

# Grundwasserschutz bei flachen Geothermieanlagen durch automatische Leckagenerkennung und Flüssigkeitsrückspülung

**Stefan Wohnlich,**  
Roman Scheliga  
Ruhr-Universität Bochum  
Lehrstuhl Angewandte Geologie

**Jürgen Bonin**  
Umwelt & Technik, Xanten



**Geothermiekongress 2011**  
Bochum, 15.-17. November 2011

**Eine Verunreinigung des Grundwassers ist nicht zulässig und muß durch geeignete Vorsorgemaßnahmen ausgeschlossen werden (LAWA, 2002)**

# Grundwasserschutz

## Begriffe nach LAWA + LABO, 2006

### Grundwasserverunreinigung

- im Grundwasser die Geringfügigkeitsschwelle GFS überschritten
- Die Geringfügigkeitsschwelle GFS: „nachteilige Veränderung der Eigenschaften des Grundwassers“ (WHG.)
- Unerhebliche Veränderung der chemische Beschaffenheit des Grundwassers: wenn Werte unter der GFS aber über dem geogenen Hintergrund

### Grundwassergefährdung

- Mit hinreichender Wahrscheinlichkeit in absehbarer Zeit eine Grundwasserverunreinigung und damit eine Störung der öffentlichen Sicherheit und Ordnung eintreten wird.

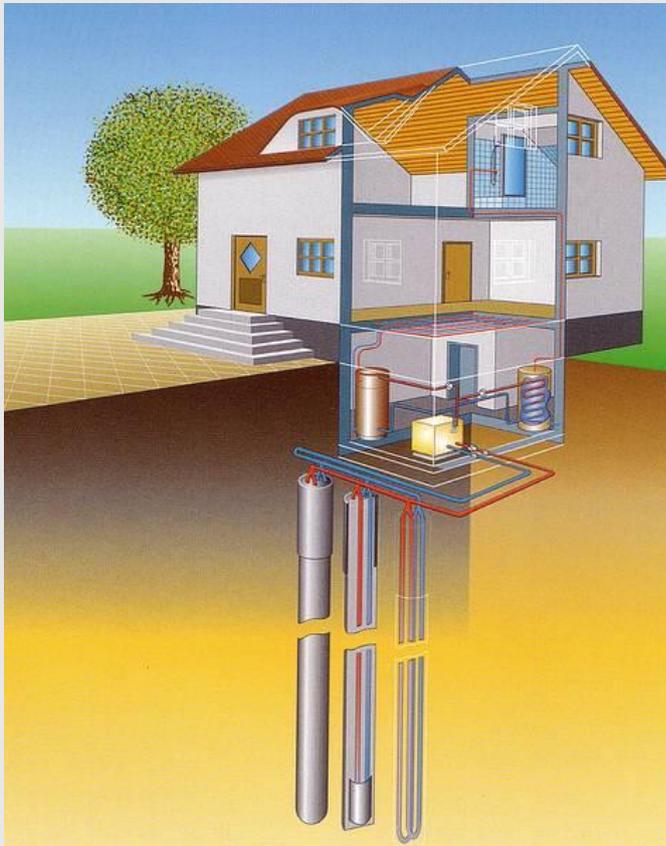
### Gefahr für das Grundwasser

- Oberbegriff für die Begriffe "Grundwasserverunreinigung" und "Grundwassergefährdung,,
- Abwehr drohender als auch die bereits eingetretener Störungen

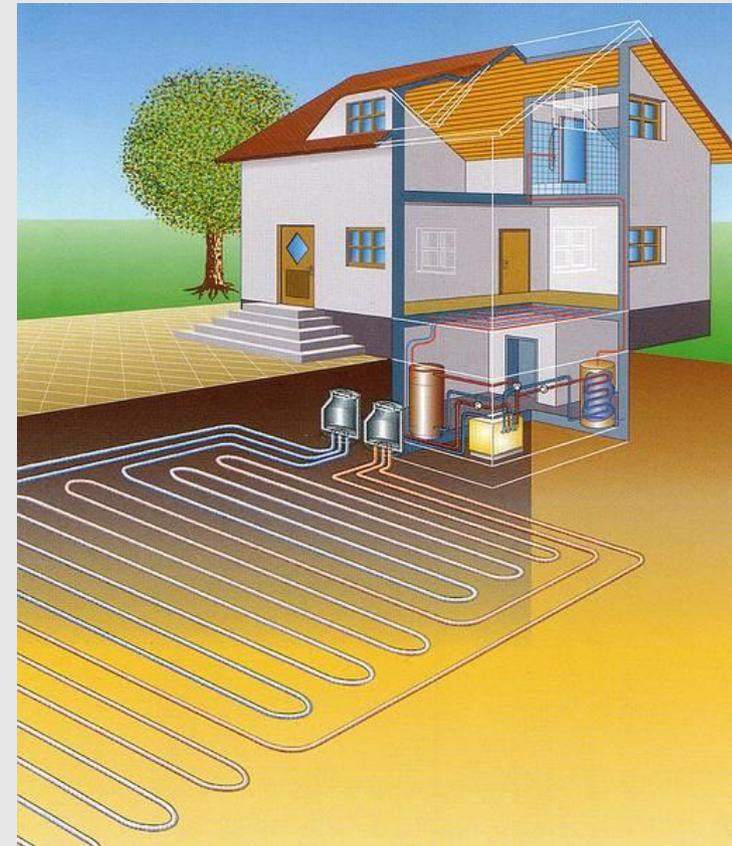
Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (**LAWA**) + Länderarbeitsgemeinschaft Boden (**LABO**) 2006:

Grundsätze des nachsorgenden Grundwasserschutzes bei punktuellen Schadstoffquellen

