

# Kein Glykol in die Erde; Wärmepumpen und Grundwasserschutz

präsentiert

von

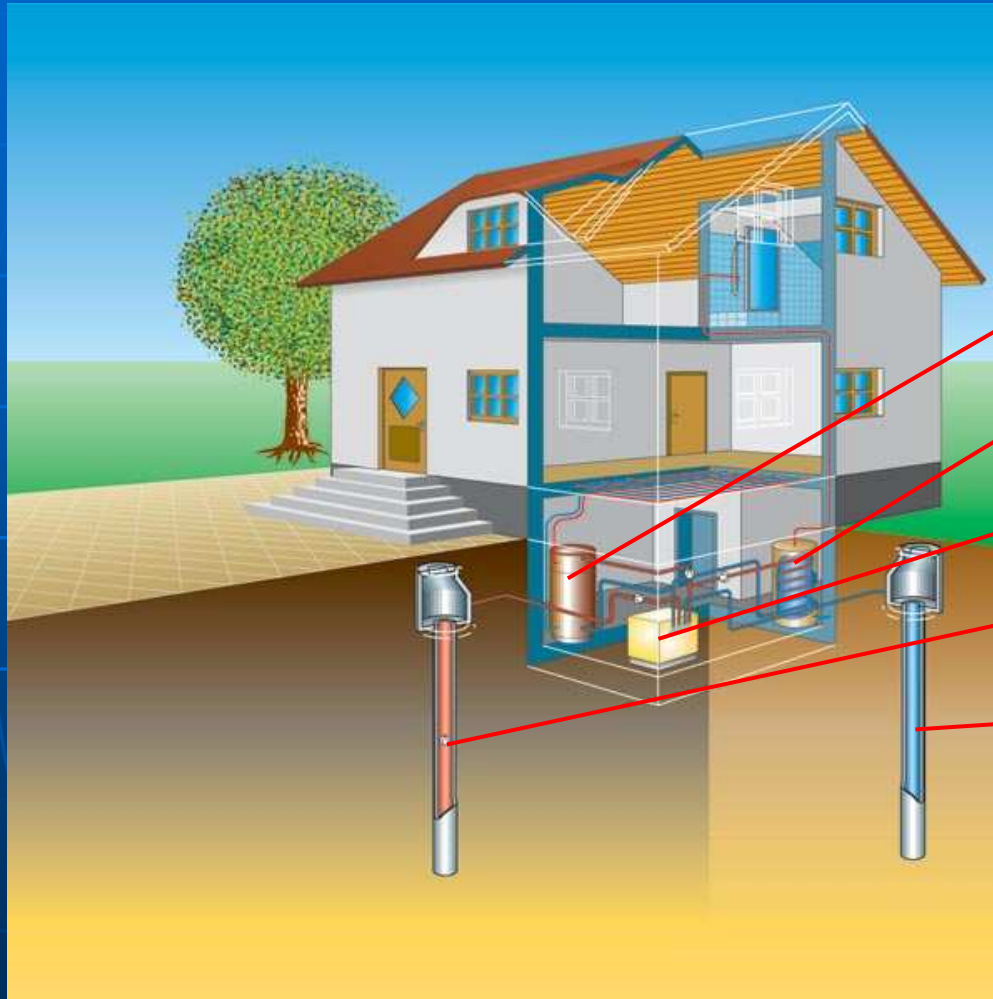
Dipl.-Ing. (TH) Jürgen Bonin

# Umwelt & Technik

Ca. 20 Minuten

Zu den herkömmlichen  
Wärmepumpensystemen zählen:

# Wasser-Wasser-Wärmepumpen



**Pufferspeicher**

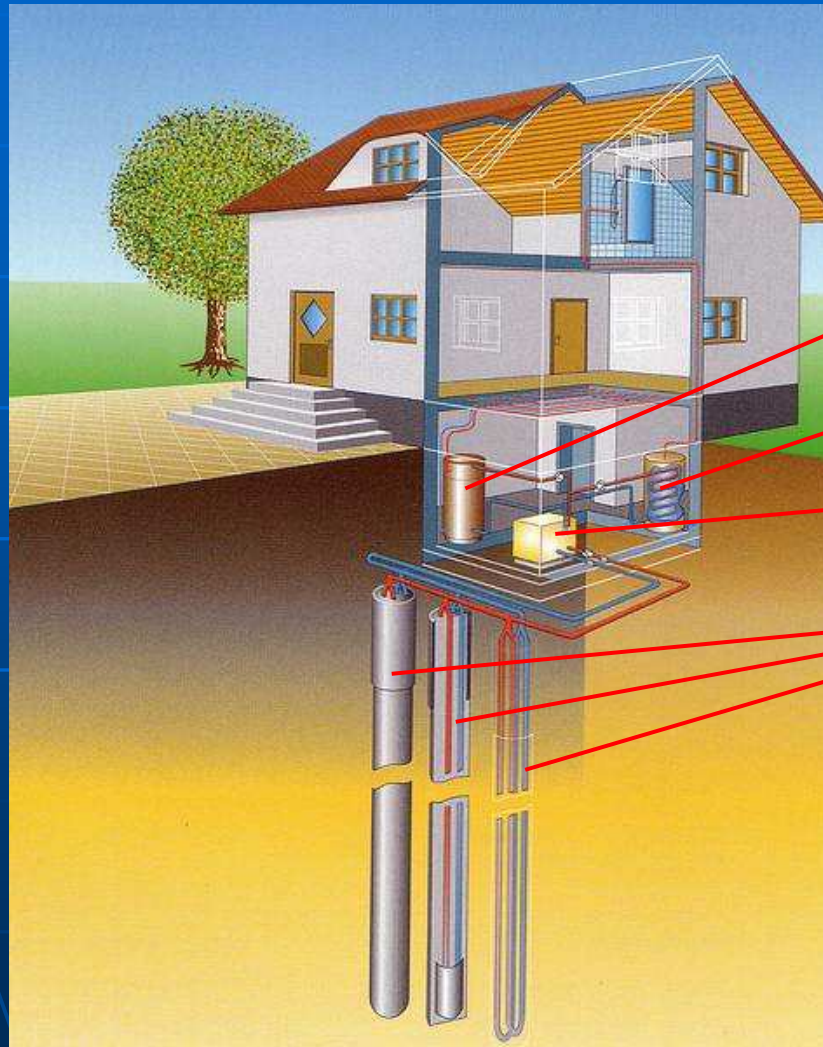
**Warmwasserspeicher**

**Wärmepumpe**

**Förderbrunnen**

**Schluckbrunnen**

# Sole-Wasser-Wärmepumpen mit Erdsonden



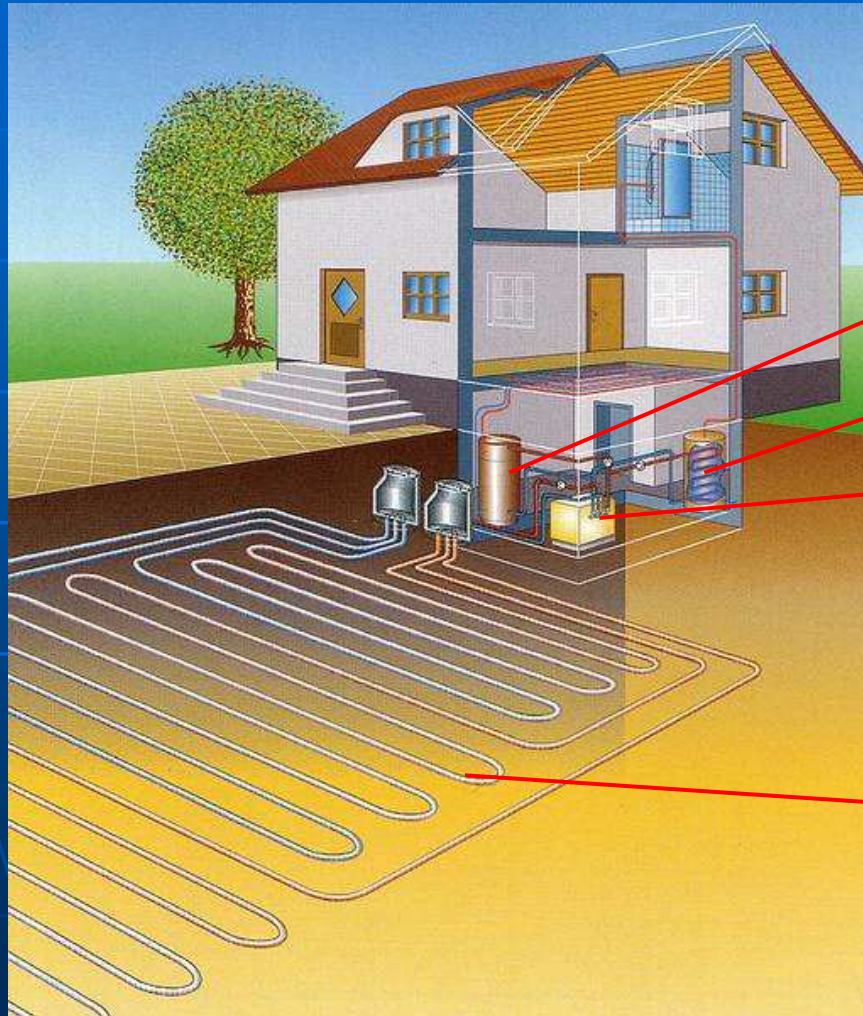
**Pufferspeicher**

**Warmwasserspeicher**

**Wärmepumpe**

**Erdsonden**

# Sole-Wasser-Wärmepumpen mit Erdkollektoren



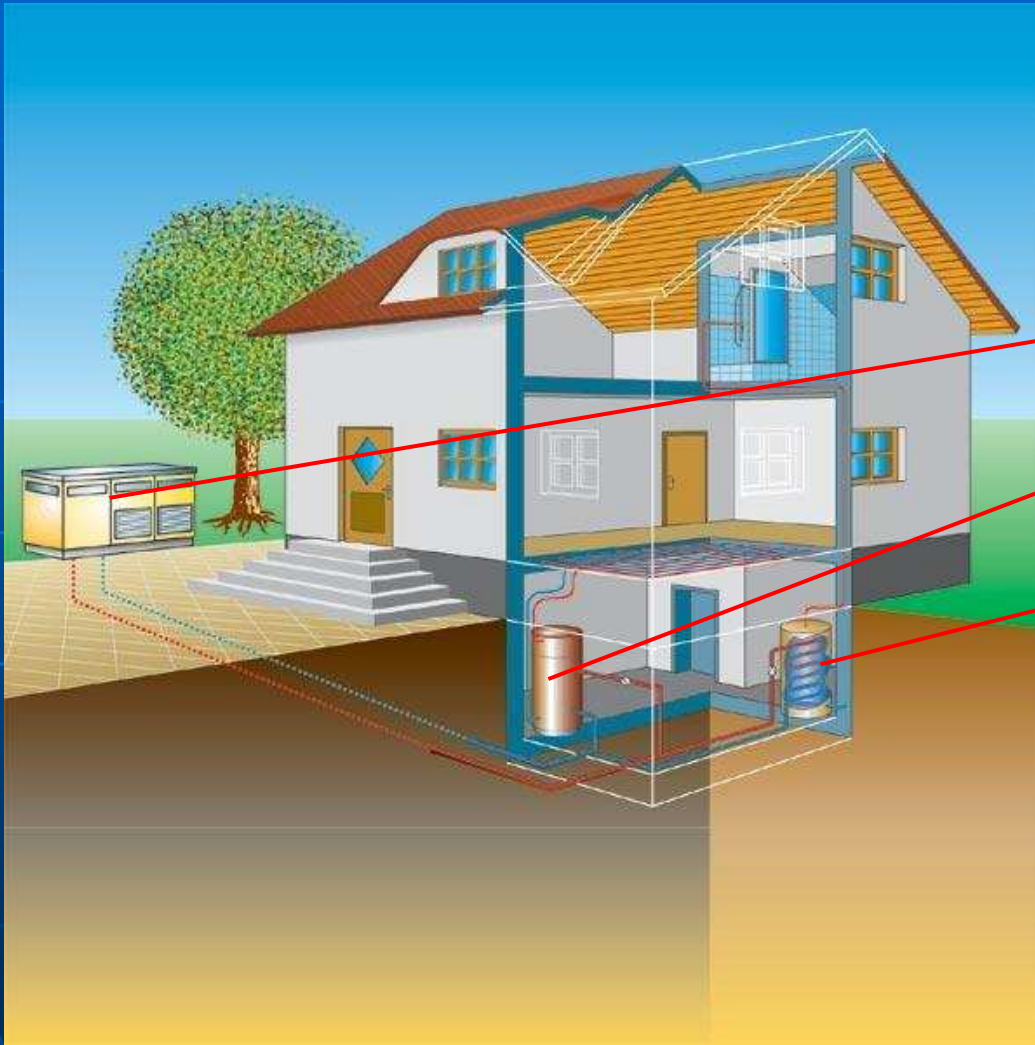
**Pufferspeicher**

**Warmwasserspeicher**

**Wärmepumpe**

**Erdkollektor**

# Luft-Wasser-Wärmepumpen - Außenanlage



**Wärmepumpe außen**

**Pufferspeicher**

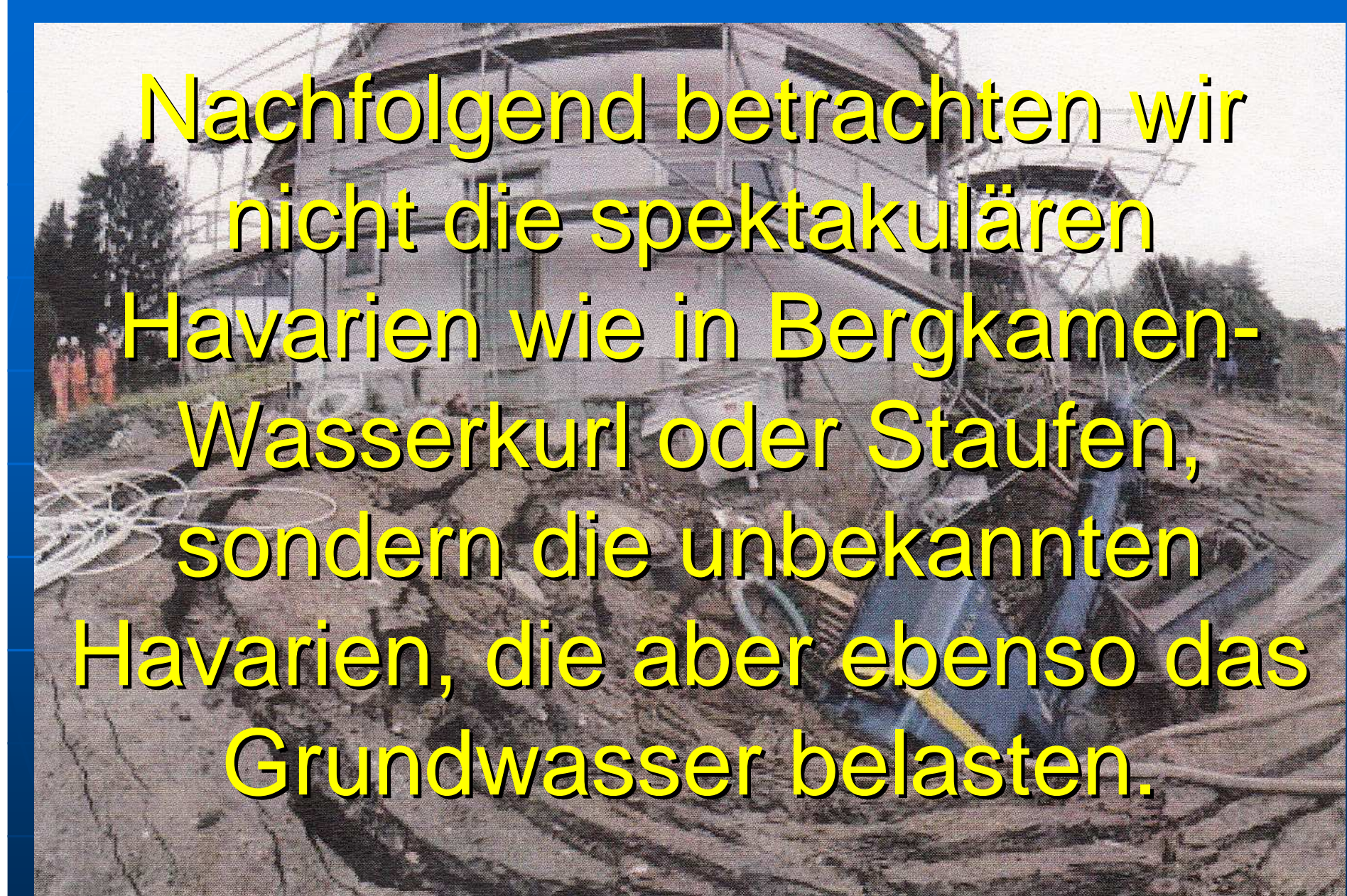
**Warmwasserspeicher**

Hierzu bietet das UZB  
