



# Hydrothermale Reservoir im Oberrheingraben

Ingrid Stober



Strasbourg 24. Mai 2012



# **Eigenschaften geothermischer Nutzhorizonte im Oberrheingraben**

- 1. Motivation**
- 2. Geologisches Modell - Seismik - Schnitte  
Tektonik, Mächtigkeiten**
- 3. Durchlässigkeiten - Hydraulische Tests  
Produktivitätsindex, PoroPermDaten**
- 4. Chemismus der Tiefenwässer  
Sättigung, Genese**
- 5. Fazit**

# 1. Motivation

**Abschätzung des Fündigkeitsrisikos bereits im Vorfeld**

→ Temperatur, Durchlässigkeit, Aquifermächtigkeit, Hydrochemie

**Lebensdauer der geothermischen Anlage**

→ Betrieb der Anlage (Förderrate, Wärmeentzug), Abstand der Bohrungen,...

**Bergrechtliches Bewilligungsfeld**

→ hydraulischer und thermischer Einflussbereich der Anlage

**Geowissenschaftliche Informationen über den Untergrund sind bereits in der Planungsphase erforderlich, detaillierte Kenntnisse in der Bau- und Betriebsphase:**

**Informationen zur Durchlässigkeit, Temperatur, Wasserchemie, Gasgehalte, Tektonische Verhältnisse, Aquifermächtigkeit, Speicherfähigkeit, Wärmeleitfähigkeit,...**

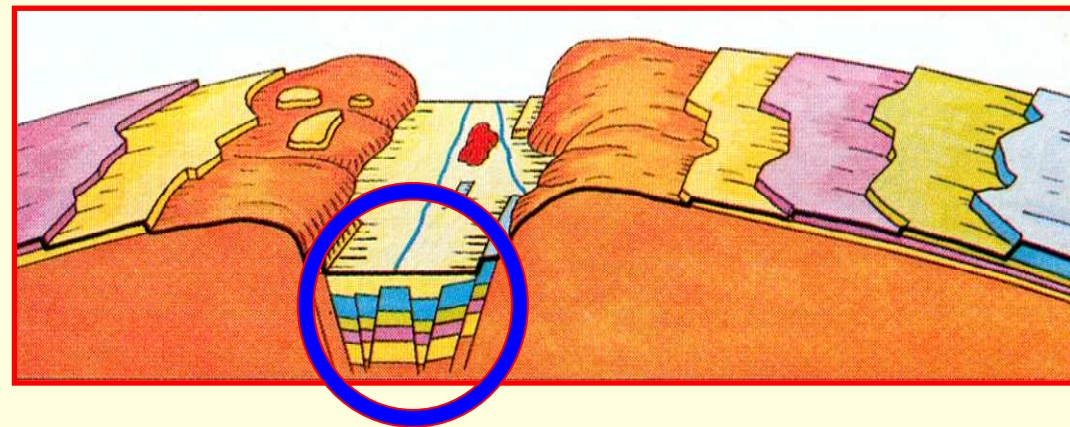
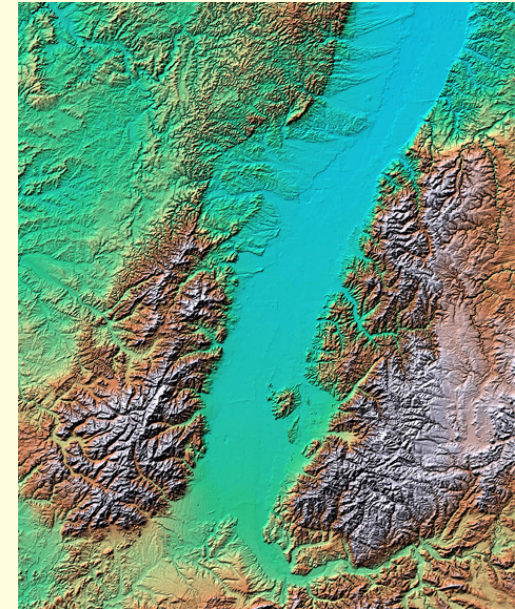
**Strömungs- und Transportmodelle, analytische Berechnungen**

## 2. Geologie

Hydrothermale Ressourcen für Wärme und Strom  
im Oberrheingraben

### Thermale Grundwasserleiter:

- Oberer Muschelkalk
- Buntsandstein
- Hauptrogenstein im Süden
- Tertiäre Sande im Norden



