



*Für eine lebenswerte Zukunft*



**BURKHARDT**  
Geologische und  
hydrologische  
Bohrungen

# Herausforderungen im „kritischen“ Stockwerksbau Lösungen und Hintergründe

Fachgespräch Erdwärmennutzung Hessen  
18.09.2014

**Frank Burkhardt**

Bauingenieur (B.Eng), Brunnenbauer

# Überblick

- **Kritischer Stockwerksbau- wann und warum?**
- **Welche Grundlagen stecken dahinter?**
- **Wie kann ich ihn erkennen?**
- **Umgang bei Planung und Ausführung**
- **Fazit**

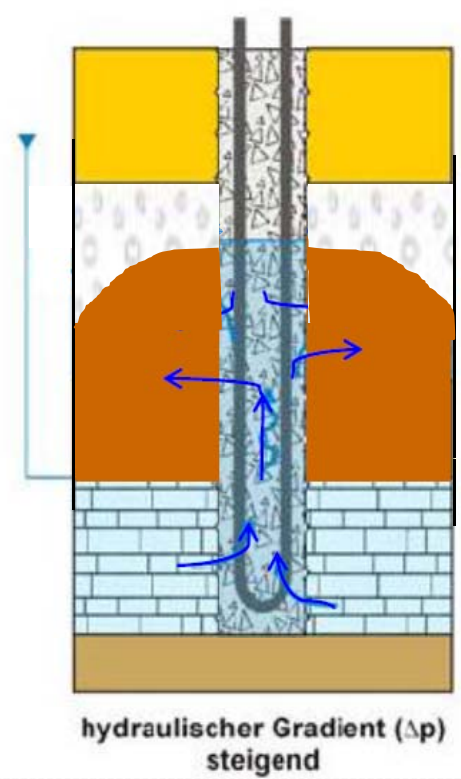
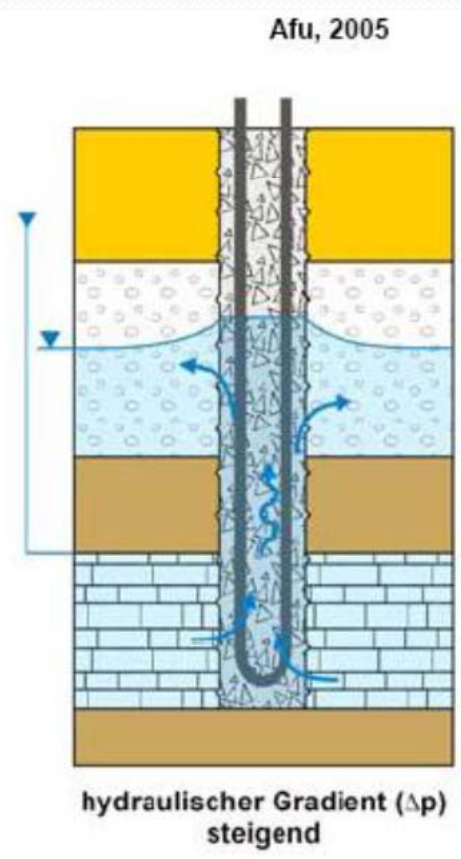
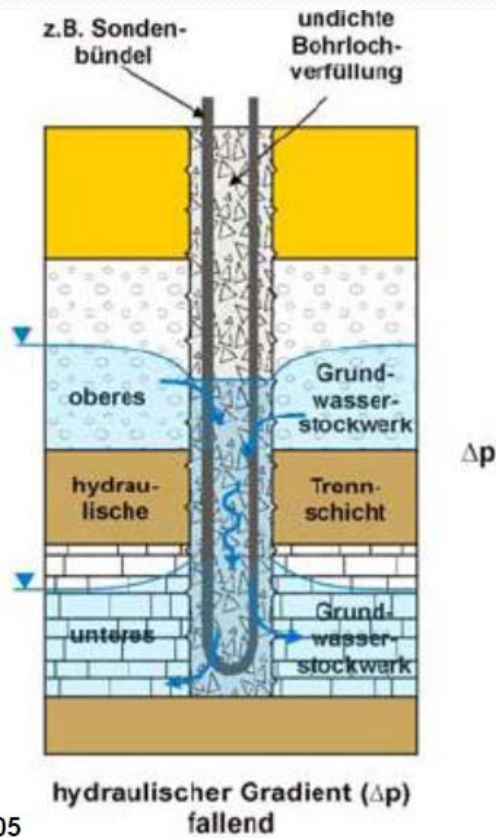
# Warum kritisch?