# Anordnung von flachen Geothermieranlagen



**1. Sole-Wasser-Wärmepumpe mit Erdsonden**

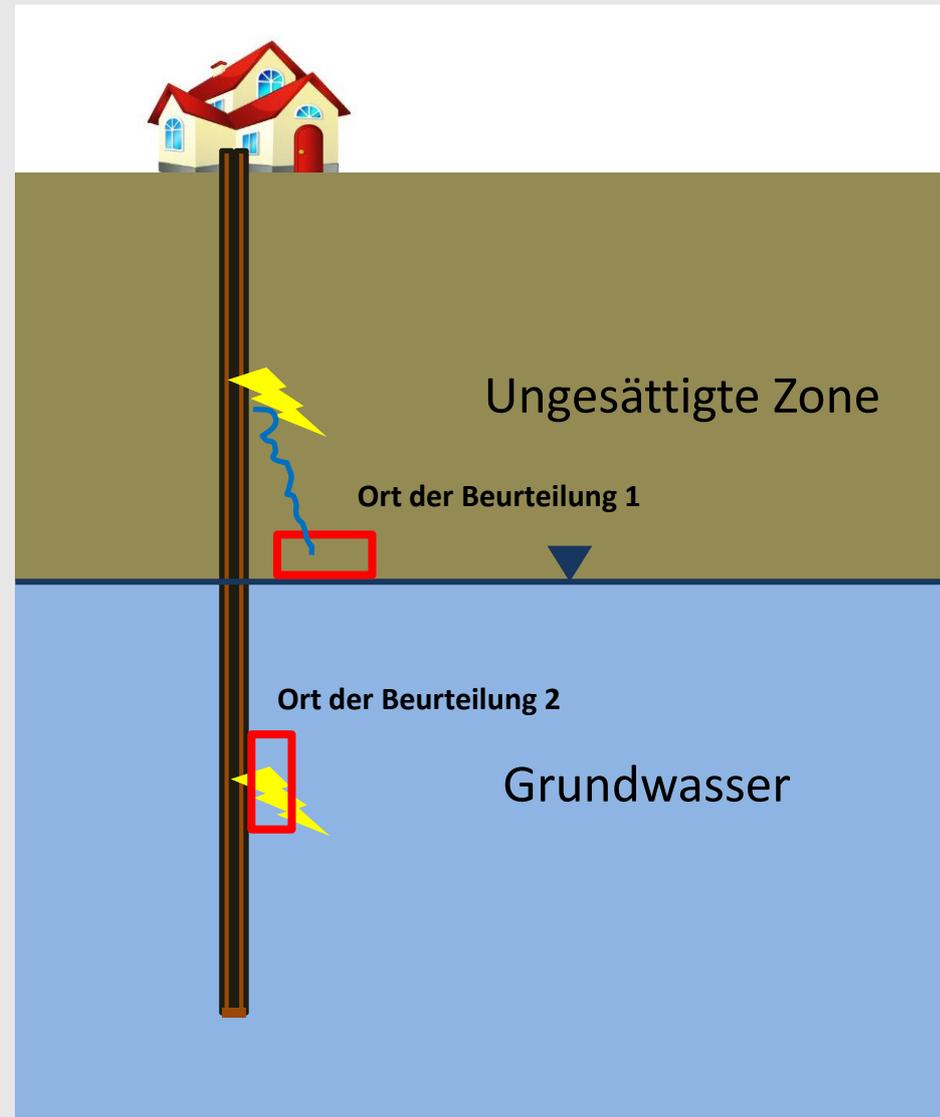


**2. Sole-Wasser-Wärmepumpe mit Erdkollektoren**

# Ort der Beurteilung:

1. Ungesättigte Zone:  
Sickerwasser, bevor es auf  
das Grundwasser trifft
2. Grundwasser: Kontakt  
Material – Grundwasser  
(Kontaktwasser)

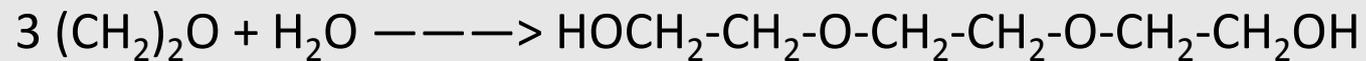
LAWA, 2002



# Sole (Wasser-Glykol-Gemisch)

## Steigendes Risiko einer Kontamination des Grundwassers durch Glykol

z.B. Glycolether

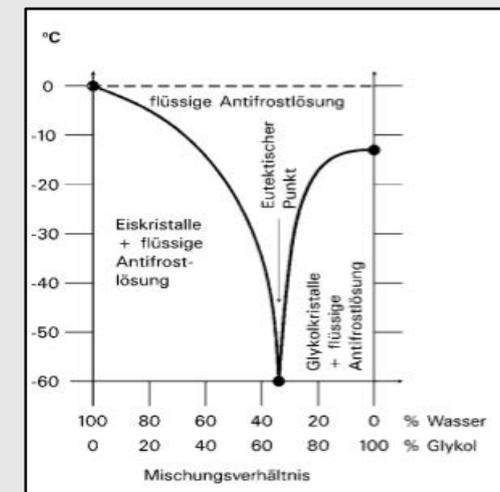


- Viskosität ist beispielsweise sehr groß
- Sehr gute Wasserlöslichkeit.  
hohe Siedetemperatur von 197 °C

### Toxizität:

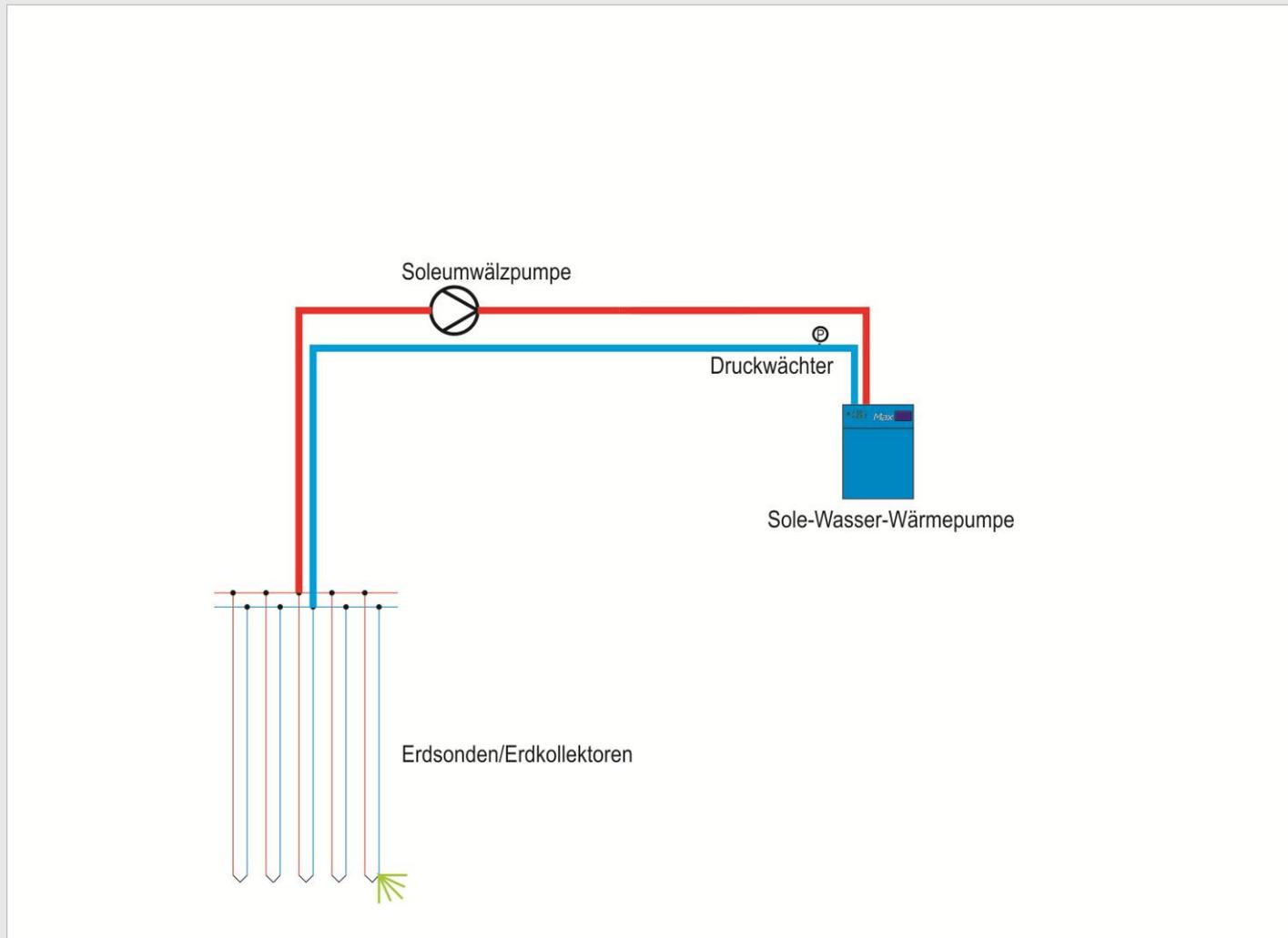
Die Verbindung sorgt für Übelkeit, Durchfall und Krämpfen, schädigt Leber, Niere und Gehirn.

