

# In-situ-Mess- und Monitoringtechniken bei Geothermieanlagen

## VEGAS-Kolloquium „Flache Geothermie“

Stuttgart, 06. Oktober 2011

Norbert Klaas, Gerhard Bisch, Jürgen Braun

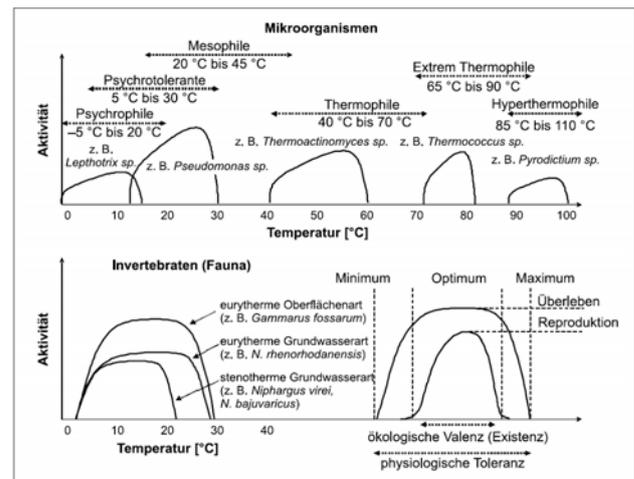


## Risiken durch Geothermie?

### Risiken durch Bohrungen



### Risiken für Aquifere



<http://www.wdr.de/Fotostrecken/wdrde/Wissen/2009/11/geothermie.jsp>

Brielmann et al. (2011)



# Sachstand

---

- Auswirkungen von Geothermieanlagen auf den Aquifer werden üblicherweise auf Grund von numerischen Modellrechnungen abgeschätzt
- Tatsächliche Messwerte zur Temperaturlausbreitung liegen kaum vor
- Es liegen auch kaum Felddaten vor zu Auswirkungen auf Geochemie und Mikrobiologie

---

## Projektverbund „geomatrix.bw“

---

Interdisziplinäre Untersuchung ausgewählter „flacher“ Erdwärmeeanlagen, um sowohl die Effizienz des Wärmeübergangs in den Sonden als auch die Auswirkung von solchen Anlagen auf den Aquifer zu beschreiben.

**TP1: Ganzjährige Nutzung von Geothermie zum Heizen und Kühlen von Gebäuden**

Anlagenbau und Nahfeldbetrachtung der Energieübertragung zwischen Sonde und Aquifer (HFT Stuttgart, ZAFH)

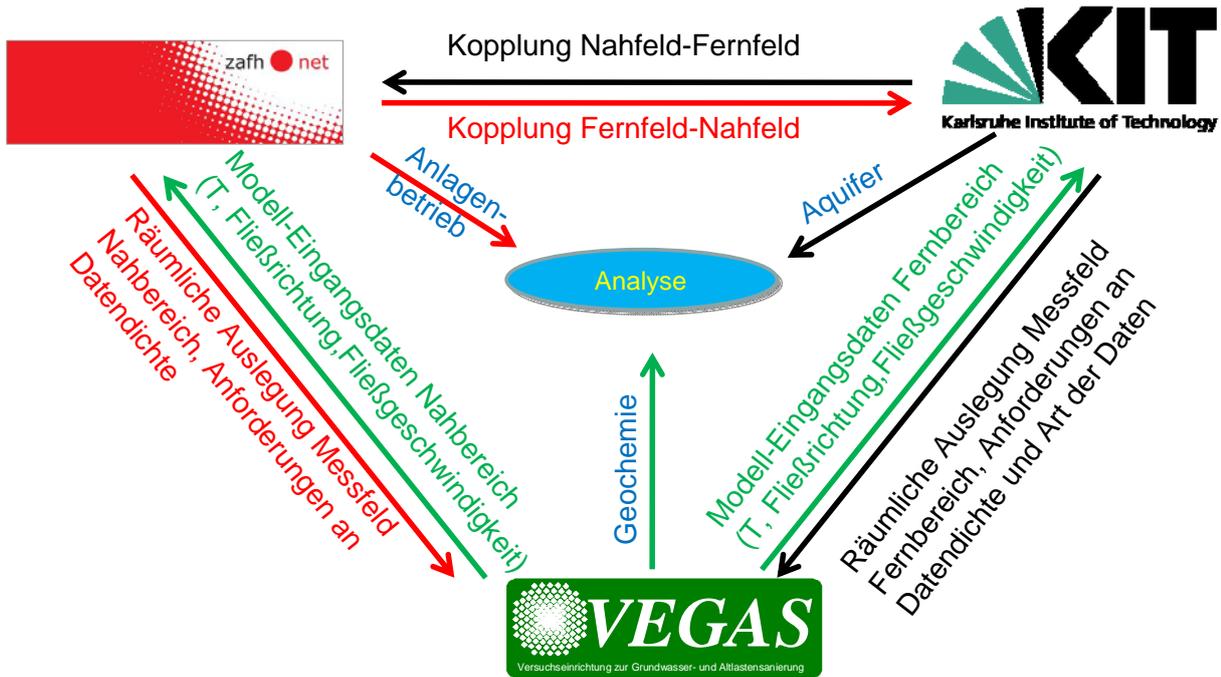
**TP2: Prozessmodellierung und Chancenanalyse oberflächennaher Erdwärme in Baden-Württemberg**

Betrachtung der Einflüsse von Wärmesonden auf das Fernfeld: Nachhaltigkeit, gegenseitiger Einfluss von Sonden, Einfluss von Leakagen auf das Grundwasser (Uni Tübingen, ZAG → KIT, Karlsruhe)