Oberhausen, zugehörend zur  
HWK D.dorf Lehrgänge  
„Wärmepumpen“ an,

Dozent: Dipl.-Ing. (TH)  
Jürgen Bonin

Bei der Erstellung aber auch  
beim Betrieb von  
Wärmepumpenanlagen kann  
es zu Havarien  
verschiedenster Art kommen,  
die das Grundwasser belasten  
können:



The background image shows a large-scale construction or industrial site. A massive concrete structure, possibly a dam or a large building, is under construction. Scaffolding and various construction equipment are visible. The ground is uneven and appears to be a construction site. The text is overlaid in a large, bold, yellow font with a black outline.

Nachfolgend betrachten wir nicht die spektakulären Havarien wie in Bergkamen-Wasserkurl oder Staufen, sondern die unbekannteren Havarien, die aber ebenso das Grundwasser belasten.

Quelle: Energieagentur NRW

Dipl.-Ing. (TH) Jürgen Bonin

# Aus der Praxis:

Im August 2012 erhielten wir eine e-mail von einem Betreiber, der sich aufgrund unserer Internetseite zum ***Geo-Protector*** an uns wandte und Hilfe erhoffte.

Er sandte uns folgendem Text:

Wir zitieren:

# Eine Mail aus August 2012:

**„... unsere Wärmepumpe ist 30 Jahre alt. In den letzten Jahren gehen uns allmählich die Außenkreise kaputt. Es sind PE-Rohre, und wir dachten die halten ewig. . . Gibt es eine Möglichkeit den Erdkollektor wieder zu ertüchtigen? . . .“**

