowie b) Koaxialsonden gemäß EWS-Simulation selbst unter ungünstigen hydraulischen Verhältnissen rechnerisch nachgewiesen wurde.“

FH Bochum, Zentrum für Geothermie und Zukunftsenergien:
Aufnahme und Dokumentation der Betriebsdaten ausgewählter Erdwärmeeinrichtungen nach dem GEOHIL-System
in der Schweiz. Bochum 2005

Diffusions- und Konvektionsbirne bei GEOHIL- Einlochtechnik zur Stromproduktion



Variante: Tiefenbohrung

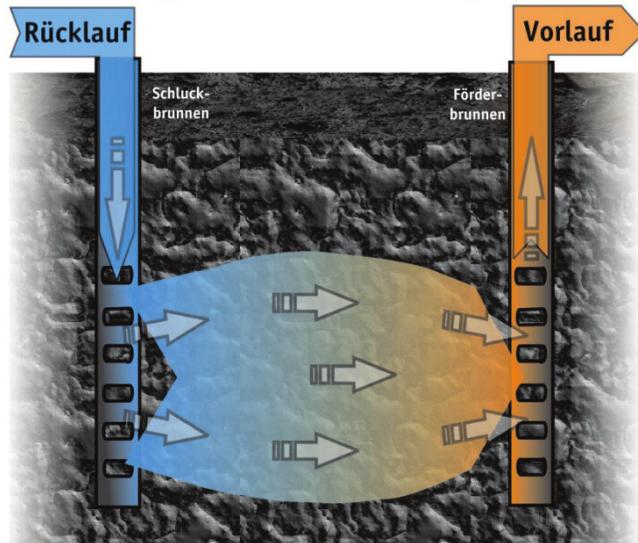


Tiefenbohrung:

Bei der Tiefenbohrung spielen die anstehenden Gesteins-Formationen in Bezug Diffusion und Wärmeleitfähigkeit eine wichtige Rolle. Sie sind letztendlich bestimmend, wie tief die Bohrung aufgrund des vorgegebenen Leistungsbedarfs (thermisch und/oder elektrisch) gebohrt werden muss.

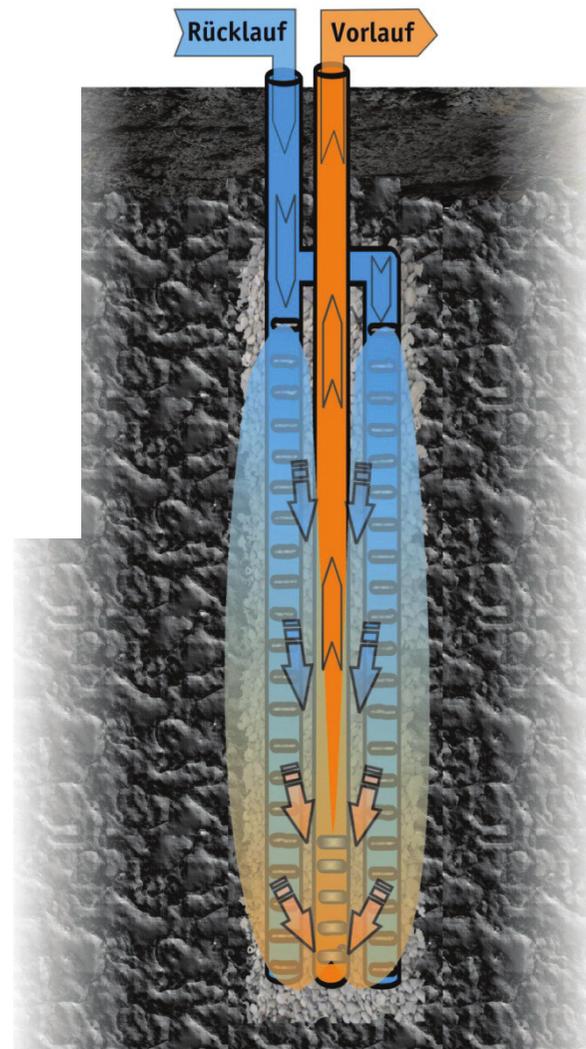
Die vorgegebenen Leistungen sind bei GEOHIL immer mittels Anpassung der Bohrtiefe erreichbar.