- **Die geologischen und hydrogeologischen Bedingungen in Deutschland sind zum Teil sehr komplex und können bei mangelhaft ausgeführten Erdwärmesonden zu Schäden führen**
- **Solche Schäden können auftreten wenn zum einen ein wasserempfindlicher Untergrund und zum anderen, Wasser aus anderen Horizonten aufeinander treffen.**
- **Bei der Festlegung des kritischen Stockwerksbaus lag das Augenmerk auf den Wasserverhältnissen in den Bohrungen**

# Wann kritisch?

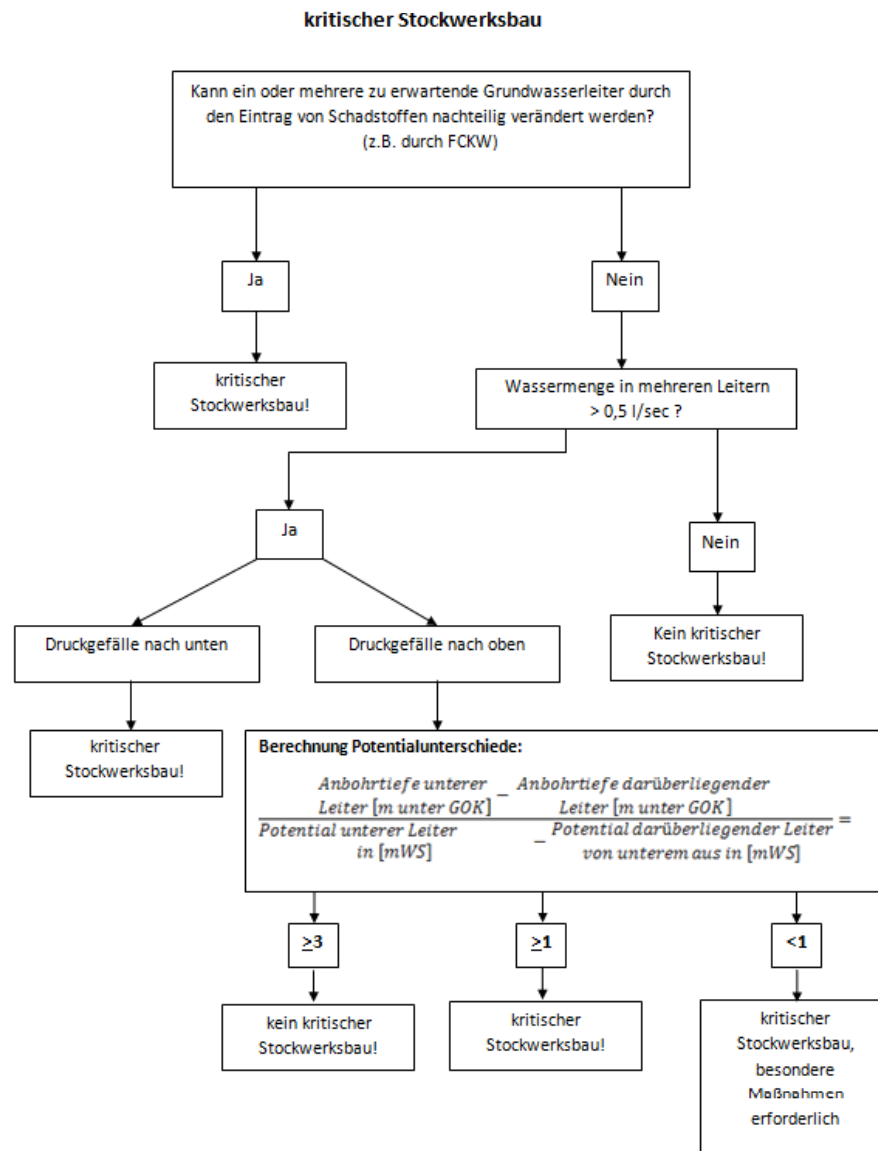
- **1. Wenn kontaminiertes Grundwasser vorhanden ist**
- **2. Wenn mehrere Grundwasserleiter mit stark unterschiedlichen Druckpotentialen durchteuft werden**
- **3. Wenn die Gefahr der Entwässerung eines Horizontes besteht**
- **Strömung  $>0,5$  l/sec = 30 l/min; Hinweis: Die Anforderung an die Verpressanlage liegt bei  $> 40$  l/min**