Nun also zum Thema  
**Wärmepumpen und  
Grundwasserschutz.**

2009 erfand Dipl.-Ing. (TH)  
Jürgen Bonin

den

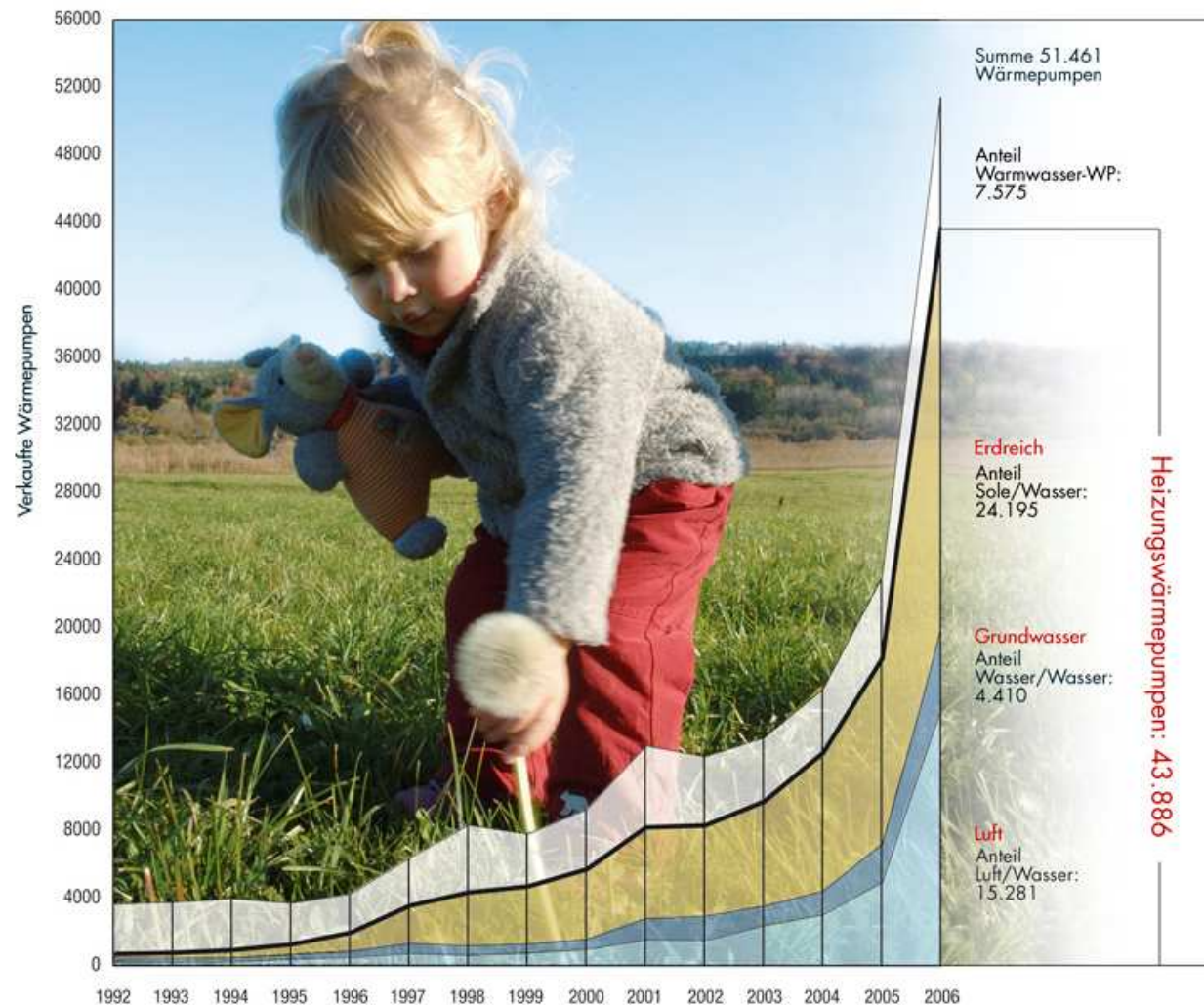
***Geo-Protector***

Dipl.-Ing. (TH) Jürgen Bonin

**Mit dieser  
sicher  
erfreulichen  
Entwicklung des  
Wärmepumpen-  
marktes steigt  
folglich auch  
die  
Wahrscheinlich-  
keit von  
Havarien und  
die damit  
verbundene  
Gefahr für das  
Grundwasser.**

**Grundwasser ist  
jedoch ein sehr  
hohes und  
wertvolles  
Allgemeingut  
welches  
unbedingt zu  
schützen ist!**

Energieeffiziente Heizungen sind zukunftssicher!  
Wärmepumpen-Absatz 2006 hat sich mehr als verdoppelt!



Gründung  
des IWP/BWP

Quelle: Bundesverband Wärmepumpe (BWP) e. V., München  
Bundesindustrieverband Deutschland  
Haus, Energie- und Umwelttechnik e. V. (BDH), Köln



Dipl.-Ing. (TH) Jürgen Bonin

**Jährlich werden in der  
BRD etwa 4.000km =  
4.000.000m  
Bohrmeter für  
Erdsonden gebohrt.**

**Das entspricht einer  
Strecke von NRW bis  
Kairo . . .**

**. . . und jedes Jahr  
werden es mehr.**

**Das ist gut so – aber  
damit steigt auch  
zwangsläufig die  
Gefahr für das  
Grundwasser mit an  
- und das ist nicht  
gut!**