**TP3: Kosteneffiziente Messsysteme und Konzepte zur Überwachung oberflächennaher Erdwärmeeutzung**

Bereitstellung von Messtechnik und Messkonzepten zur Validierung und Verifizierung der numerischen Modelle (Uni Stuttgart, VEGAS)

# Projektverbund „geomatrix.bw“



Norbert Klaas: in-situ Messungen  
VEGAS-Kolloquium, Stuttgart, 06.10.2011

5

## „geomatrix.bw“ - Ziele

- Wissenschaftliche Begleitung von Geothermieranlagen
- Standortauswahl anhand geohydrologischer Gegebenheiten, Absicht: möglichst verschiedene Anlagentypen
- Von TP1 und TP2 zu entwickelnden numerischen Modelle werden durch die Ergebnisse der begleitenden Messtechnik (TP3) validiert und verifiziert
- Erarbeitung von Monitoringkonzepten
- Gewinnung eines erweiterten Prozessverständnisses für Einrichtung und Betrieb geothermischer Anlagen
- Minimierung des potentiellen Risikos der Erdwärmenutzung
- Verbesserung der Einsatzmöglichkeiten



Norbert Klaas: in-situ Messungen  
VEGAS-Kolloquium, Stuttgart, 06.10.2011

6

# Auswahlkriterien Feldstandorte

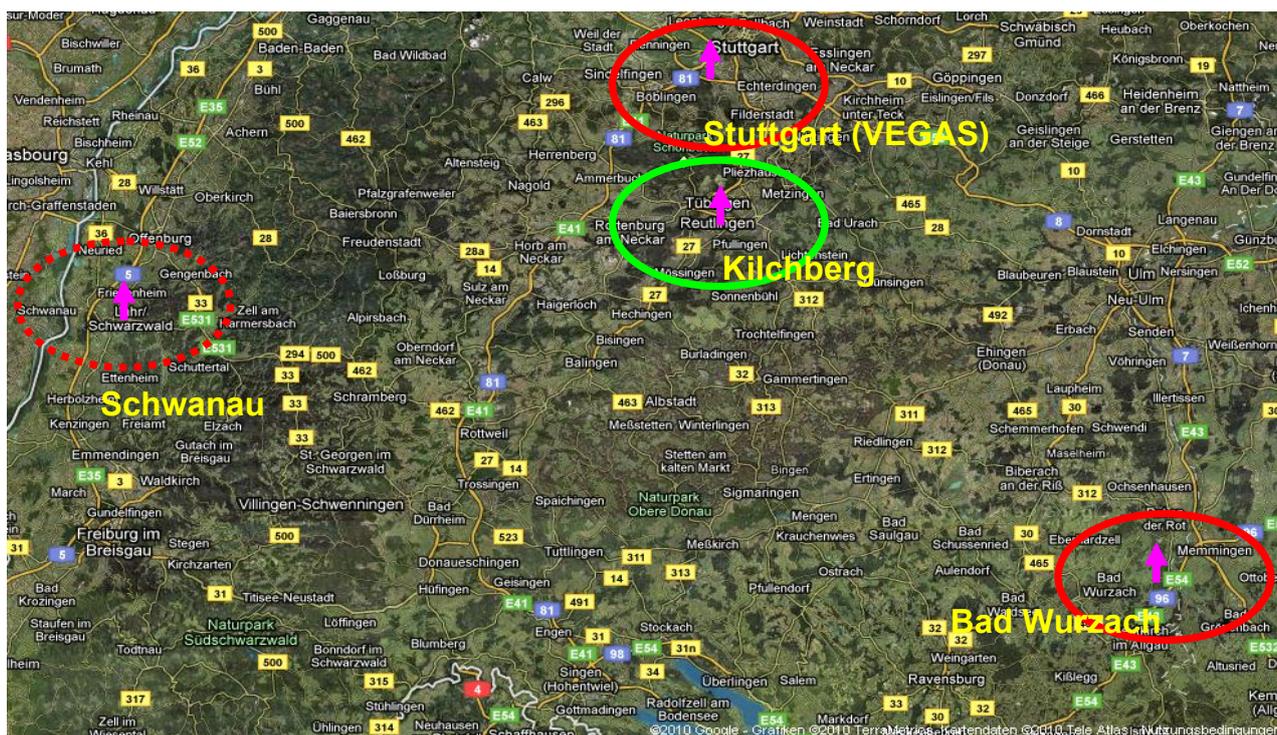
- Bereitschaft des Betreibers zur Kooperation
- Möglichst Abdeckung aller Varianten und geologischer Situationen
- Zeitliche Synchronisation mit Projektlaufzeit
- Vorerkundung ausreichend
- Klärung rechtlicher Fragen
  - Verbleib der Einbauten nach Projektlaufzeit
  - Probleme mit Stiftungsrecht (Datenweitergabe)
- Anforderungen aus modelltechnischer Sicht (exakte Lage der EWS)