# Szenarien

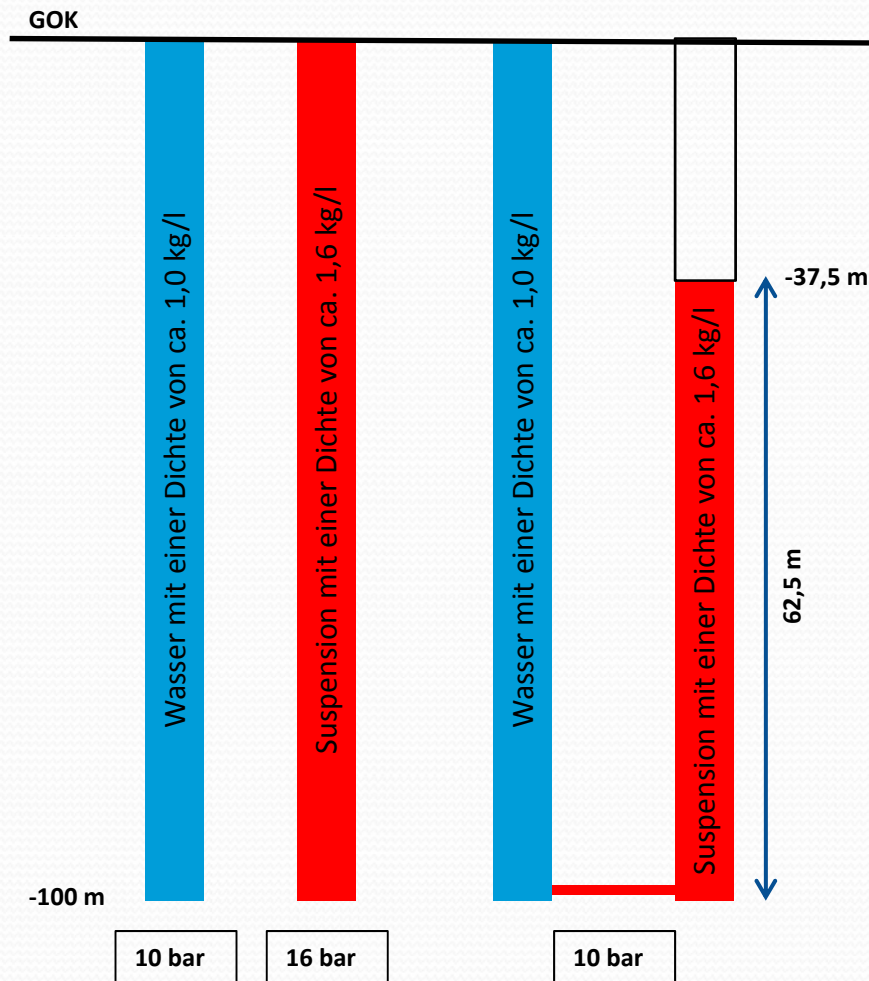


# Vorgehensweise

- **Flussdiagramm aus den Leitlinien Qualitätssicherung Erdwärmesonden Baden-Württemberg**



# Erklärung Druckverhältnisse








- 1 bar Wasserdruck entspricht einer Säule von ca. 10 m Höhe unabhängig vom Durchmesser der Säule