**Bisher gelten folgende Regelungen  
zum Schutz des Grundwassers:**

**VDI 4640**

**und**

**DIN 8901**



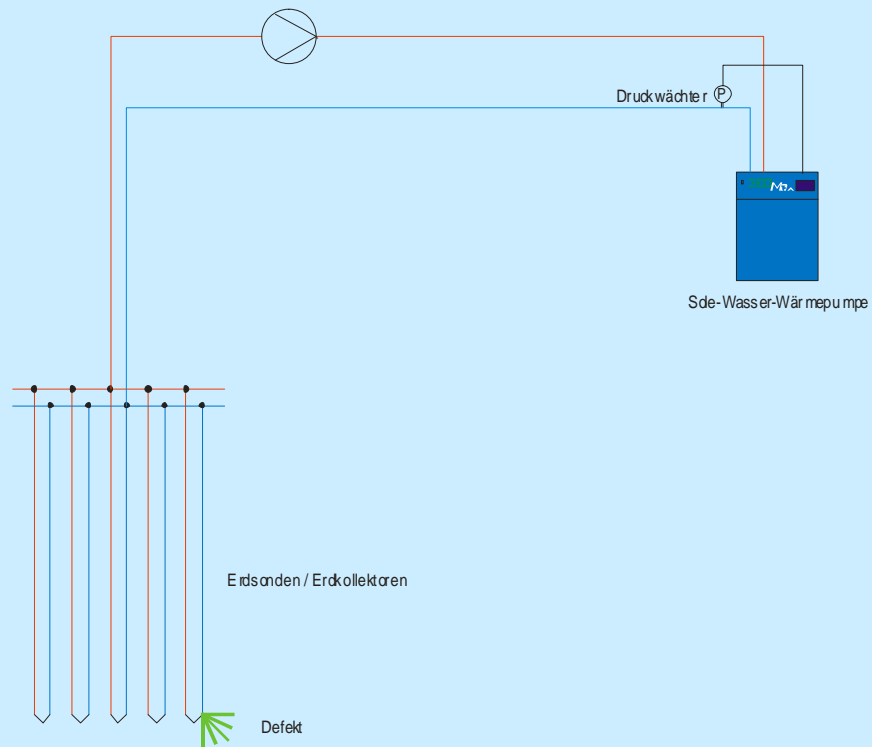
## Zitat aus DIN 8901 – 3.3:

Bei einem Leck im Kältemittelkreislauf müssen die Kälteanlage oder die Wärmepumpe durch eine typgeprüfte Einrichtung abgeschaltet werden und bleiben, z. B. durch eine nach DIN EN 12263 typgeprüfte Sicherheitsabschaltung für fallenden Druck mit manuellem Reset.

VDI 4640 schreibt dazu einen Druckwächter vor, der im Falle eines Druckabfalls die Wärmepumpe abschaltet.

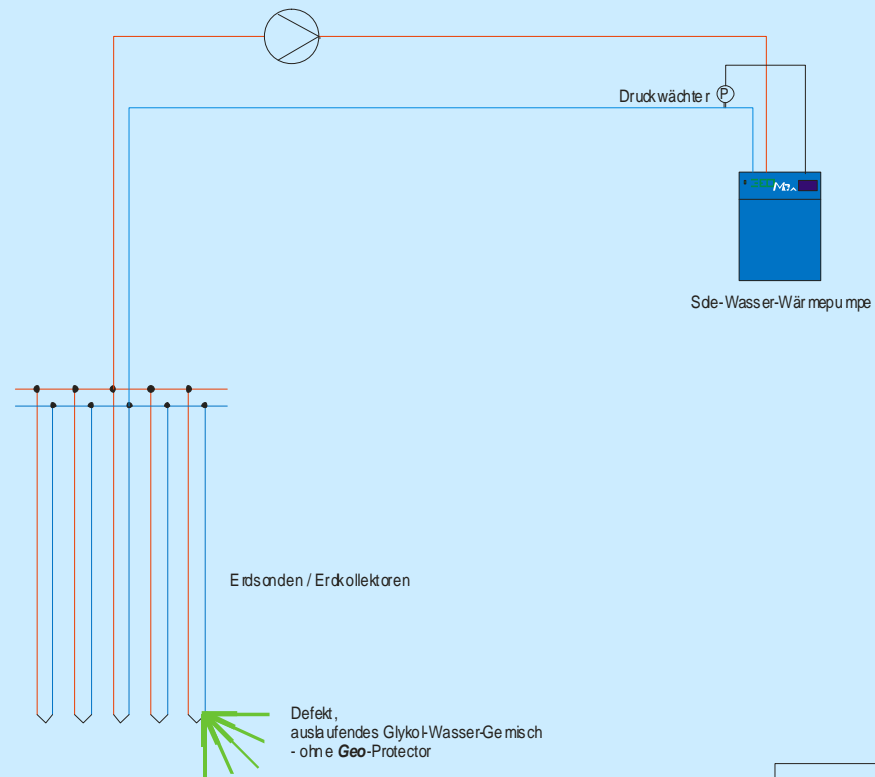
. . . und dann?