Norbert Klaas: in-situ Messungen  
VEGAS-Kolloquium, Stuttgart, 06.10.2011

7

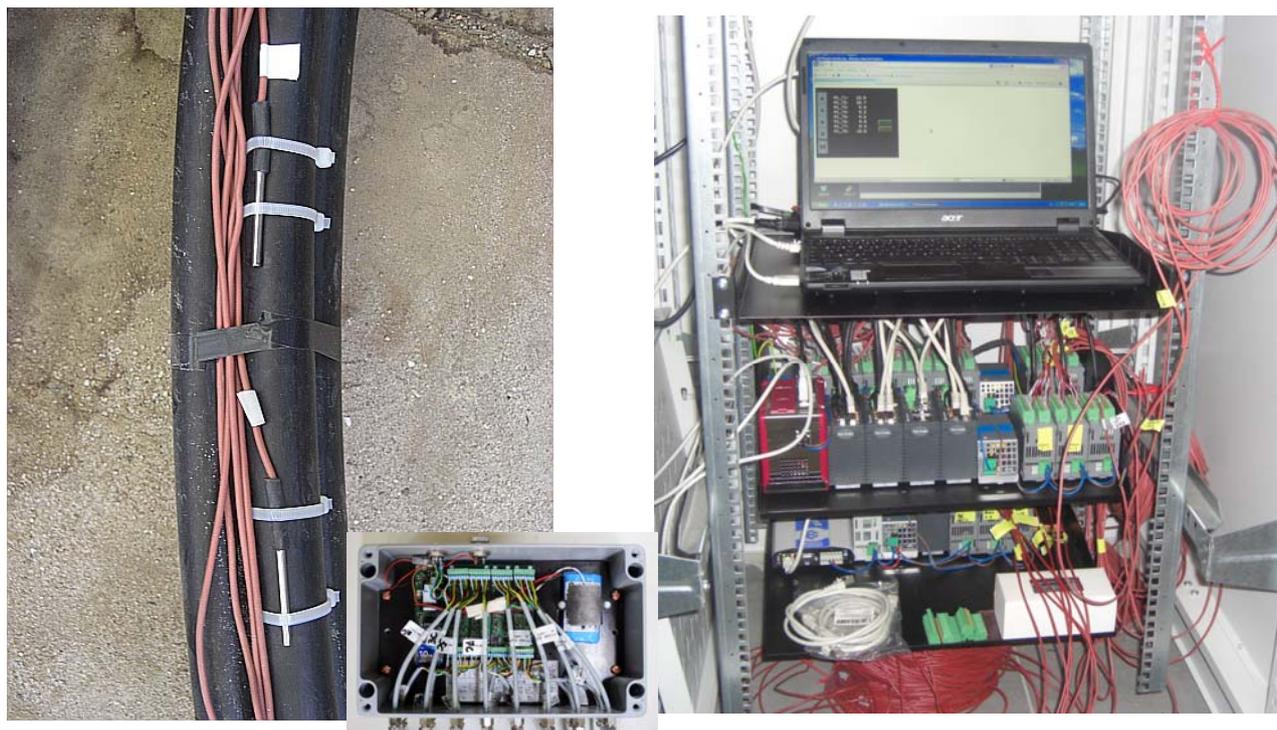
## Feldstandorte



Norbert Klaas: in-situ Messungen  
VEGAS-Kolloquium, Stuttgart, 06.10.2011

8

# Temperaturmessung



# Probennahme und Analytik



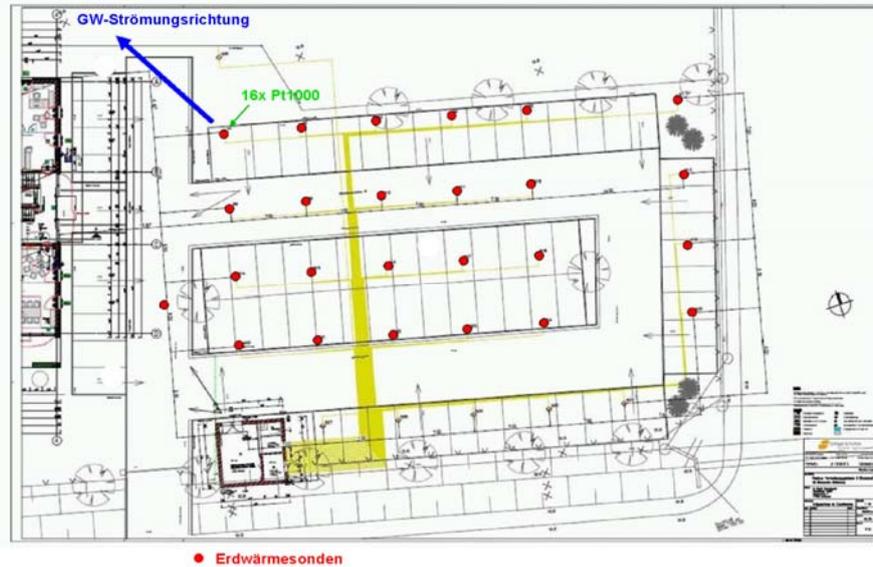
Probennahme mittels Minidruckpumpen

## Analysenparameter:

p/m-Wert  
Kationen  
Anionen  
GC-Screening  
Schwermetalle  
TOC/TIC

# Standort Schwanau

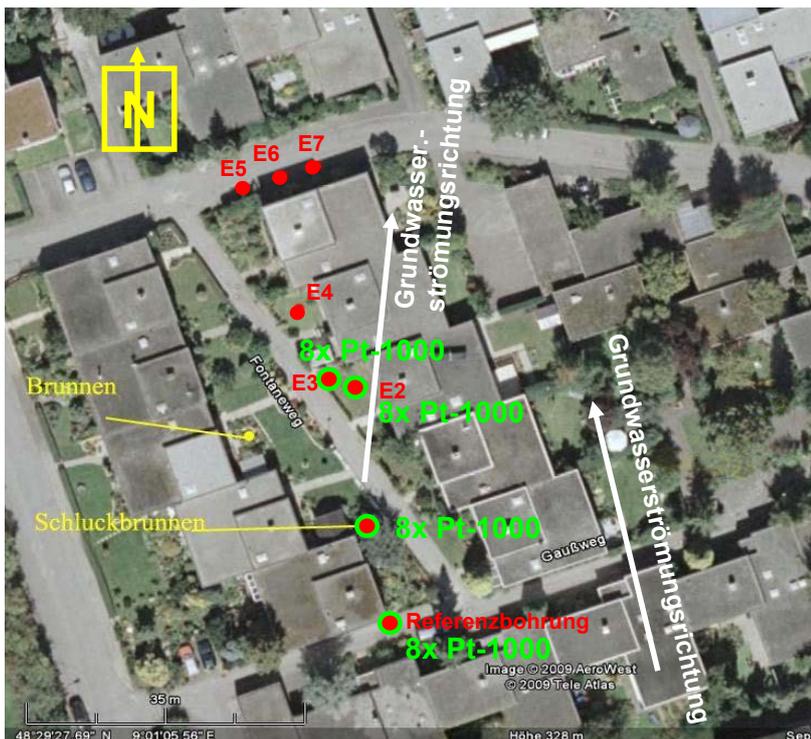
- geschlossenes System