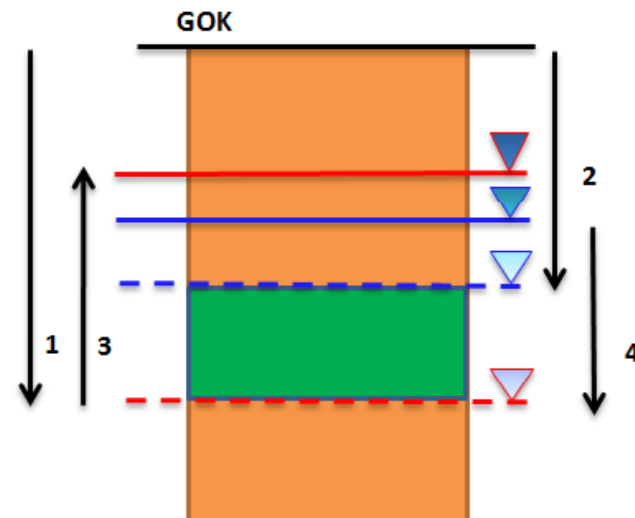
# Berechnung Potentialunterschiede

Berechnung Potentialunterschiede:

$$\frac{\begin{matrix} (1) & \text{Anbohrtiefe unterer} & - & \text{Anbohrtiefe darüberliegender} & (2) \\ & \text{Leiter [m unter GOK]} & & \text{Leiter [m unter GOK]} & \end{matrix}}{\begin{matrix} (3) & \text{Potential unterer Leiter} & - & \text{Potential darüberliegender Leiter} & \\ & \text{in [mWS]} & & \text{von unterem aus in [mWS]} & (4) \end{matrix}} =$$

**Legende:**

-  Ruhewasserspiegel unterer GWL
-  Ruhewasserspiegel oberer GWL
-  Anbohrtiefe oberer GWL
-  Anbohrtiefe unterer GWL
-  Für Abdichtung entscheidender Stauer

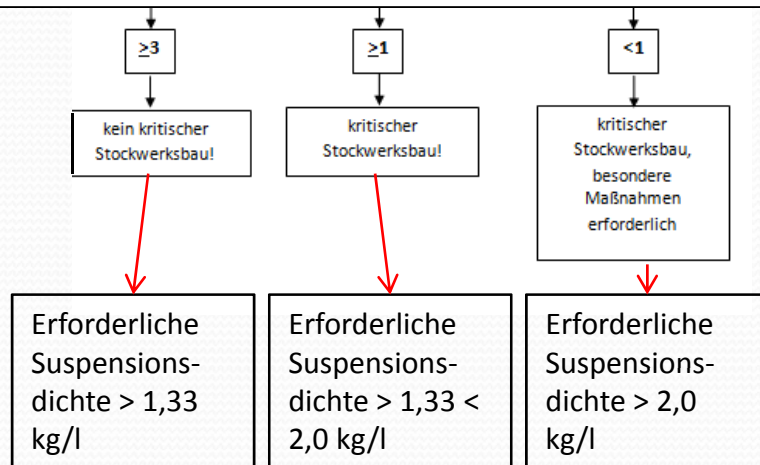




# Berechnung Potentialunterschiede






## Berechnung Potentialunterschiede:

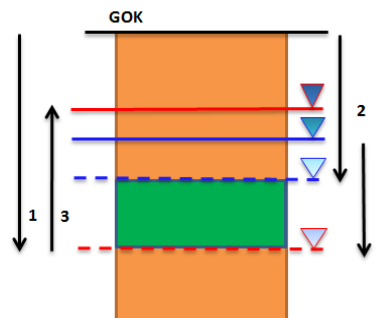
$$\frac{(1) \text{ Anbohrtiefe unterer Letter [m unter GOK]} - (2) \text{ Anbohrtiefe darüberliegender Letter [m unter GOK]}}{(3) \text{ Potential unterer Leiter in [mWS]} - (4) \text{ Potential darüberliegender Leiter von unterem aus in [mWS]}} =$$