Oberrheingraben

# Großstrukturen

Heidelberger Loch

Karlsruher Schwelle

Rastatter Senke

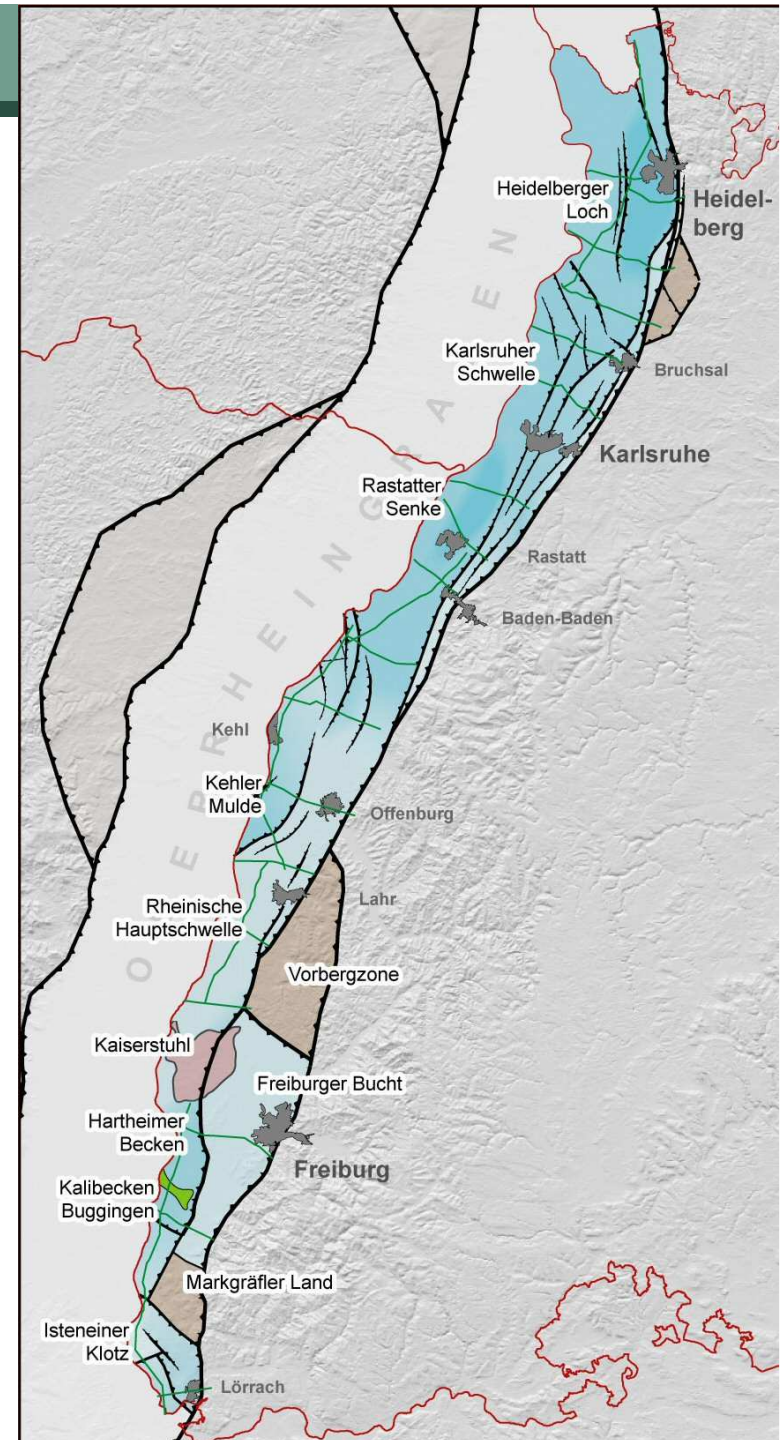
Kehler Mulde

Rheinische Hauptschwelle

Kaiserstuhl