- Porengrundwasserleiter
- 30 EWS
- Temperatur-Sensoren eingebaut
- Verhandlung mit Eigentümer wg. Verbleib Messstellen bislang ergebnislos
- Standort „auf Eis“



Norbert Klaas: in-situ Messungen  
VEGAS-Kolloquium, Stuttgart, 06.10.2011

11

# Standort Kilchberg



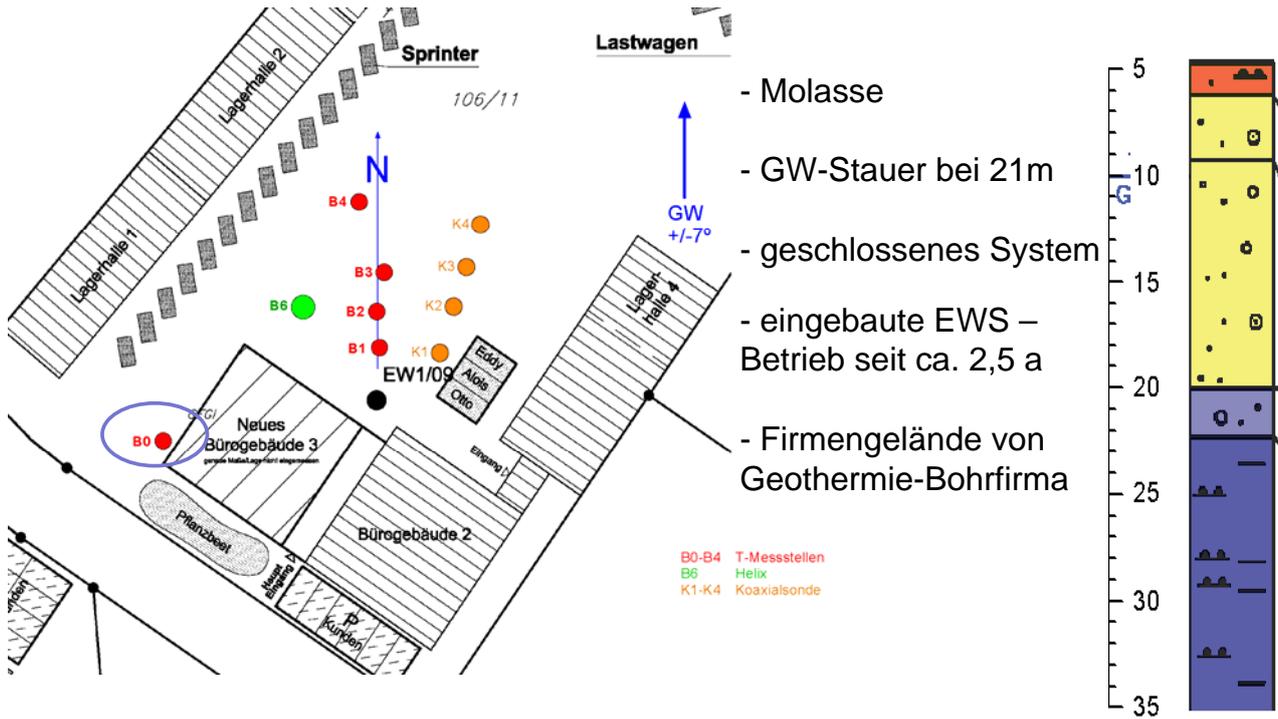
- Private Anlage
- Offenes System
- Aquifer von 2 - 8m, wassererfüllt von 5 - 8m
- Strömungsrichtung schwankt evtl. wg. Stauwerk
- Standort wird wegen schwankender Grundwasserfließrichtung im Moment nicht betreut



