

## Untersuchung der Wärmeausbreitung bei den TEOR-Methoden

M. Mohammed

Technische Universität Bergakademie Freiberg

### Abstract

Beim Dampfplutverfahren wird mithilfe eines erhitzten Dampf thermische Energie in die Lagerstätte gebracht. Abgesehen von den Wärmeverlusten an der Oberfläche, über die Injektionsbohrung und deren Zuleitungen sowie den Verlusten oberhalb und unterhalb der Lagerstätte, ist der größte Teil der injizierten Wärmemenge zur Erwärmung des Gesteinsmatrix' gebräuchlich.

Mit einer Wärmekapazität der Gesteinsmatrix von  $(1 - \phi)\rho_r C_r$  wird ca. 75% der der Lagerstätte zugeführten thermischen Energie zur Erwärmung des Lagerstättengesteins verbraucht (Teil 1) und nur ca. 25% verbleiben, um die Fluide in den Poren zu erwärmen (Teil 2) (angenommen die Porosität  $\phi = 25\%$ ).

Um die Effektivität des Plutverfahren zu verbessern ist den ersten Teil der Energie zu verringern, um den zweiten Teil zu erhöhen. Eine Nano-Isolierschicht (Dämmschicht) mit niedrigem Wärmeübergangszahl an der Porenoberfläche stellt eine gute Methode dar, den thermischen Kontakt zwischen dem Gestein und der Fluide zu verringern. Die Nanoschicht ist dünn genug, um die Poren nicht zu verstopfen bzw. die Anziehungskräfte zwischen der Porenoberfläche und der Nanopartikeln sollten größer als die Abstoßungskräfte sein, um die Schicht an der Porenoberfläche fest zu halten.

Die Simulationssoftware COMSOL Multiphysics wurde angewendet, um den Wärmetransport zu simulieren. Die Simulationsergebnisse zeigen, dass die Temperatur des Lagerstättenfluides verdoppelt wird, wenn die Nano-Isolierschicht den Wärmeübergangskoeffizient zum Gebirge um die Hälfte verringert.

- Die benötigte Wärmemenge wird wie folgt berechnet:

$$Q = V_b M_R \Delta T$$

$$Q = (1 - \phi)\rho_r C_r \Delta T + \phi S_o \rho_o C_o \Delta T + \phi S_w \rho_w C_w \Delta T$$

$$M_R = (1 - \phi)\rho_r C_r + \phi S_o \rho_o C_o + \phi S_w \rho_w C_w$$

- $M_R$ : Volumetrische Wärmekapazität
- $V_b$ : Bulk-Volumen der Formation
- $C$ : Wärmekapazität
- $\phi$ : Porosität
- $r, o, w$ : Gestein, Öl und Wasser