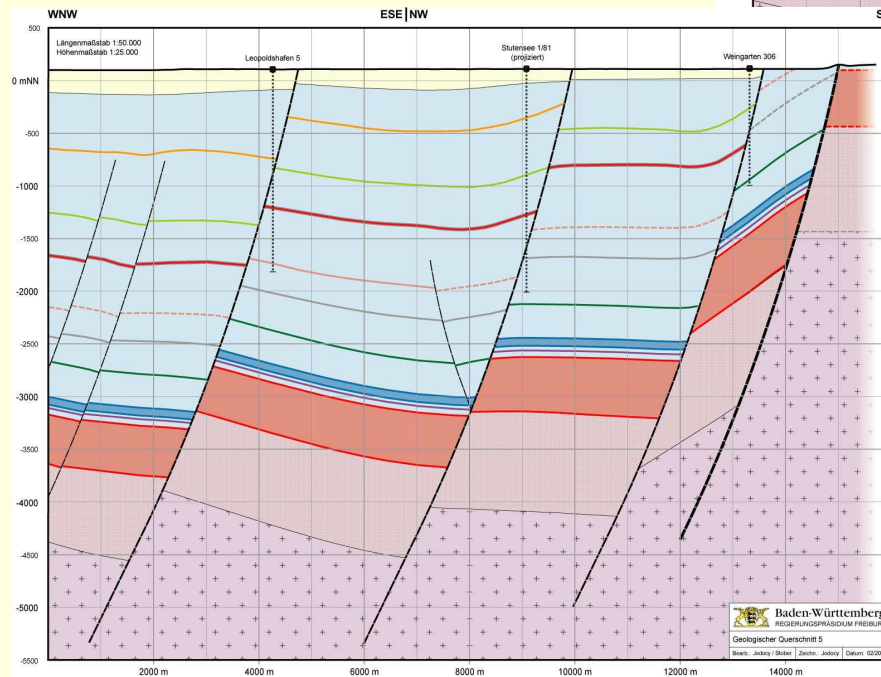
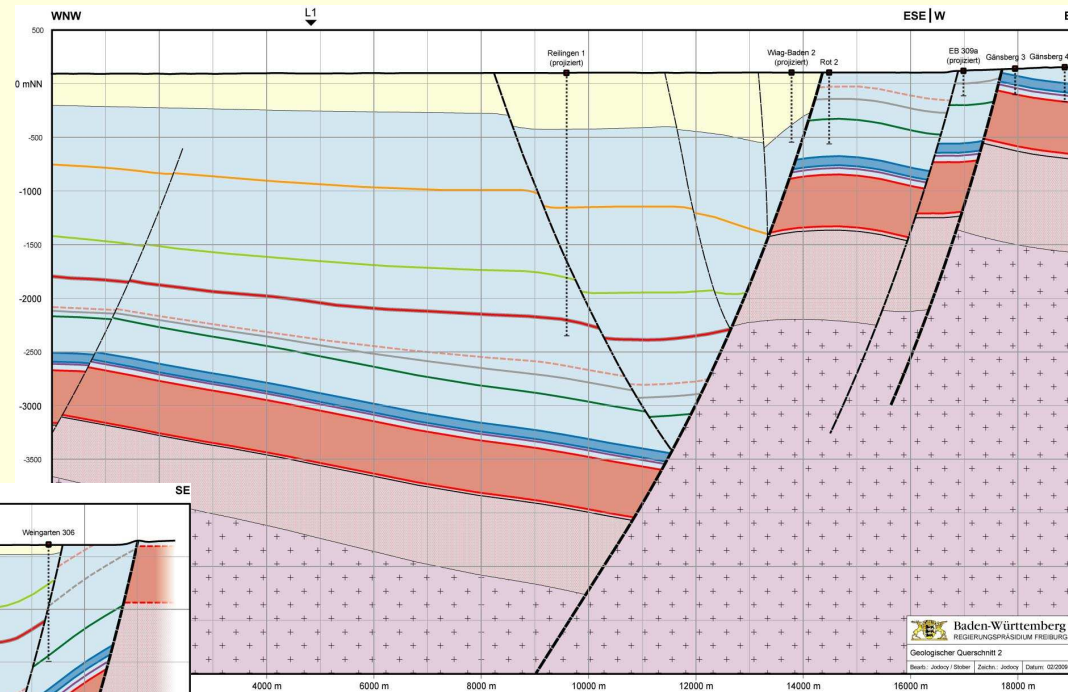
Hartheimer - u.

Kalibecken Buggingen



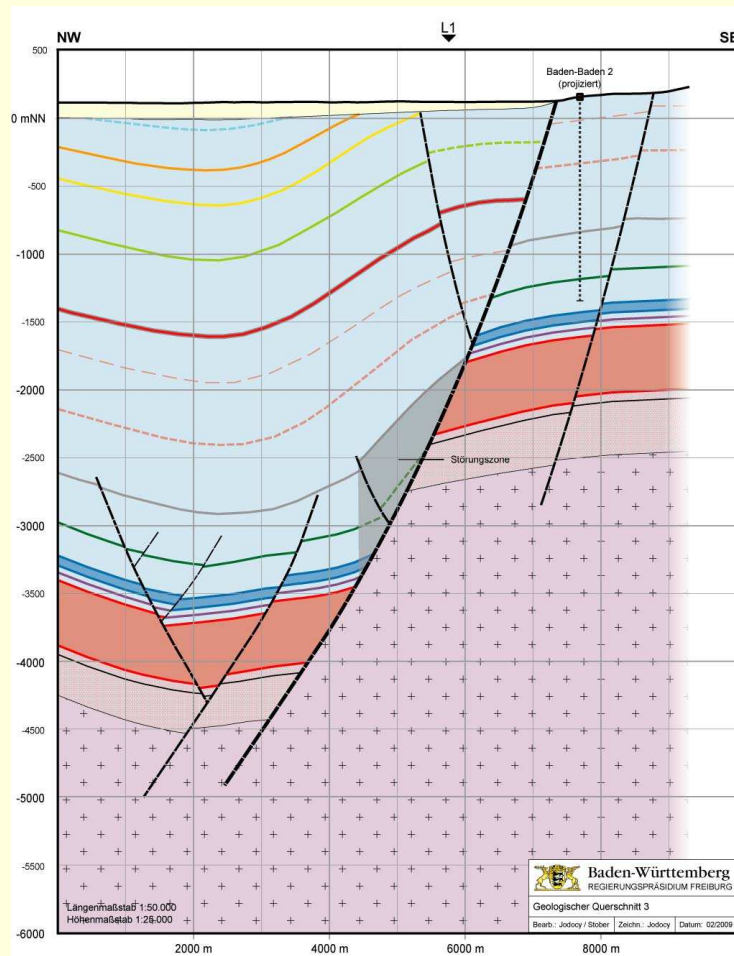
# Geologische Schnitte durch den Oberrheingraben