Norbert Klaas: in-situ Messungen  
VEGAS-Kolloquium, Stuttgart, 06.10.2011

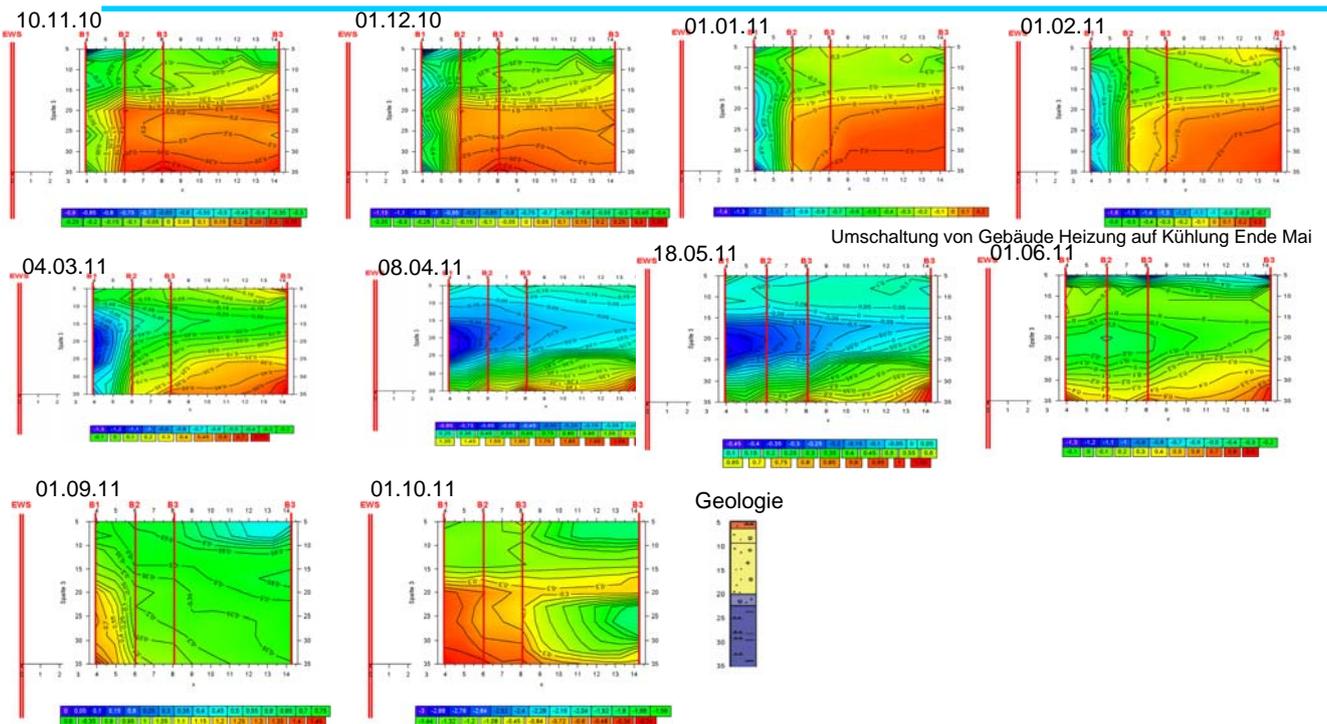
12

# Standort Bad Wurzach



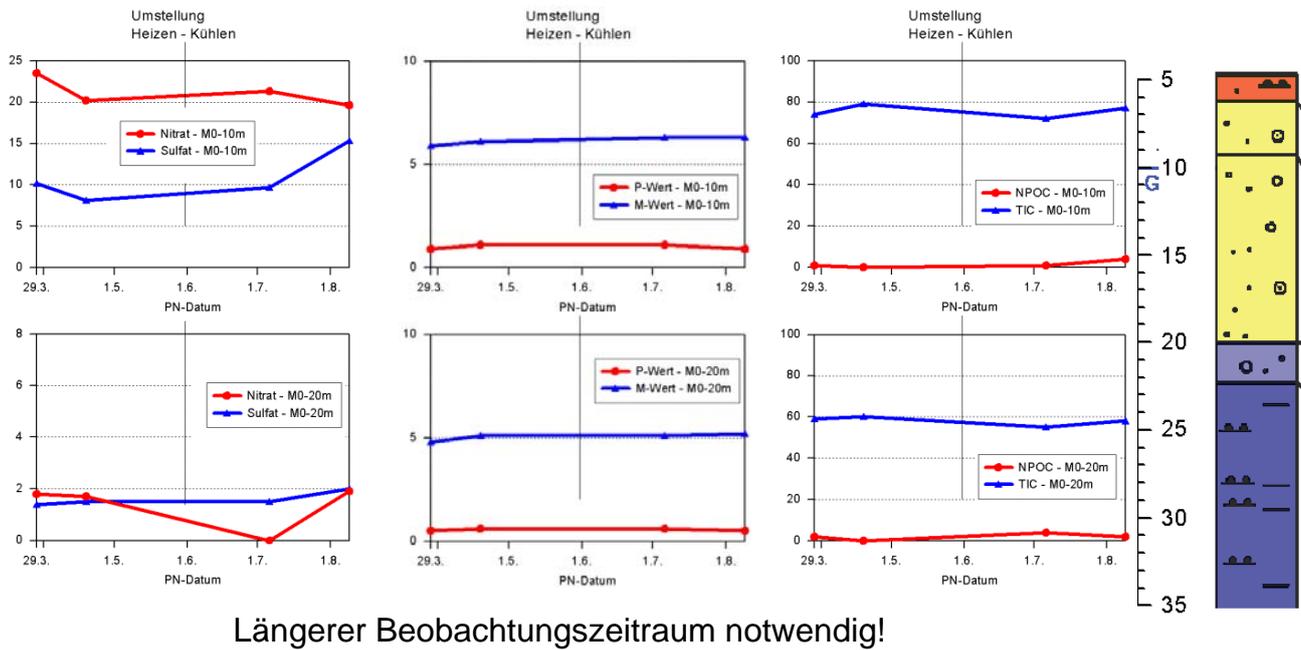
Norbert Klaas: in-situ Messungen  
 VEGAS-Kolloquium, Stuttgart, 06.10.2011