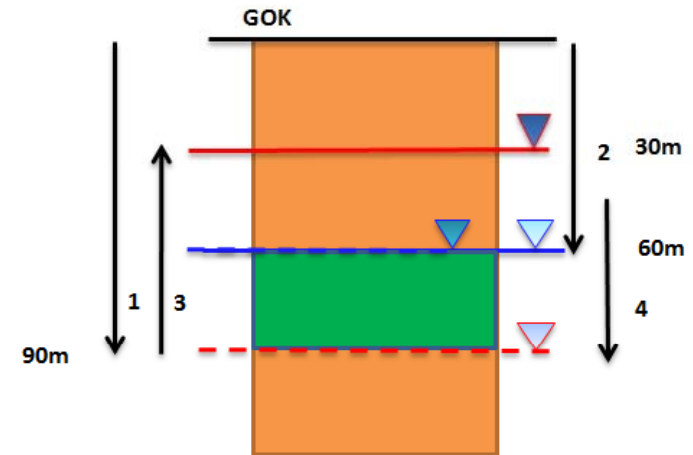
Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6
1: Anbohrtiefe unterer GW-Leiter [m u GOK]					
90	90	90	90	90	90
2: Anbohrtiefe darüberliegender GW-Leiter [m u GOK]					
70	60	50	45	40	35
3: Potential unterer GW-Leiter [mWS]					
60	60	60	60	60	60
4: Potential darüberliegender GW-Leiter von unterem aus [mWS]					
20	30	40	45	50	55
Ergebnis					
0,5	1	2	3	5	11

### Legende:

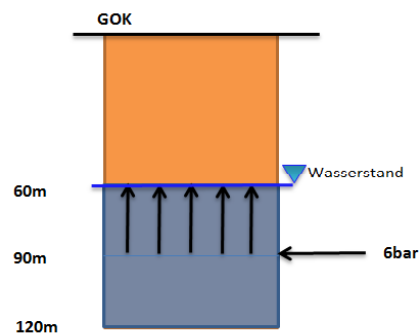
-  Ruhewasserspiegel unterer GWL
-  Ruhewasserspiegel oberer GWL
-  Anbohrtiefe oberer GWL
-  Anbohrtiefe unterer GWL
-  Für Abdichtung entscheidender Stauer



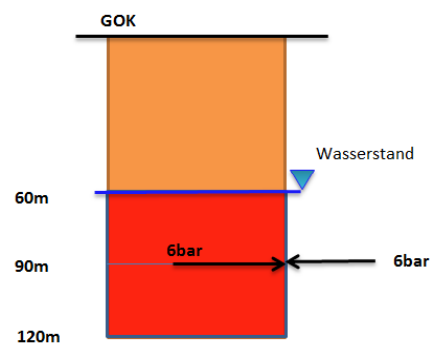
Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 6
1: Anbohrtiefe unterer GW-Leiter [m u GOK]					
90	90	90	90	90	90
2: Anbohrtiefe darüberliegender GW-Leiter [m u GOK]					
70	60	50	45	40	35
3: Potential unterer GW-Leiter [mWS]					
60	60	60	60	60	60
4: Potential darüberliegender GW-Leiter von unterem aus [mWS]					
20	30	40	45	50	55
Ergebnis					
0,5	1	2	3	5	11



Bohrung offen  
Strömung von  
unten nach oben

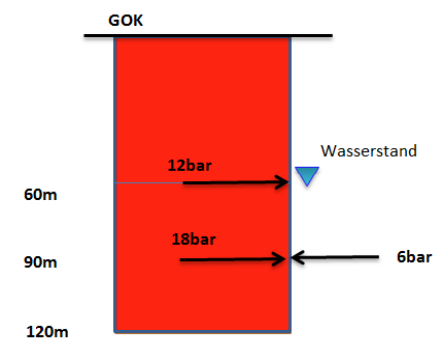


Bohrung bis 60m  
unter GOK verfüllt  
Strömung gestoppt



Suspension mit Dichte 2,0 kg/l  
30 m Suspensionssäule entsprechen 6 bar Druck

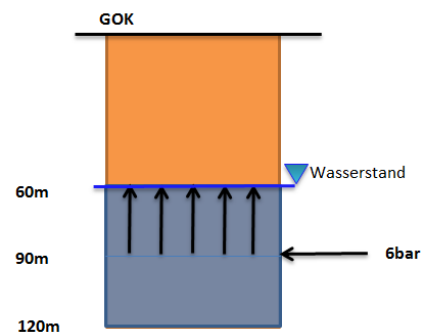
Bohrung bis GOK  
verfüllt Überdruck sorgt  
für sichere Abdichtung