Südlich Heidelberg

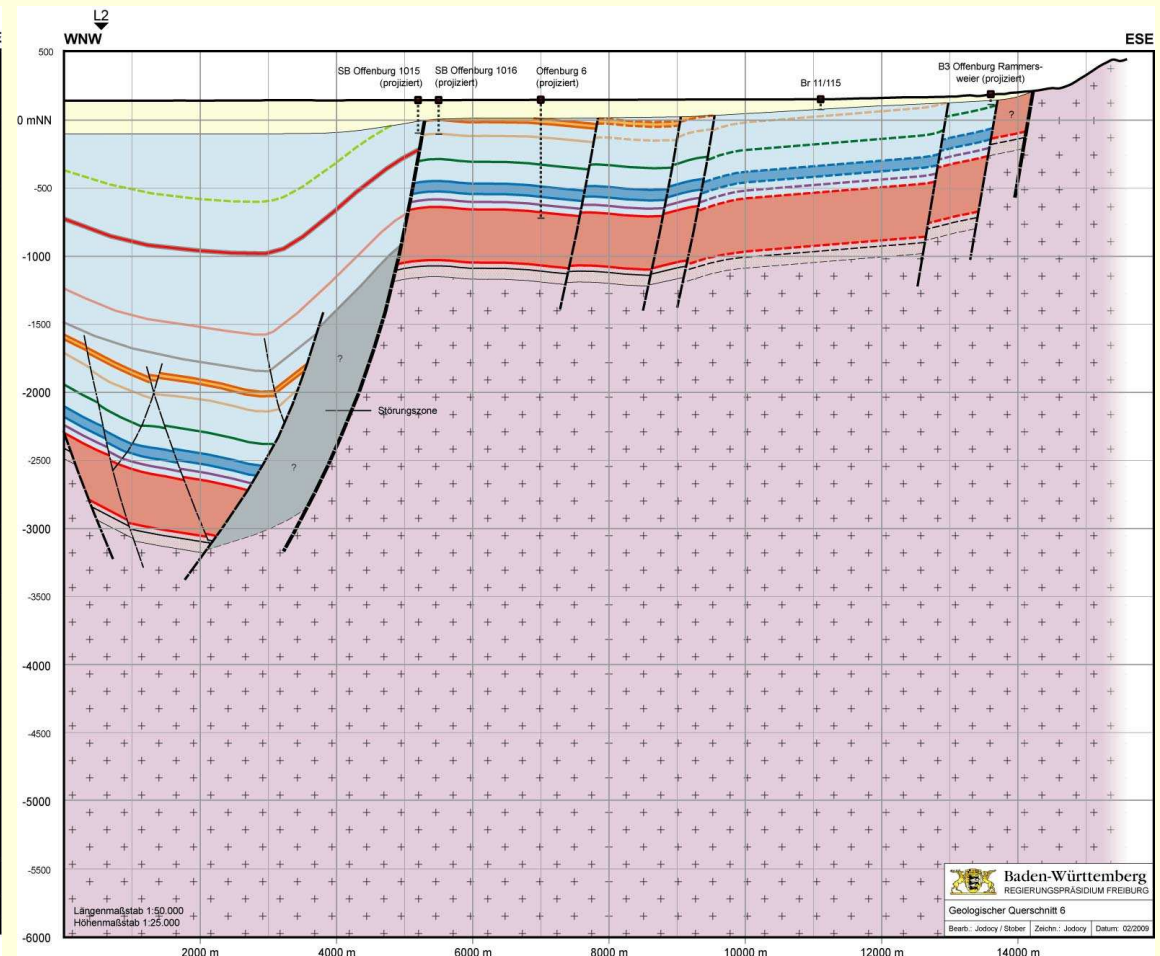


Nördlich Karlsruhe

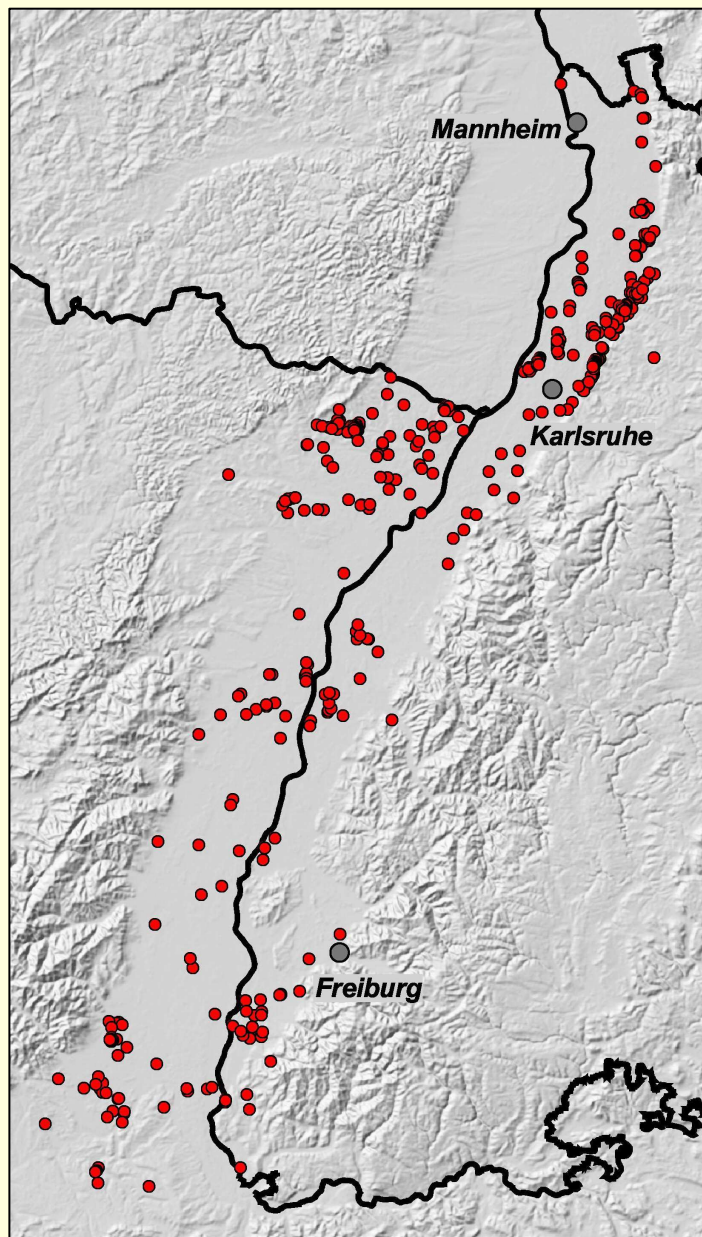
# Geologische Schnitte durch den Oberrheingraben