### WGK I (gering Wassergefährdend)

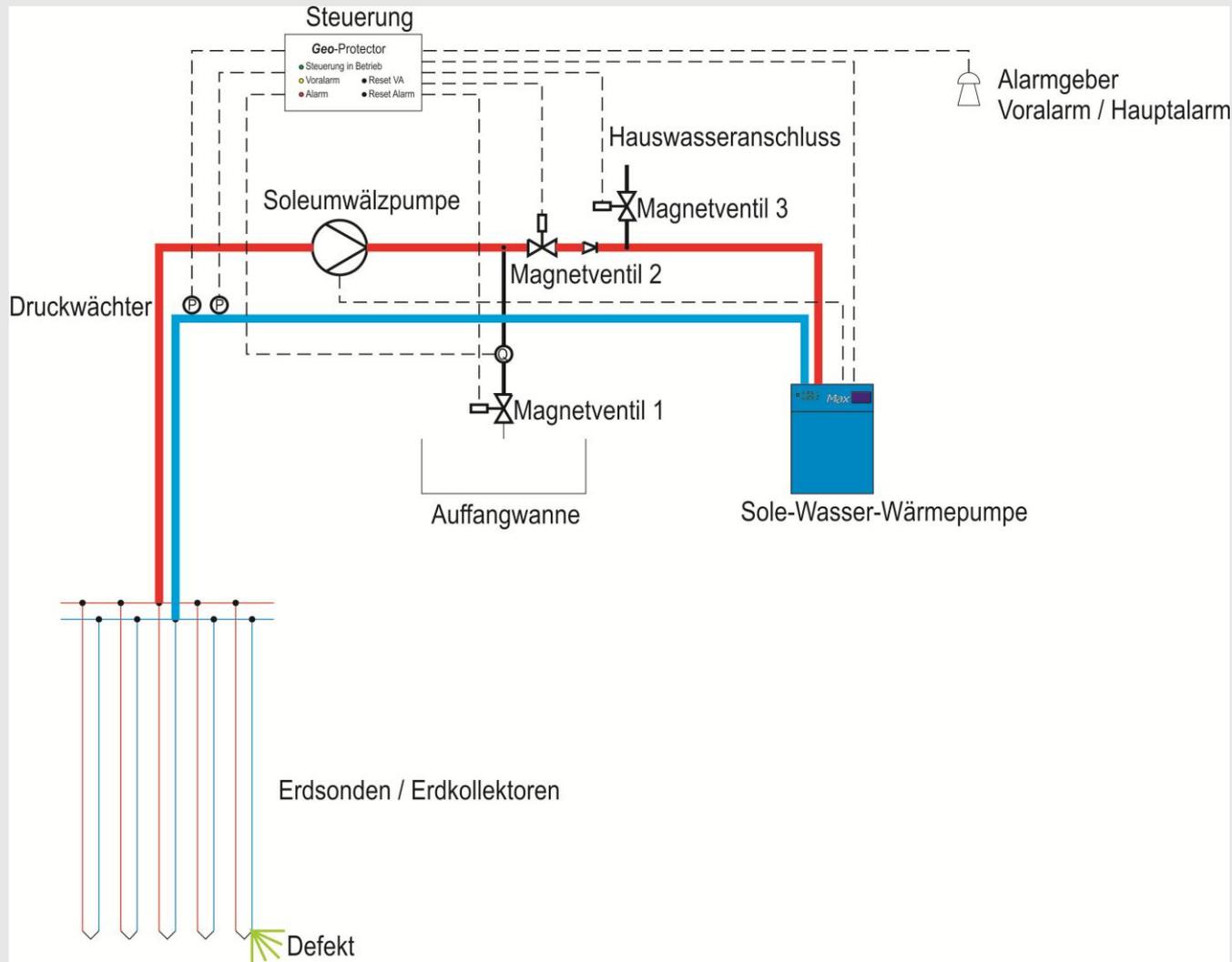


Schack-Kirchner 2000

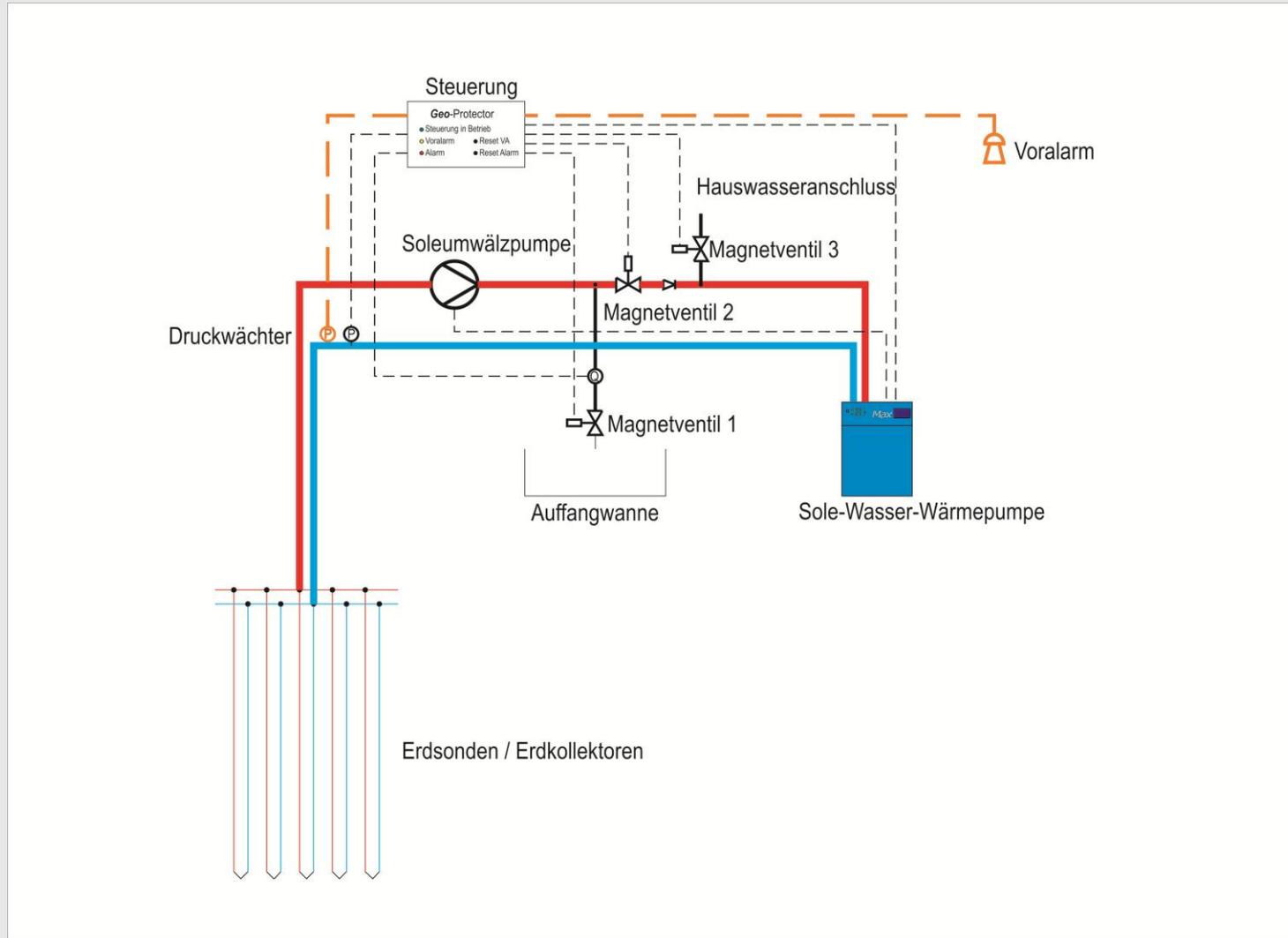