Saug-Schluckbrunnensystem



Bei der Saug- Schlucktechnik gibt es ein Fündigkeitsrisiko, weil für die Nutzung der Geothermischen Energie ausreichende Grundwassermengen gefunden werden müssen.

GEOHIL/GEOSTROM-SYSTEM

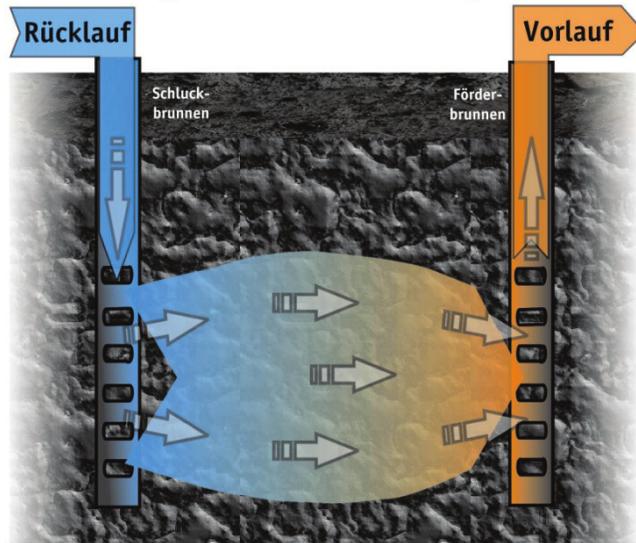


Ein Fündigkeitsrisiko gibt es bei der GEOHIL/GEOSTrom Technik nicht, da die vorhandene Erdwärmeströmung aktiviert wird und keine Wassermengen benötigt werden.

Hilfsenergien (Pumpleistungen)

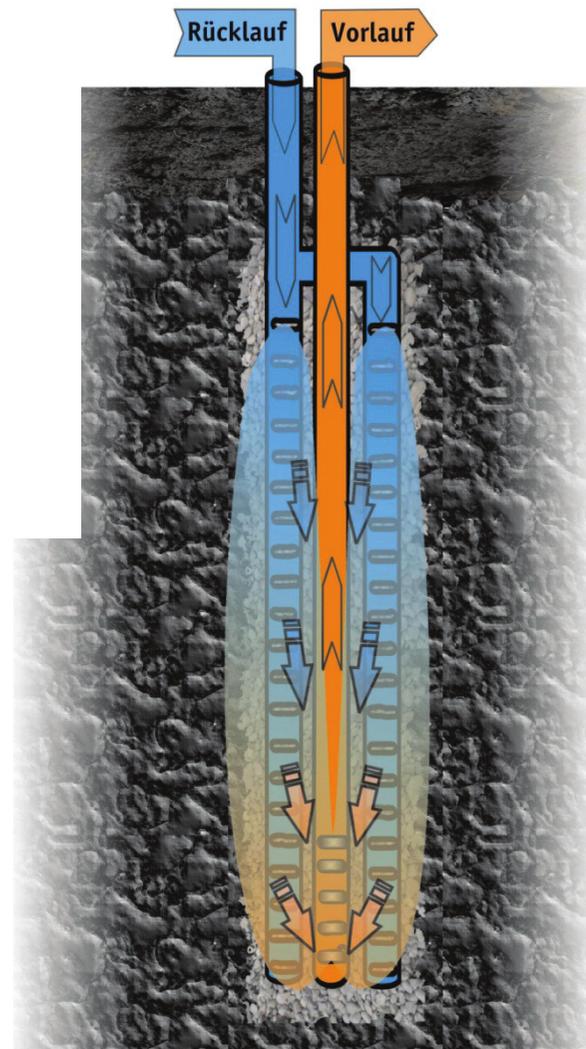


Saug-Schluckbrunnensystem



Die Saug- und Schluck Technik produziert zur Gewinnung der grossen Grundwasser Mengen (ca. 200 - 500 m³/h) im Saugbrunnen große GW Absenkrichter, um diese Grundwassermengen zu gewinnen. Im Schluckbrunnen muss Sie gegen die bestehende GW-Säule das abgekühlte Grundwasser einpressen. (Einpressdruck ca. 20-40 bar) Folge sind hohe Pumpleistungen. Die GW Mengen sind wegen der niedrigeren Temperaturdifferenz (ca. 120°C zu 70°C) und des geringeren Wirkungsgrades der Turbine erforderlich.