**Baden-Baden**



**Offenburg**



### 3. Hydraulische und hydrochemische Daten im Oberrheingraben

Bohrteufen über 500 m,  
Daten aus nicht stimulierten Bohrungen

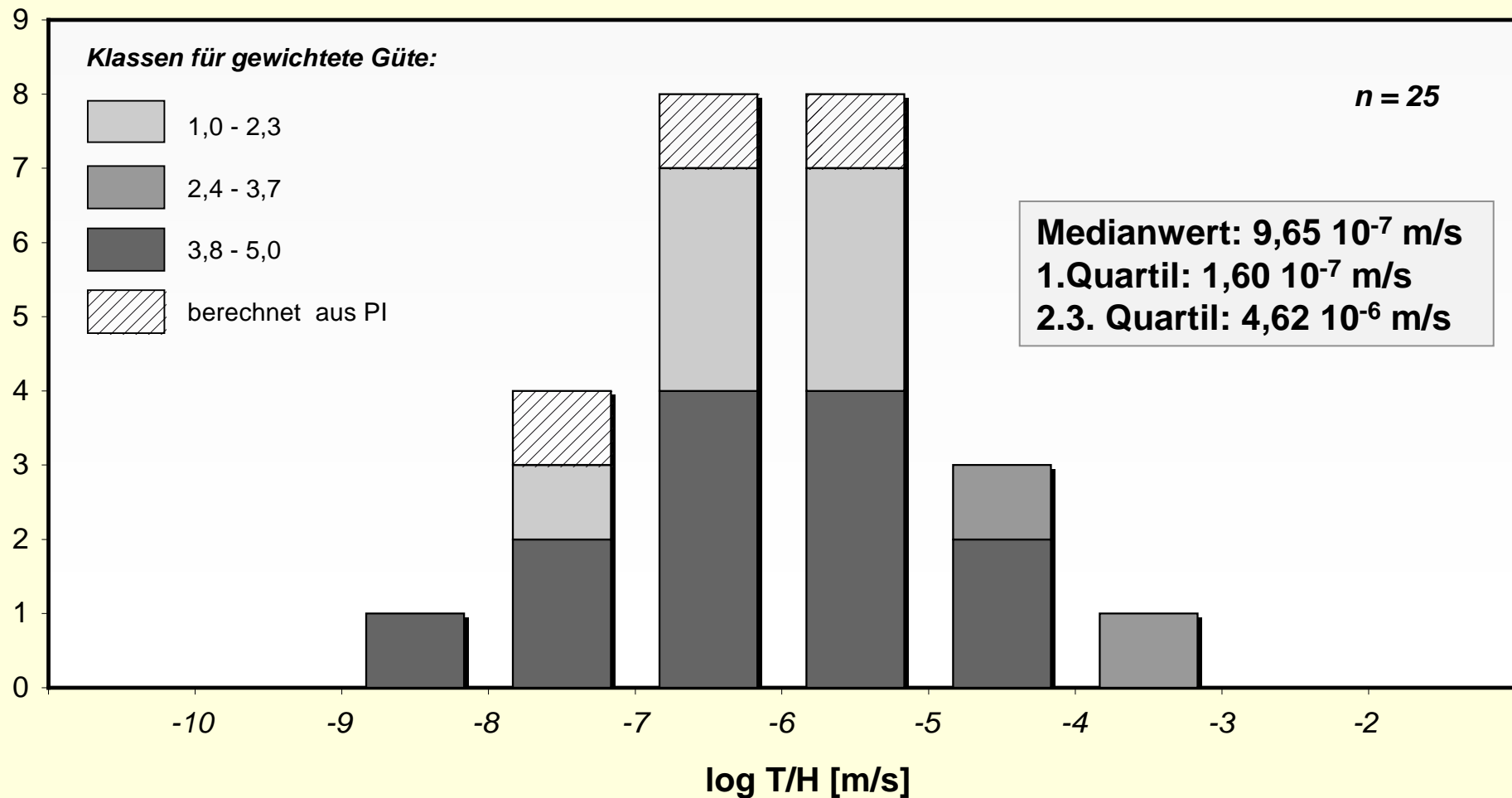
**Durchlässigkeit (T/H)** aus hydraul. Tests  
**Produktivitätsindex (PI)**, Förderrate / Druckabsenk.  
**Hydrochemische Analysen**

Hydraulische Tests in Erdöl-/Erdgasbohrungen und in Thermalwasserbohrungen sind sehr unterschiedlich