# Geothermieanlage ohne Geo-Protector



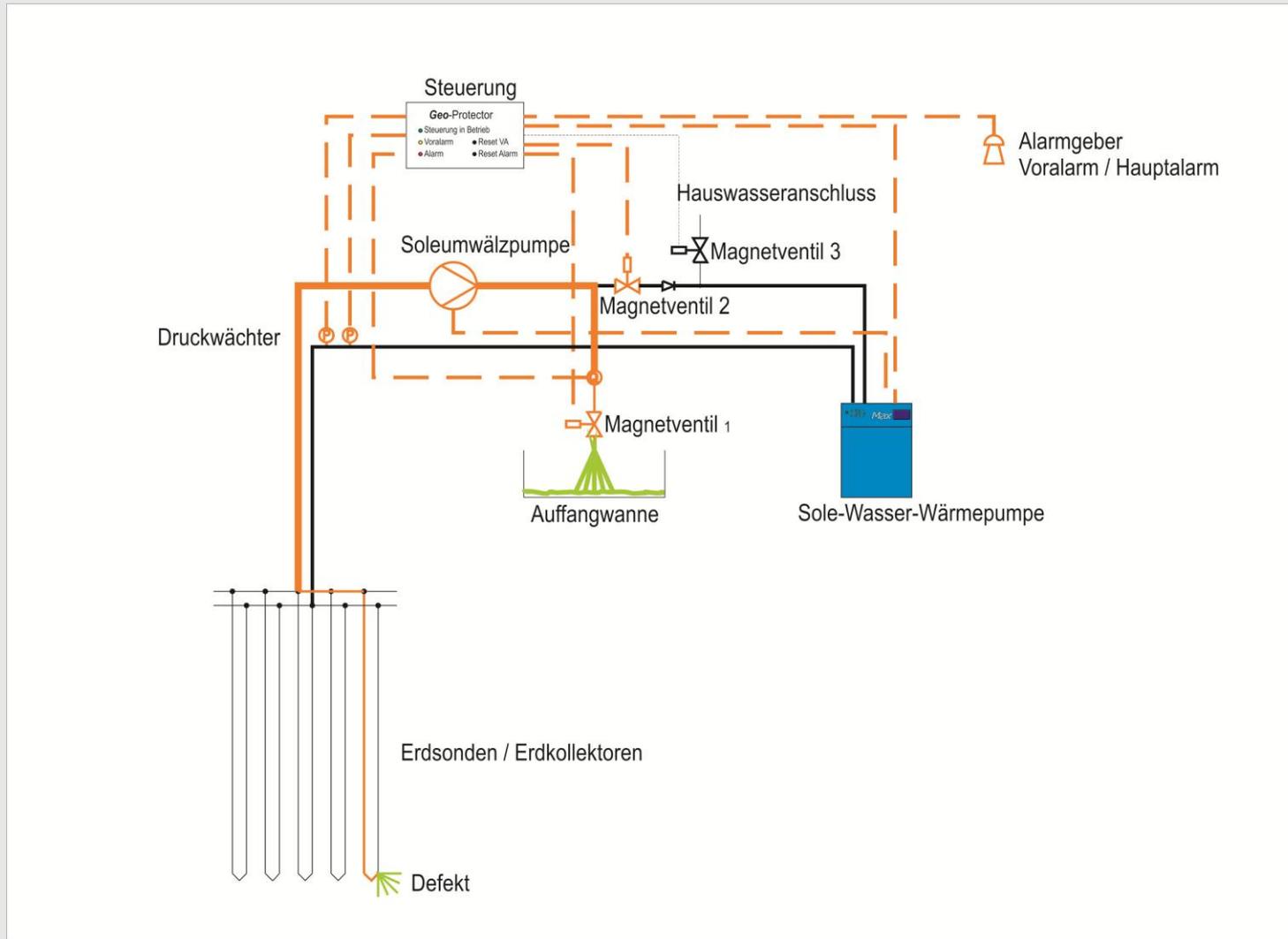
# Funktionsschritte des Geo-Protectors