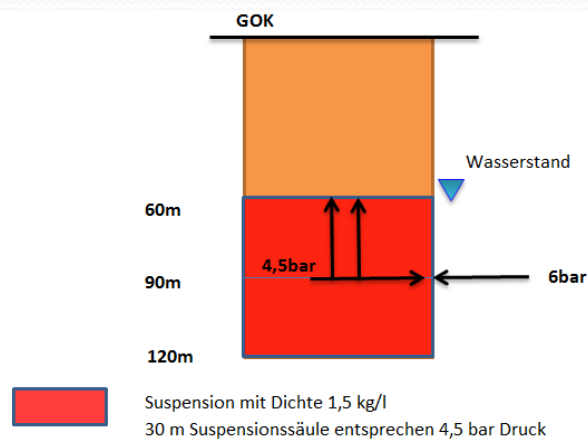
Suspension mit Dichte 2,0 kg/l  
90 m Suspensionssäule entsprechen 18 bar Druck

# Gefahrenpotential

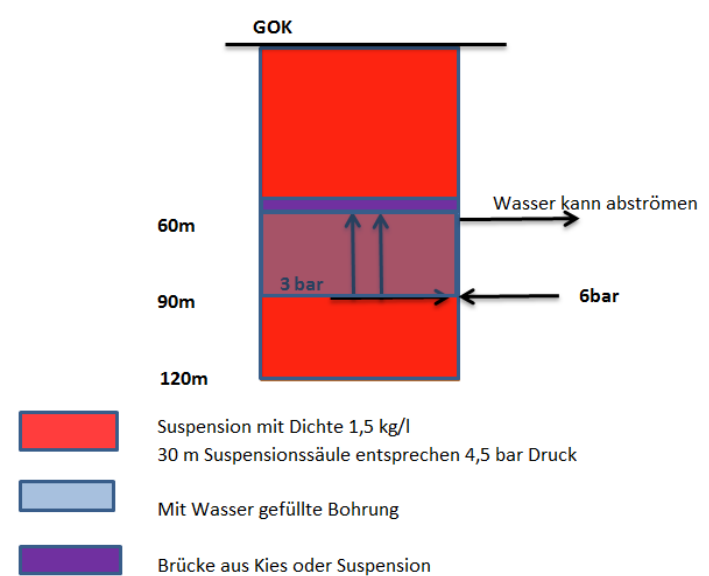
Bohrung offen  
Strömung von  
unten nach oben



Bohrung bis 60m  
unter GOK verfüllt  
Strömung nicht  
gestoppt



Bohrung bis GOK  
verfüllt Grundwasser-  
Stauer wurde nicht  
wieder hergestellt  
Gefahr von Schäden  
vorhanden