	Testdauer	Teststrecke	Aufzeichnung
<b>Bohrungen der KW-Industrie</b>	Minuten bis Stunden	wenige Meter	Druck im Testbereich
<b>Thermalwasserbohrungen</b>	Tage bis Wochen	mehrere 10er Meter	Wasserstand, oberflächen-naher Druck



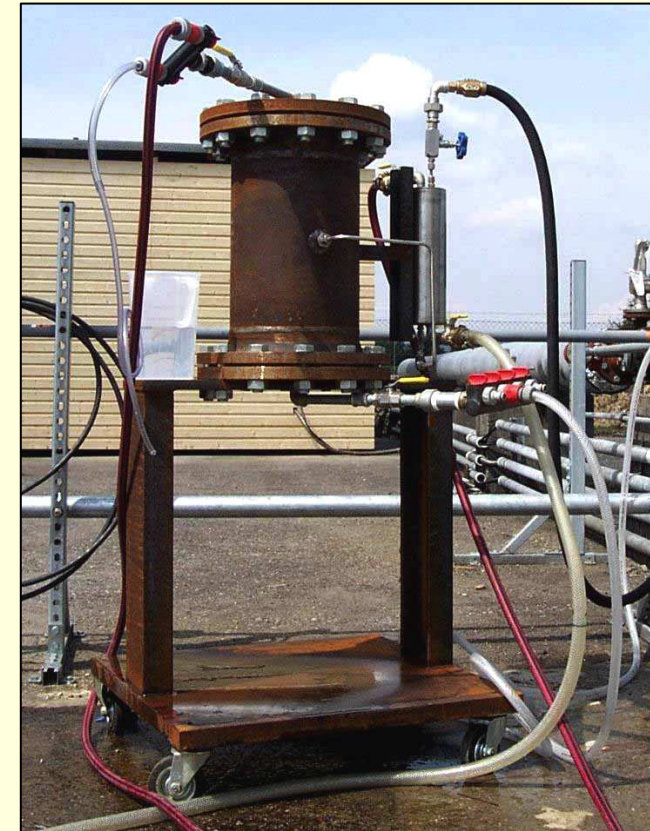
## Beispiel: Durchlässigkeiten im Aquifer des Oberen Muschelkalks -Baden-Württembergischer- und Französischer Teil des Oberrheingrabens- Hydraulische Tests