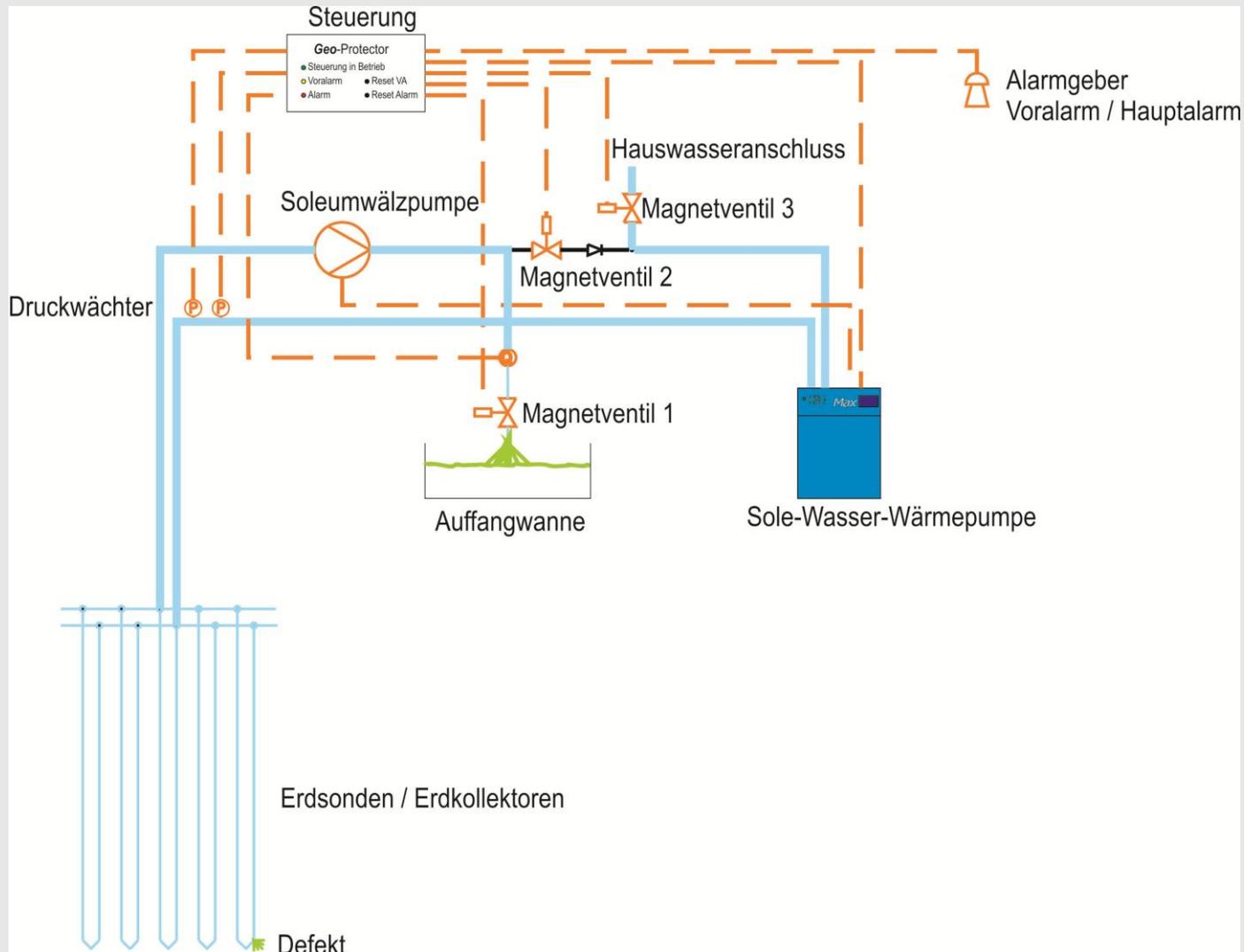
# 1. Der Voralarm



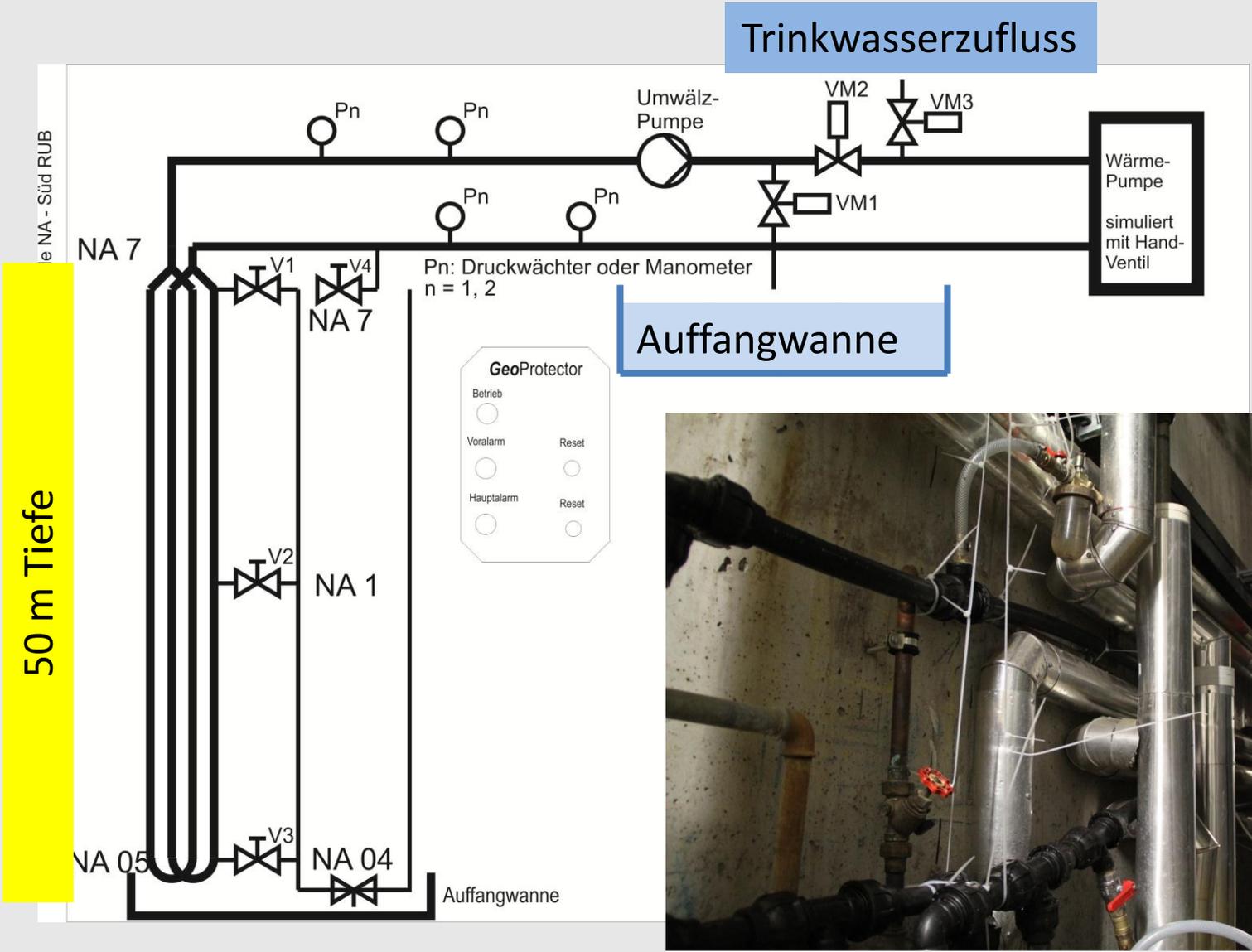
## 2. Der Hauptalarm und das Absaugen der Sole