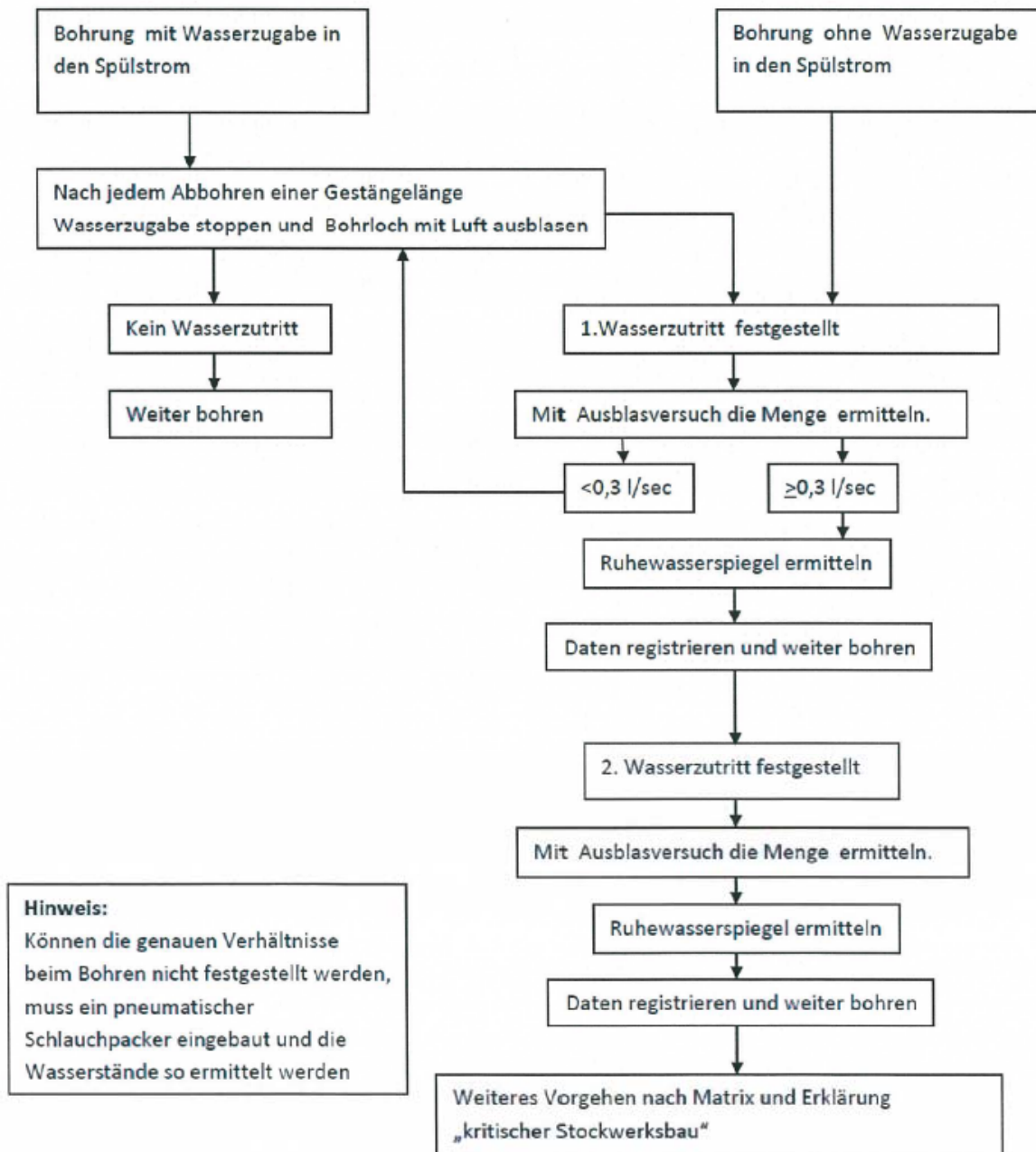
# Erkennung von Wasserzutritten

- das Erkennen von Wasserzutritten in Bohrungen ist sehr wichtig und für die Funktionsfähigkeit der späteren Abdichtung ausschlaggebend
- Die bekannten Schadensfälle in Baden- Württemberg verbindet das gleiche Problem und das sind nicht wieder hergestellte Grundwasserstauer
- Da sich die Probleme hauptsächlich auf das Festgestein begrenzen und dort in den allermeisten Fällen mit einem Imlochhammer mit Druckluftspülung gearbeitet wird, beschränkt sich das folgende Beispiel auf dieses Bohrverfahren.

## „Erkennen von Wasserzutritten bei direkten Spülbohrungen mit Luftspülung“






Folgende Randbedingungen sind einzuhalten:

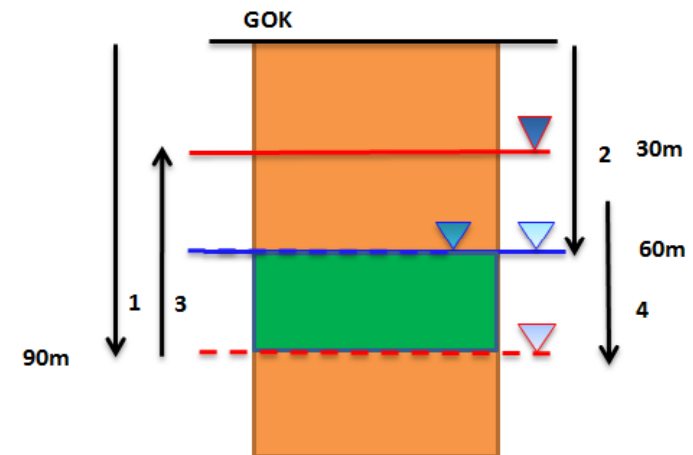
1. Bohrung immer mit Luftspülung
2. In nicht standfesten Bereichen ist die Bohrung durch eine Verrohrung zu sichern
3. Die Ableitung des Bohrgutes muss über geeignete Preventer erfolgen
4. Um Staubbildung oder das Verkleben der Bohrung zu verhindern, muss eine Zugabe von Wasser sowohl in die Luft, als auch am Preventer möglich sein