## 4. Hydrochemie

Hydrochemische Charakterisierung der  
Fluide im Untergrund

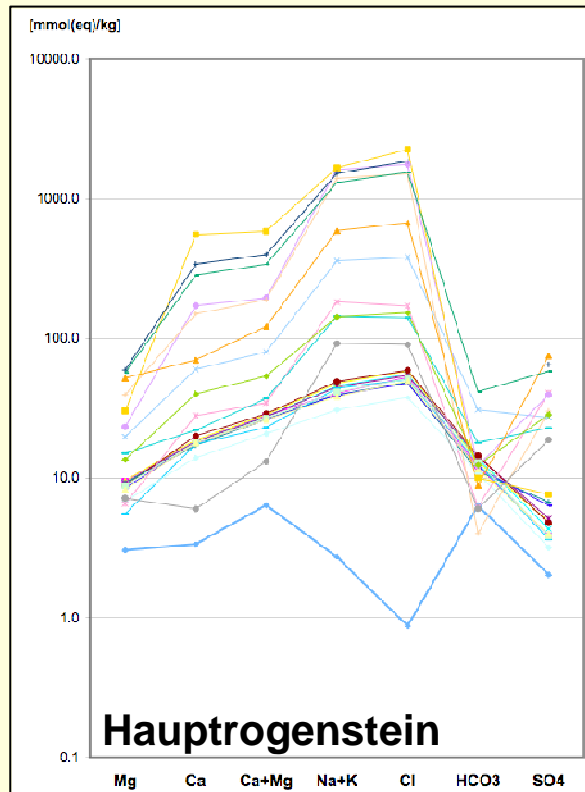
Bedeutsam für den Betrieb der Anlage



→ Ausfällungen

→ Korrosion

# Hydrochemische Eigenschaften der Tiefenwässer im ORG



## Gesamtlösungsinhalt

TDS: > 200 g/kg

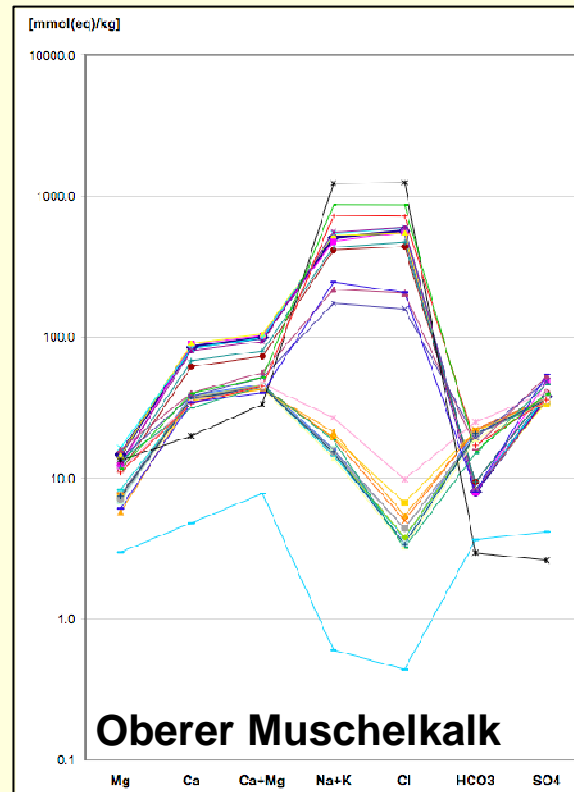
**Tiefe:** bis 2100 m

**Wassertyp** in der Tiefe:

Na-Cl-Wasser

**Wassertyp** in geringer Tiefe:

Ca-HCO<sub>3</sub>



## Gesamtlösungsinhalt

TDS: bis 75 g/kg

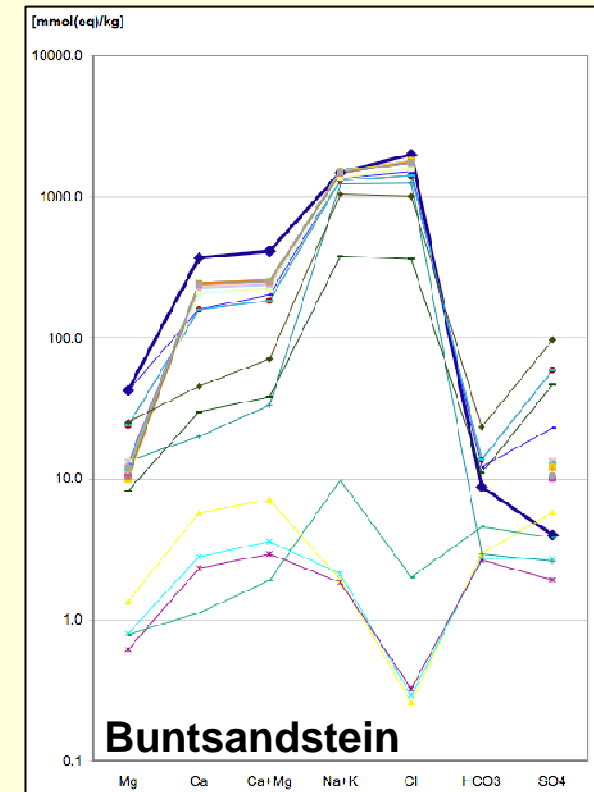
**Tiefe:** bis 2500 m

**Wassertyp** in der Tiefe:

Na-Cl-Wasser

**Wassertyp** in geringer Tiefe:

Ca-SO<sub>4</sub>-HCO<sub>3</sub>



## Gesamtlösungsinhalt

TDS: bis 130 g/kg

**Tiefe:** bis 3200 m

**Wassertyp** in der Tiefe:

Na-Cl-Wasser

**Wassertyp** in geringer Tiefe:

Ca-HCO<sub>3</sub>

## 5. Fazit: Eigenschaften der Tiefenwässer

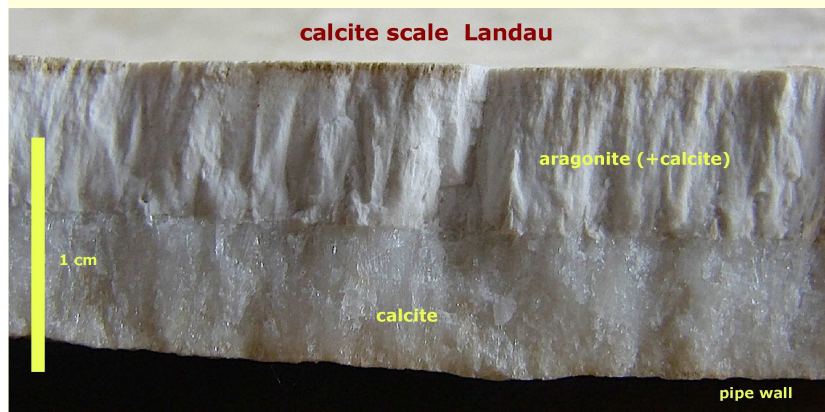
Generell sind die Wässer im Oberrheingraben hochmineralisiert (Na-(Ca)-Cl), gasreich (CO<sub>2</sub>,...)

Sorgfältige Beprobung, hydrochemische Analysen sowie thermodynamische Berechnungen notwendig

**Folgen:**

- bei Förderung (Druckentlastung) fällt Calcit aus