# Temperaturlausbreitung Bad Wurzach



Norbert Klaas: in-situ Messungen  
 VEGAS-Kolloquium, Stuttgart, 06.10.2011

# Geochemie Bad Wurzach

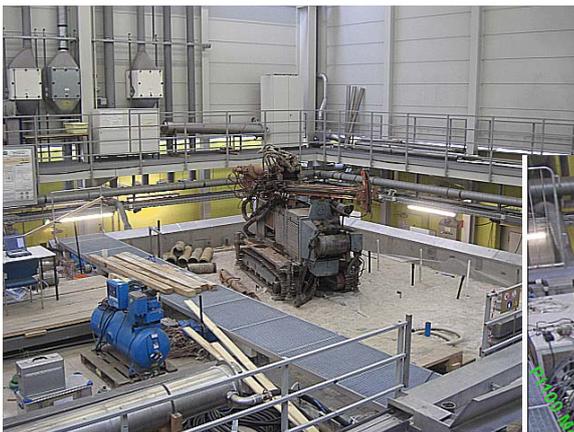


Längerer Beobachtungszeitraum notwendig!

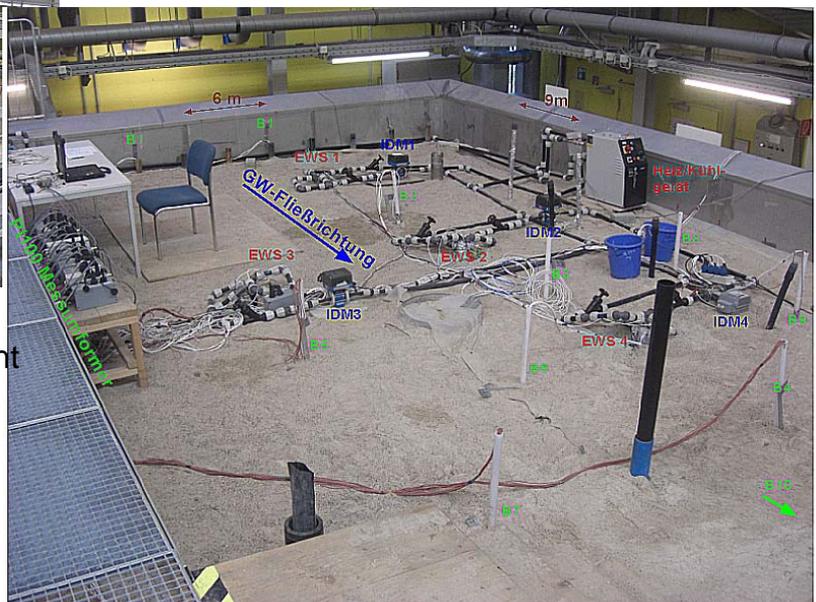


Norbert Klaas: in-situ Messungen  
VEGAS-Kolloquium, Stuttgart, 06.10.2011

# VEGAS-Großbehälter

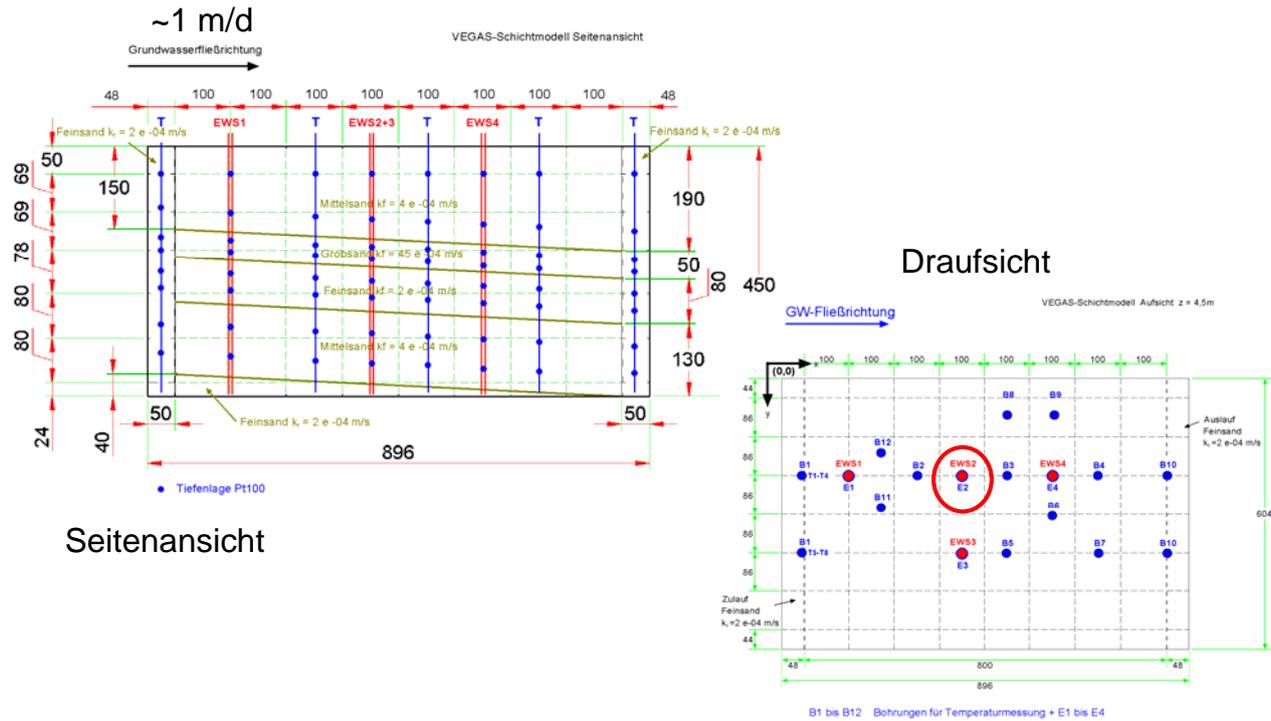


- bekannte Geometrie
  - Hydraulische Parameter bekannt
  - Gradient der GW-Strömung präzise kontrollierbar
  - Heizen und Kühlen
- Möglichkeit zur genauen und flexiblen Kalibrierung der numerischen Modelle