# Fallbeispiele

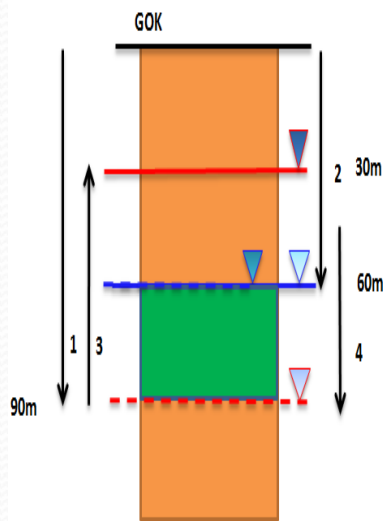
## Legende:

-  Ruhewasserspiegel unterer GWL
-  Ruhewasserspiegel oberer GWL
-  Anbohrtiefe oberer GWL
-  Anbohrtiefe unterer GWL
-  Für Abdichtung entscheidender Stauer



- **Erster GWL bei 60 m unter GOK ungespannt Wasser steht bei 60 m unter GOK**
- **Zweiter GWL beim 90 m unter GOK gespannt, Wasser steigt um 60 m auf 30 m unter GOK**

# Ansprache beim Bohren



- Bis zum Anbohren des GW- Leiters wird kein Wasser aus dem Bohrloch ausgeblasen
- Beim anbohren tritt schlagartig Wasser mit aus, der GW-Leiter ist festgestellt, die Schüttung kann durch kurzes Spülen ermittelt werden
- Ist die Bohrstange abgebohrt, wird die Luftzufuhr geschlossen und in der Bohrung stellt sich der Ruhewasserspiegel ein
- Wie hoch das Wasser steht, kann über den Druck am Manometer und der ausgeblasenen Wassermenge beim öffnen des Luftschiebers bestimmt werden
- So können nach jedem abbohren einer Bohrstange Veränderungen am Druck festgestellt werden
- Wird nun der nächste GWL angebohrt ändert sich die ausgetragene Wassermenge schlagartig und kann bestimmt werden
- Die Ergiebigkeit der Wasserleiter entscheidet nun, wo sich der Mischwasserstand einpendelt und ob sich eine Wasserströmung einstellt

# Umgang bei Planung und Ausführung

- **Zugriff auf Bestandsdaten von vorherigen Projekten ermöglichen oft schon eine bessere Planung, das Rad muss nicht noch einmal erfunden werden**
- **Je besser eine Dokumentation einer Bohrung ist, desto einfacher ist der Umgang mit nachfolgenden Bohrungen**
- **Geschultes Personal ist zwingend erforderlich**
- **Wissen über Stockwerksbau oder eventuell auftretende Probleme muss für alle Beteiligten zugänglich sein und muss verbreitet werden**



# Fazit

- **Ohne eine genaue Ansprache der Wasserverhältnisse ist eine ordentliche Hinterfüllung nicht immer möglich**
- **Nur eine gute und dauerhafte Abdichtung schützt vor weiteren Schadensfällen und sichert die Zukunft der Geothermie, der wahrscheinlich besten Energiequelle unserer Erde**

# Geothermie Energiequelle mit Zukunft



Wer heute nichts tut-

Lebt morgen wie  
gestern!

**Fragen oder Anregungen?**

Burkhardt GmbH & Co. KG Tulpenstraße 15 75389 Neuweiler Tel: 07055/92970  
Internet: [www.burkhardt-bohrungen.de](http://www.burkhardt-bohrungen.de) e-mail: [frank@burkhardt-bohrungen.de](mailto:frank@burkhardt-bohrungen.de)