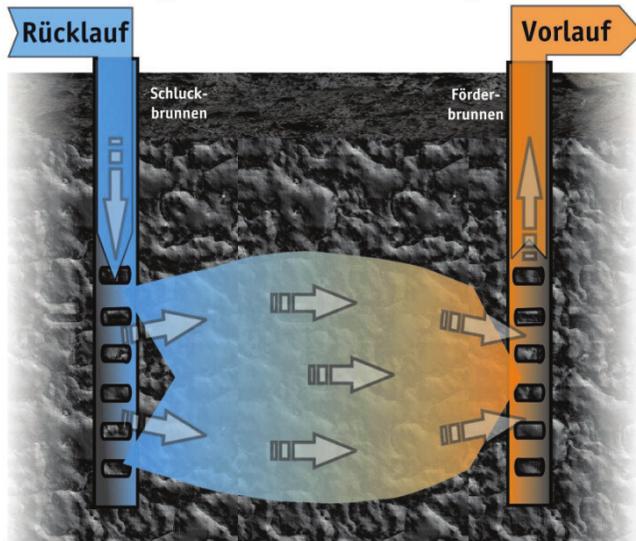
GEOHIL/GEOSTROM-SYSTEM



Die Hilfsenergien in Form von Pumpleistungen liegen bei der GEOHIL / GEOSTrom-Technik trotz der größeren Bohrtiefe bei einem Bruchteil der Saug- und Schluck-Technik, da die Zirkulationswege berechenbar sind und nach dem Prinzip der kommunizierenden Röhren arbeiten.

Auch die Zirkulationswassermenge ist wegen der höheren Temperaturdifferenz von ca. 160°C zu 60°C mit etwa 130 m³/h erheblich geringer.

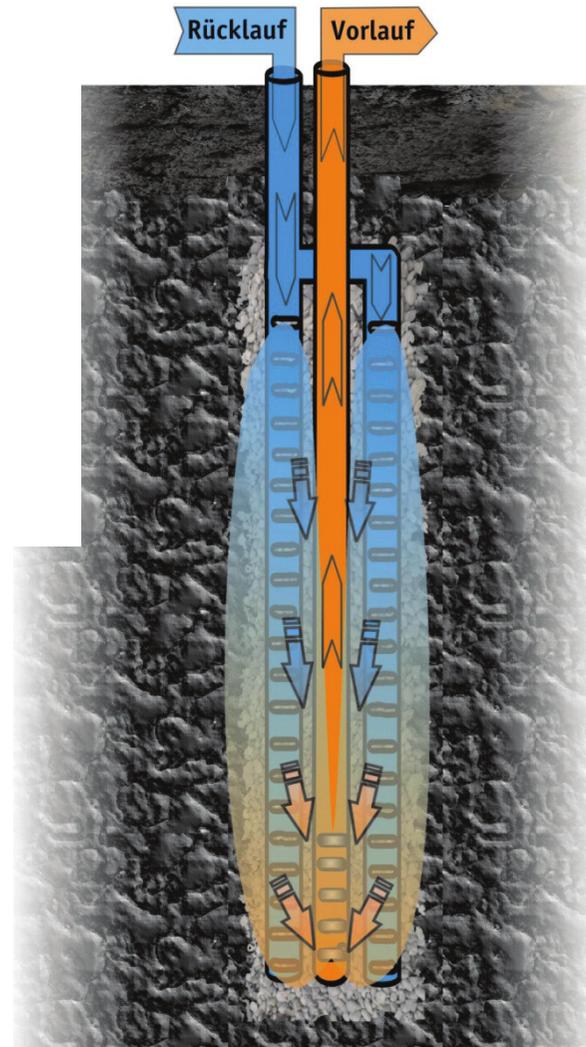
Saug-Schluckbrunnensystem



Die Saug- und Schluck Technik produziert im Saugbrunnen durch die GW Absenkungstrichter Porenwasser Unterdruck und im Schluckbrunnen durch den Einpressdruck (ca. 20-40 bar) Porenwasserüberdruck.

Dies kann Gebirgsschläge auslösen (sh. Beispiel Landau).