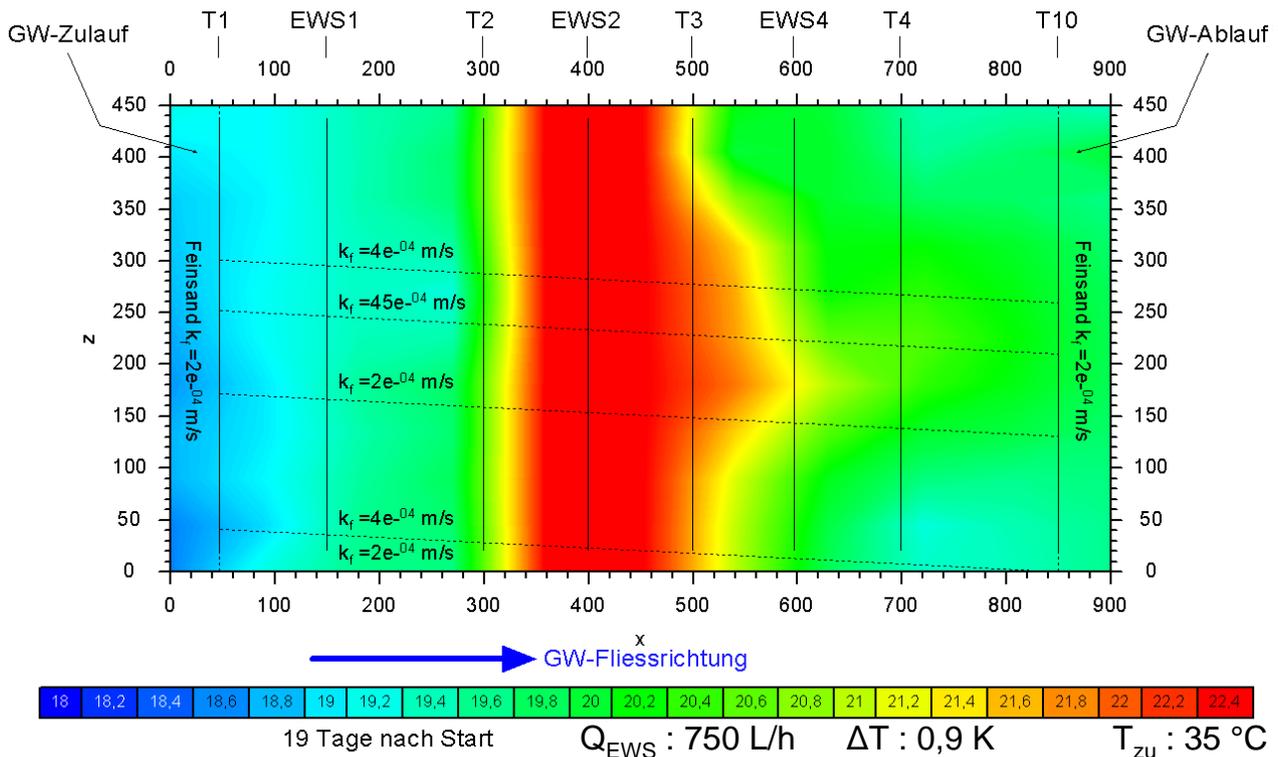
Norbert Klaas: in-situ Messungen  
VEGAS-Kolloquium, Stuttgart, 06.10.2011