# Abschaltung bei Unterschreitung des Mindestdrucks,



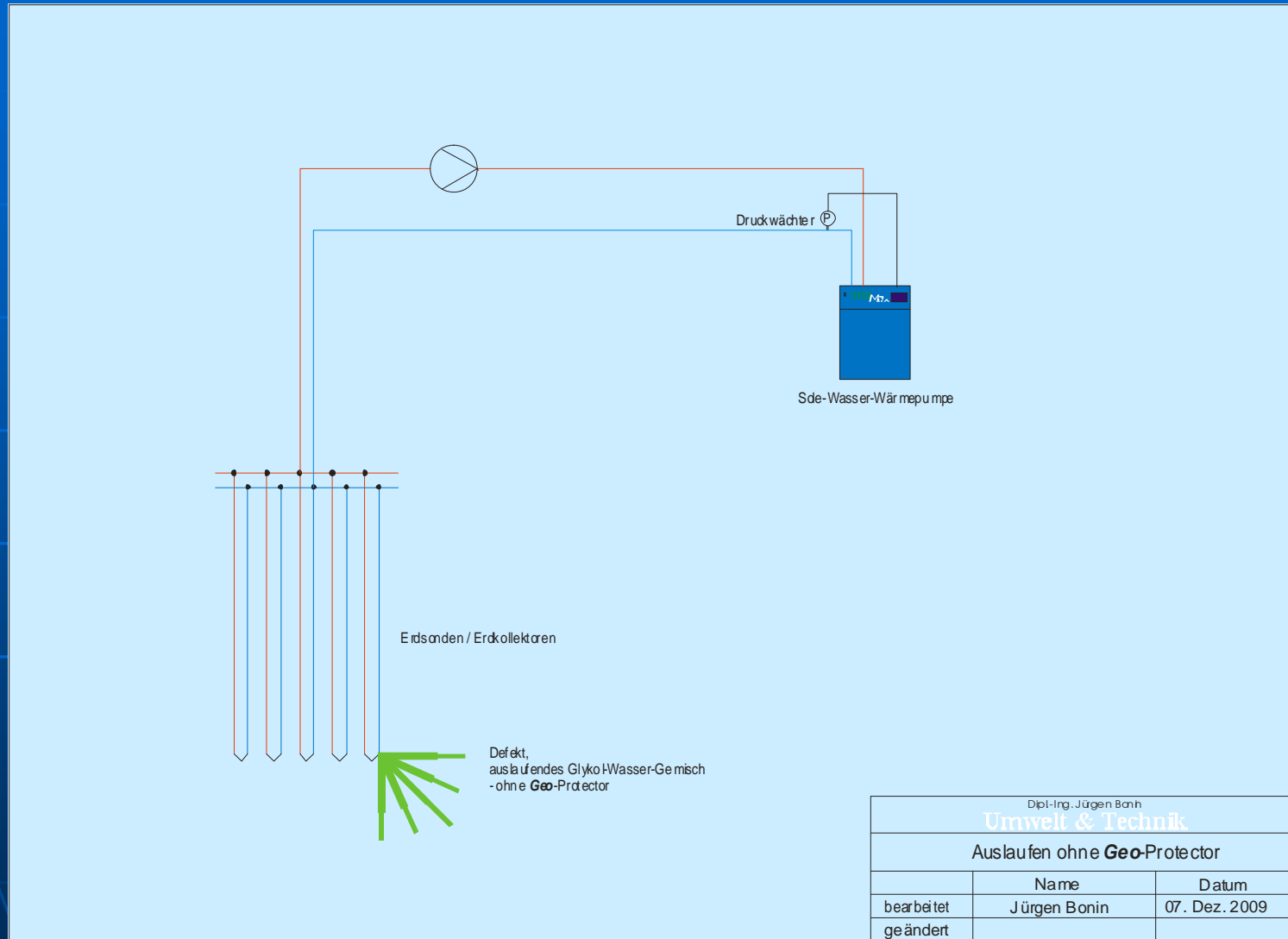
Dipl.-Ing. Jürgen Bonin		
Umwelt & Technik		
Auslaufen ohne Geo-Protector		
	Name	Datum
bearbeitet	Jürgen Bonin	07. Dez. 2009
geändert		