### 3. Der Spülvorgang mit Trinkwasser



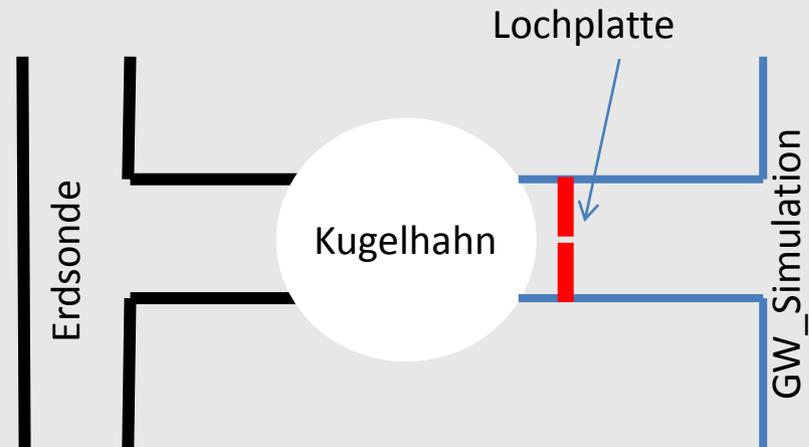
# Der Versuchsaufbau



# Der Versuchsaufbau

## Leckagensimulation:

1. Maximale Öffnung
2. 2 mm Loch
3. 1 mm Loch
4. 0,2 mm Loch



## Spüldruck:

1. 1 bar
2. 4 bar

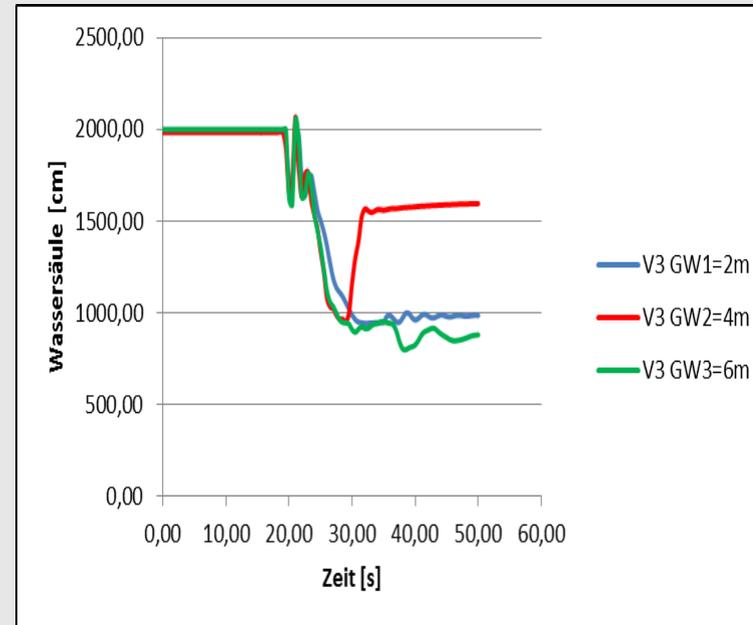
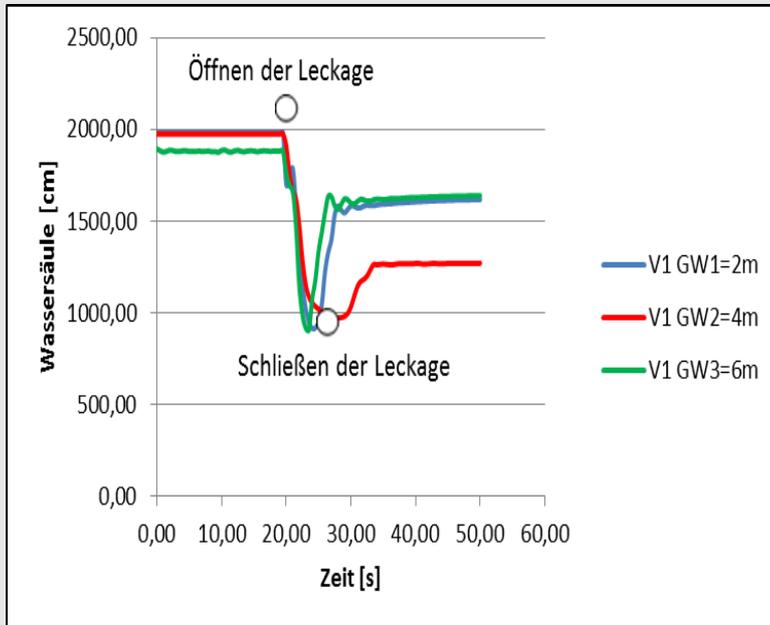
## Grundwasserstand:

1. 2 m u. GOK
2. 4 m u. GOK
3. 6 m u. GOK
4. Ohne Grundwasser



# Ergebnisse

## Leckage Maximum

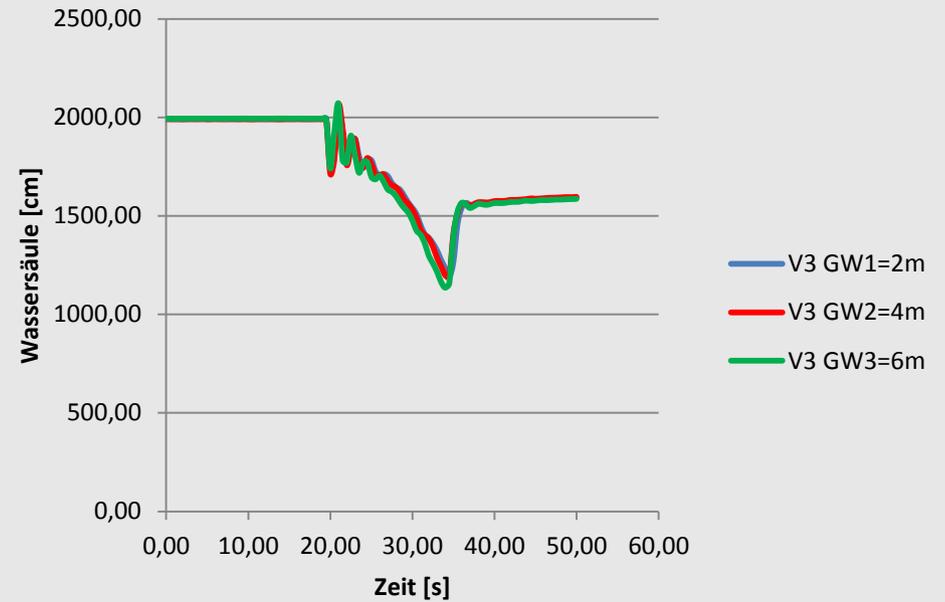
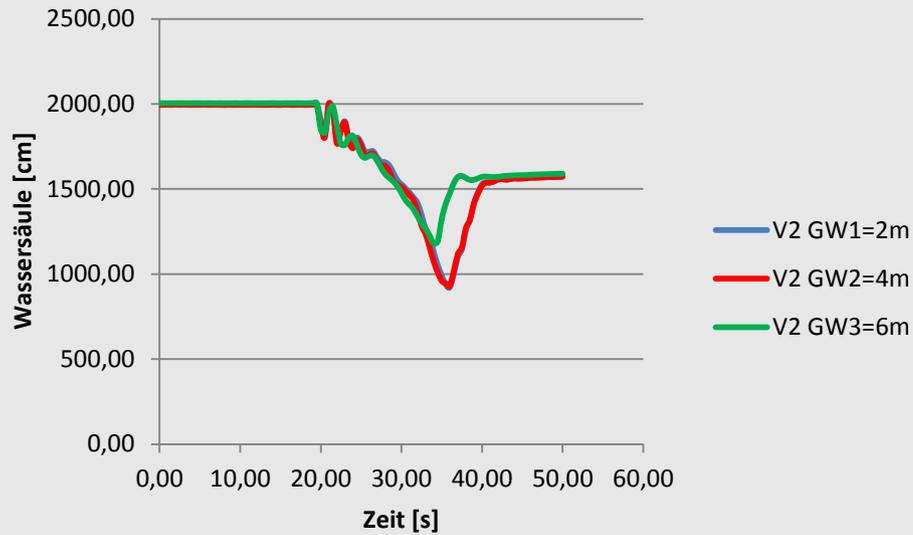


Zeit – Druck Diagramm des am oberen Ende der Erdsonde installierten Ventil 1 (NA7) mit Leckage Maximum.

Zeit – Druck Diagramm des am unteren Ende der Erdsonde installierten Ventil 3 (NA04) mit Leckage Maximum.

# Ergebnisse

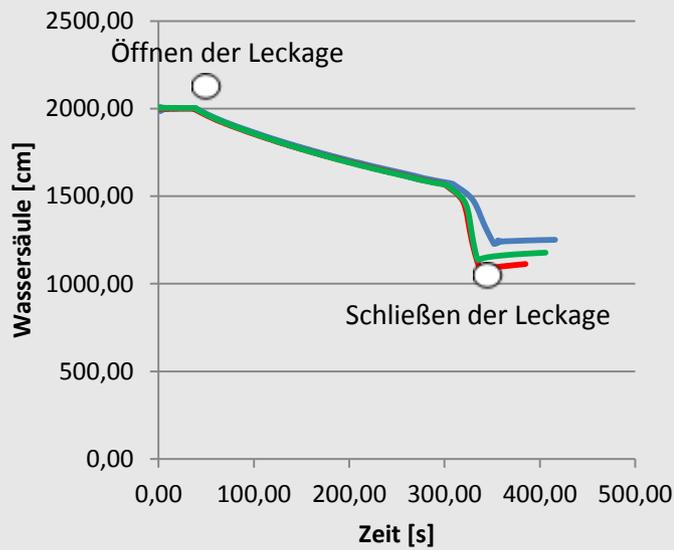
## 5 mm Leckage



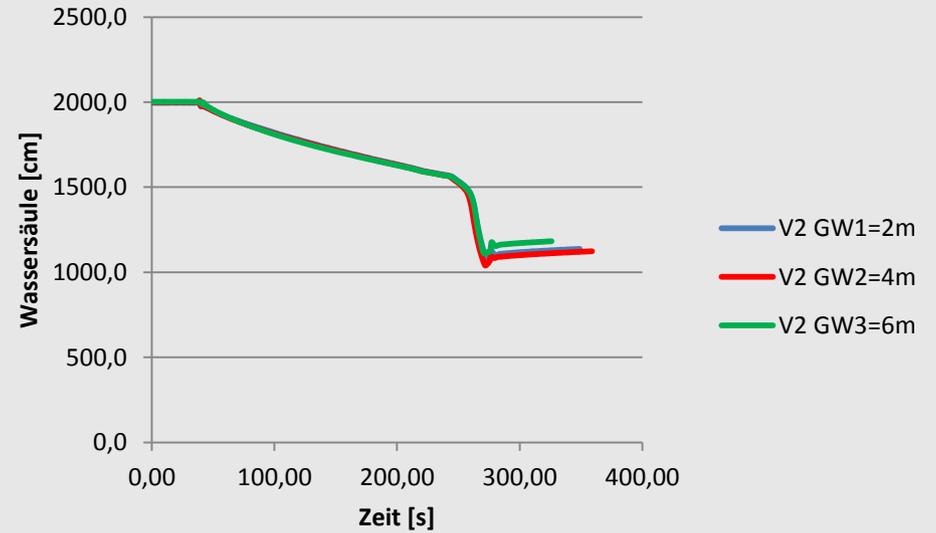
Ventil 2 mit 5 mm-Leckage

# Ergebnisse

## 1 mm Leckage



Ventil 1 mit 1 mm-Leckage



Ventil 2 mit 1 mm-Leckage

# Auswirkung des Spüldruckes: 1 Bar

Messung der Austrittsmengen an Sole bei 1 bar Spüldruck.