# Schichtaufbau VEGAS-Behälter



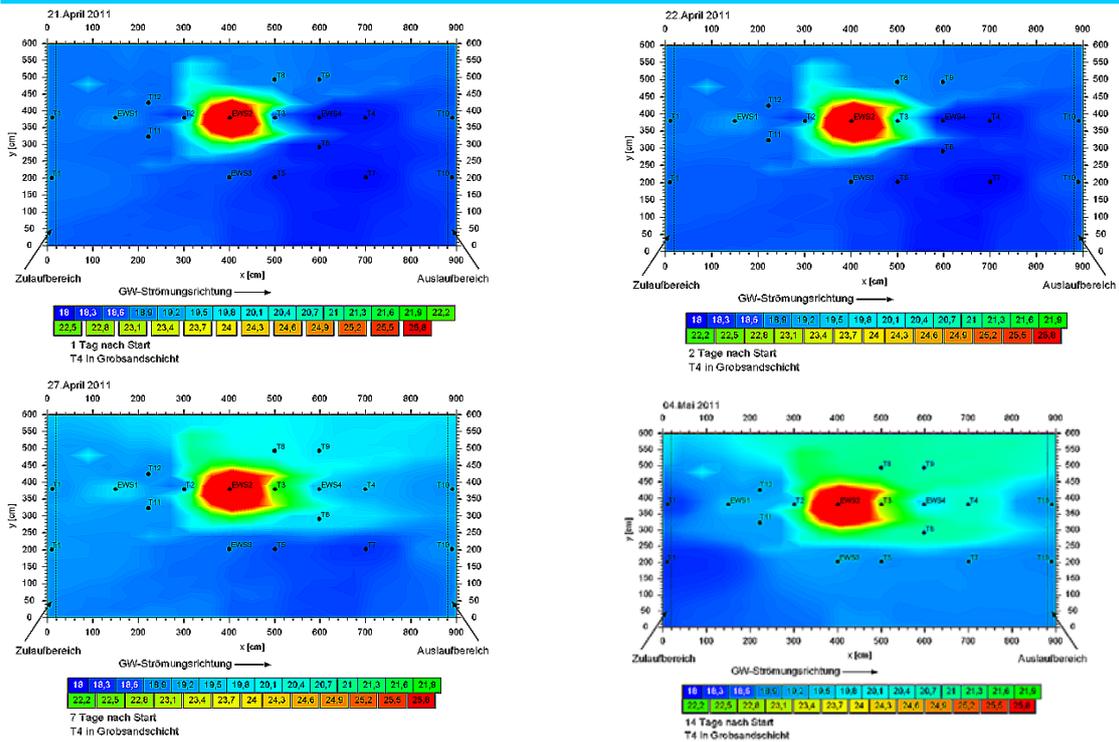
Norbert Klaas: in-situ Messungen  
VEGAS-Kolloquium, Stuttgart, 06.10.2011

# Bewegung der Wärmefront



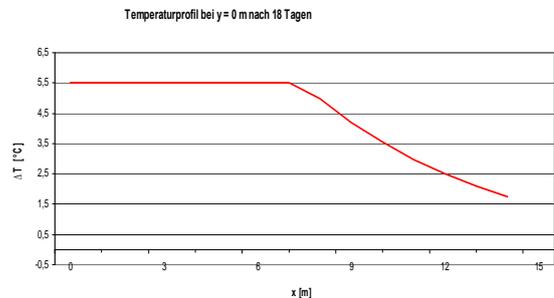
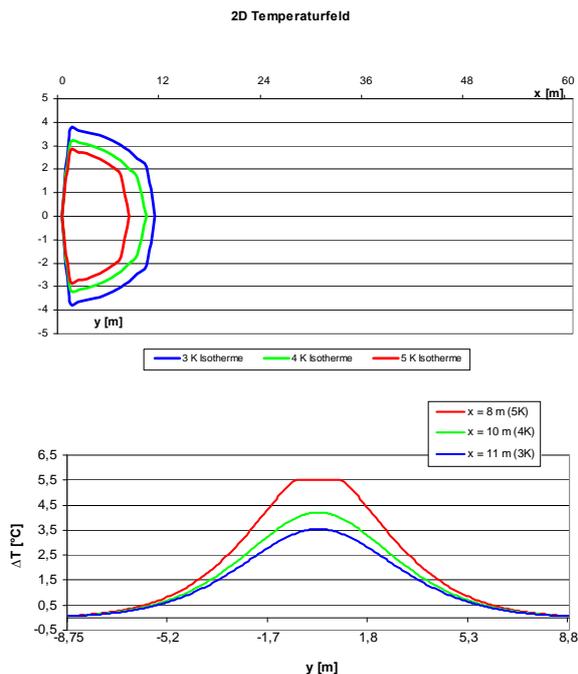
Norbert Klaas: Temperaturextension im Grundwasserleiter  
fortbildungsverband BW, Stuttgart, 11.5.2011

# Bewegung der Wärmefront



Norbert Klaas: Temperaturausbreitung im Grundwasserleiter  
fortbildungsverband BW, Stuttgart, 11.5.2011

# Bewegung der Wärmefront - Modellrechnung



Berechnung mit dem Programm:  
**Grundwasserwärmepumpen**  
(GWP-SF\_09.05)



Norbert Klaas: in-situ Messungen  
VEGAS-Kolloquium, Stuttgart, 06.10.2011

# Zusammenfassung

---

- Es gibt wenige echte Messdaten aus Aquiferen bei Geothermieranwendungen, meist werden die Auswirkungen durch numerische Modelle abgeschätzt (und überschätzt?)
- Der Projektverbund „geomatrix.bw“ versucht durch die Kombination von Messprogrammen und auf die Standorte abgestimmten Modellrechnungen die Kenntnisse zu verbessern
- Ein weiteres Ziel ist die Entwicklung von Monitoring-Strategien für größere Messfelder
- Die Auswahl von geeigneten Testfeldern war und ist schwierig, es mussten rechtliche Fragen geklärt werden
- Nach den bislang vorliegenden Erkenntnissen sind die Temperaturfahnen deutlich kürzer als 50 m
- Veränderungen im Grundwasserchemismus können erst nach der nächsten Heizperiode beurteilt werden



Norbert Klaas: Temperaturausbreitung im Grundwasserleiter  
fortbildungsverband BW, Stuttgart, 11.5.2011

21

**Danke für die Aufmerksamkeit!**

---

Gsbh fo @

gefördert durch  
das Umweltministerium Baden-Württemberg



**Baden-Württemberg**

UMWELTMINISTERIUM

[www.vegas.uni-stuttgart.de](http://www.vegas.uni-stuttgart.de)  
[norbert.klaas@iws.uni-stuttgart.de](mailto:norbert.klaas@iws.uni-stuttgart.de)



Norbert Klaas: in-situ Messungen  
VEGAS-Kolloquium, Stuttgart, 06.10.2011

22