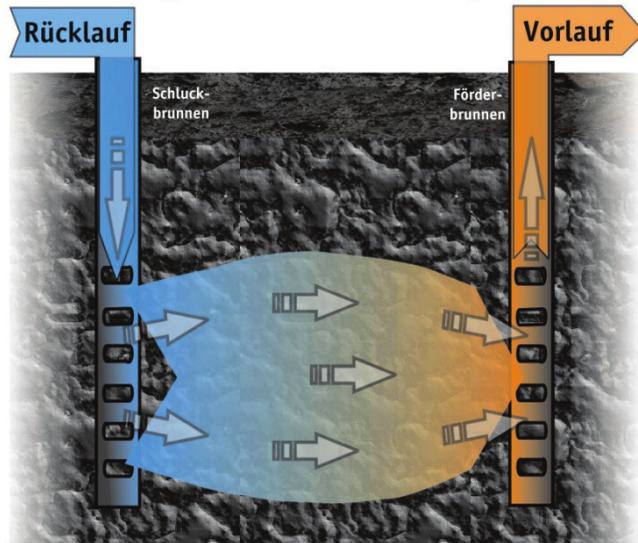
GEOHIL/GEOSTROM-SYSTEM



Porenwasserdruckveränderungen gibt es bei der GEOHIL/GEOSTROM Technik nicht, da das Zirkulationswasser mit gleicher Menge in die gleiche Bohrung zurück geführt wird, aus der es entnommen wird. Durch die berechneten Zirkulationsrohre entsteht auch kein Überdruck.

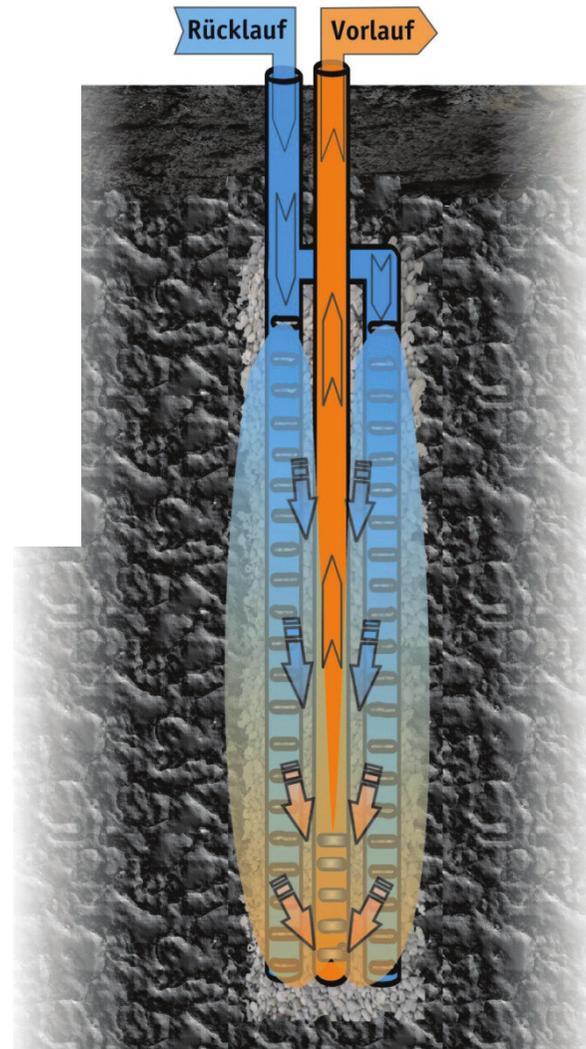
Das Auslösen von Gebirgsschlägen (Erdbeben) entfällt.

Saug-Schluckbrunnensystem



Bei der Saug-/Schlucktechnik strömt stetig frisches Grundwasser durch den Kreislauf. Dies kann durch starke Mineralisation zu kostenaufwändigen Aufbereitungsmassnahmen führen. (Beispiel Karlsruhe-Durlach)

GEOHIL/GEOSTROM-SYSTEM



Die Mineralisation des Zirkulationswassers reduziert sich bei der GEOHIL/GEOSTrom Technik auf einen Bruchteil, da immer nahezu dasselbe Wasser zirkuliert.

DIPLÔME



SALON INTERNATIONAL DES INVENTIONS GENÈVE

Après examen, le Jury International a décidé
de remettre à: Hans HILDEBRAND

pour l'invention: GEOHIL - Technique d'énergie de la terre

UNE MEDAILLE D'OR Genève, le 8 avril 2005



- Le Rapporteur du Jury -



Le Président du Comité
d'Organisation du Salon