- (Auswahl) - bei Entgasung von CO<sub>2</sub> aus den Wässern fällt Calcit aus
- bei Sauerstoffzutritt in die Wässer fällt Eisen, Mangan aus

Die geförderten Wässer müssen übertägig in einem geschlossenen System unter einem bestimmten Druck zirkuliert werden.



Landau: Beschichtung Innenrohr



Bruchsal: Beschichtung Innenrohr



Baden-Baden:  
Leitungsrohr

## 5. Fazit

**Die Güte, Machbarkeit und Lebensdauer eines geothermischen Nutzungssystems steht und fällt mit dem Grad des Kenntnisstandes über den geologischen Untergrundes und seine Eigenschaften:**

- **Geologischer Bau, Schichtenabfolge, Lage von Störungen,**
- **Tektonische Verhältnisse (Dehnung-Kompression),**
- **Tiefenlage der thermalen Grundwasserleiter, Kluft- oder Karst-GW,**
- **Mächtigkeit des Grundwasserleiters,**
- **Hydrochemie der tiefen Wässern, Gasgehalte,**
- **Thermische Eigenschaften,**
- **Hydraulischen Eigenschaften**

**Bereits im Vorfeld: Erkundung der Eigenschaften des Untergrundes.**

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Das Projekt wird vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU, Fördernr.: 0327542, 0325136) unterstützt. Die Rohdaten wurden vom BRGM und vom WEG zur Verfügung gestellt.