Messung	Ventil	Leckage [mm]	GW-Stand [m]	Austrittsmenge Gemessen [l]	Anteil Gesamt-Volumen [%]	Austrittsmenge [l/min]
1	1	0,2	-	0,06	0,05	0,0075
2	1	1	-	1,9	1,60	0,2375
3	3	0,2	-	0,13	0,11	0,0163
4	3	2	-	24	20,24	3
5	3	0,2	3,5	0	0	0
6	3	1	3,5	2,15	1,81	0,2688
7	3	2	3,5	11,3	9,53	1,4125

# Auswirkung des Spüldruckes: 4 Bar

Messung	Ventil	Leckage [mm]	GW-Stand [m]	Austrittsmenge Gemessen [l]	Anteil Gesamtvolumen [%]	Austrittsmenge [l/min]
8	1	1	-	1,7	1,43	0,34
9	3	1	-	3,8	3,20	0,76
10	3	0,2	3,5	0	0	0
11	3	1	3,5	2,0	1,68	0,40

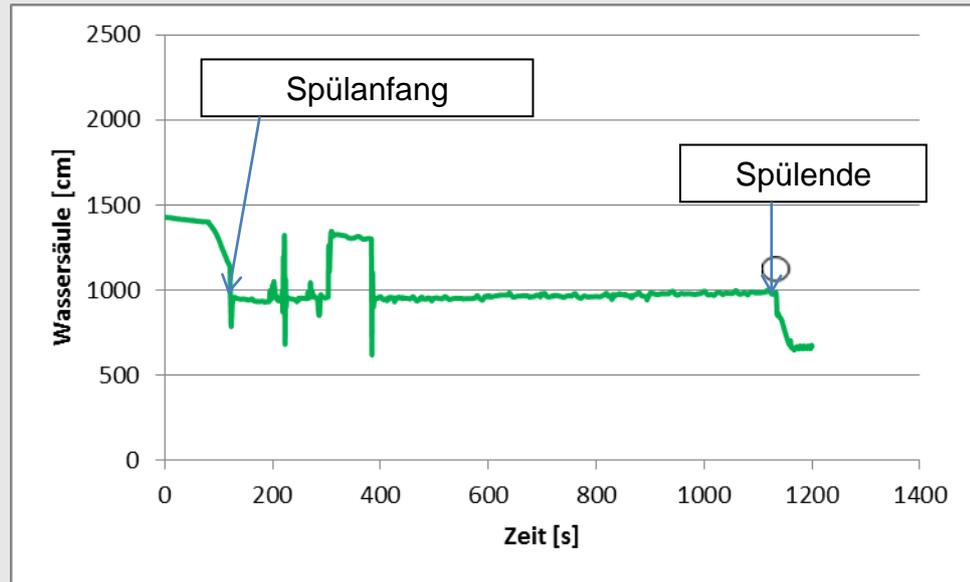
Messung Austrittsmengen an Sole bei 4 bar Spüldruck.

# Vergleich

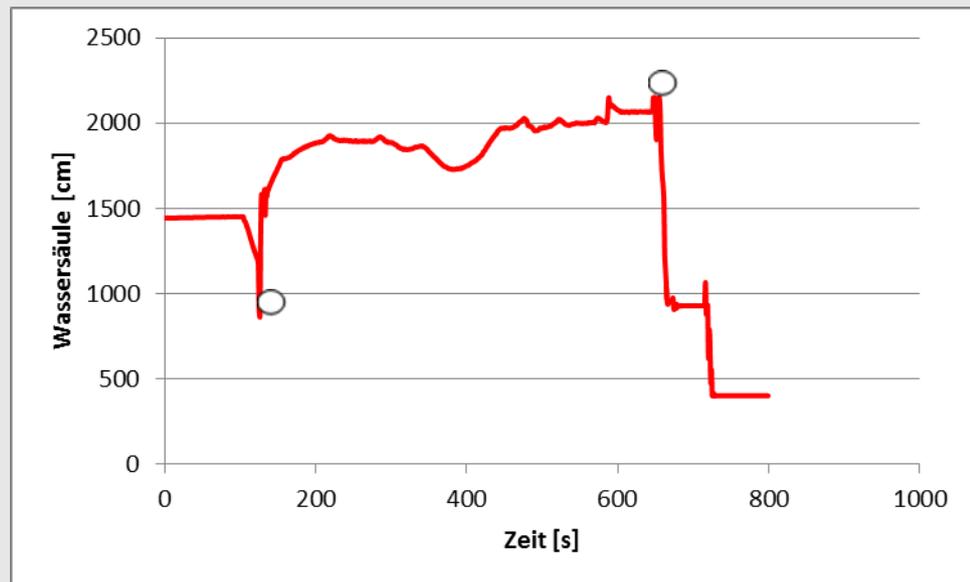
Messungen 1 bar- / 4 bar- Spüldruck	1 bar Spüldruck Austrittsmenge Gemessen [l]	4 bar Spüldruck Austrittsmenge Gemessen [l]	Differenz in Bezug auf das Gesamtvol- umen [%]
2 / 8	1,9	1,7	0,17
5 / 10	0	0	0
6 / 11	2,15	2,0	0,13

Vergleich der gemessenen Austrittsmengen bei 1 bar und 4 bar Spüldruck.

Druck-Zeitdiagramm bei 1bar-Spülung



Druck-Zeitdiagramm bei 4bar-Spülung



# Schlussfolgerungen

Anhand einer automatischen Drucküberwachung und Spülung kann die Gefahr von Austritten von „Sole“ in das Grundwasser auf ein Minimum reduziert werden.

bei **kleinen** Leckagen: durchweg recht gering sind (Haarrisse und allmählich entstehende Undichtigkeiten)

bei **größeren** Leckage: > 2mm  $\emptyset$  , Tiefe -40m (Sondenkopf) und fehlenden Gegendruck, **max. 10 %** des Gesamtvolumens während des Gesamtspülvorganges aus

## **Spüldruck:**

1bar oder mit 4bar

für die Austrittsmenge weniger entscheidend

## **Spüldauer:**

bei höherem Druck geringer

## **Totalschaden**

kann entsprechend mehr austreten.

**Absaugen** ohne weiteres nicht möglich

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**