# doch die Sole läuft . . .

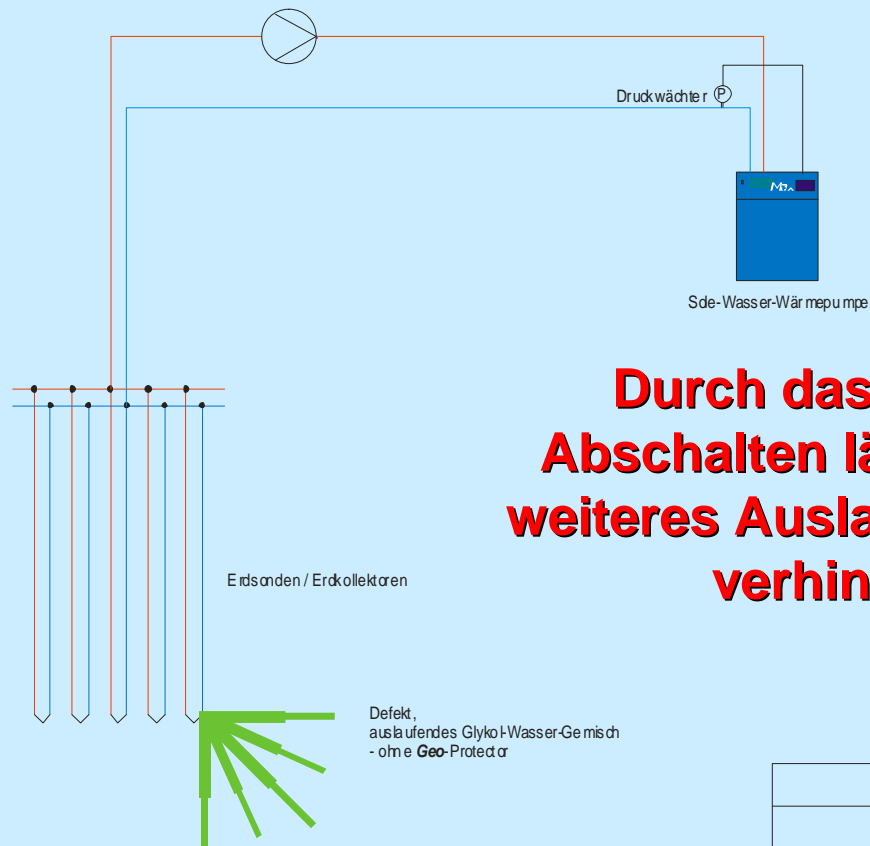


Dipl.-Ing. Jürgen Bonin		
Umwelt & Technik		
Auslaufen ohne Geo-Protector		
	Name	Datum
bearbeitet	Jürgen Bonin	07. Dez. 2009
geändert		

# und läuft . . .



und läuft . . .

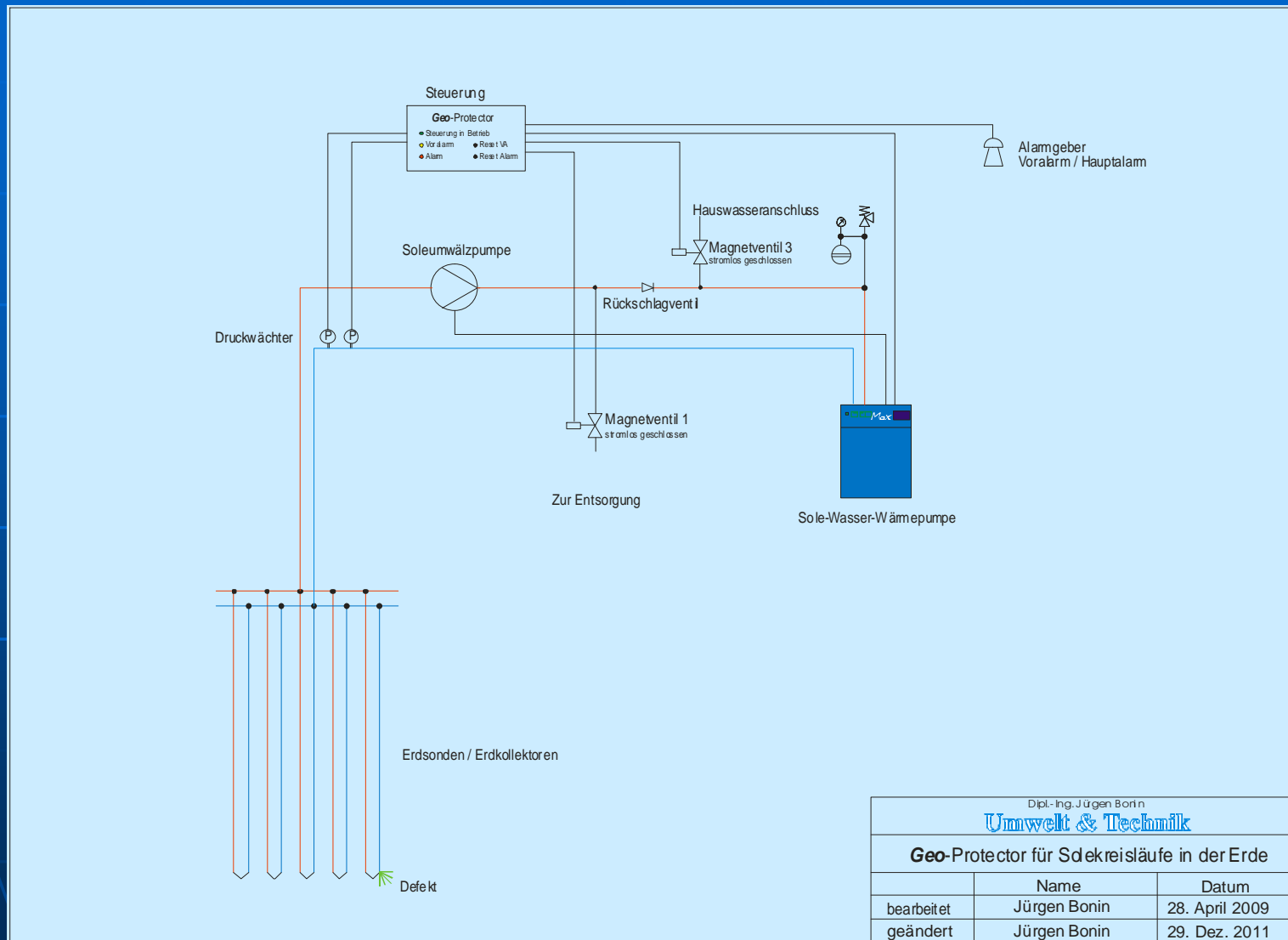


**Durch das einfache Abschalten lässt sich ein weiteres Auslaufen so nicht verhindern!**

Dipl.-Ing. Jürgen Bonin		
Umwelt & Technik		
Auslaufen ohne Geo-Protector		
	Name	Datum
bearbeitet	Jürgen Bonin	07. Dez. 2009
geändert		

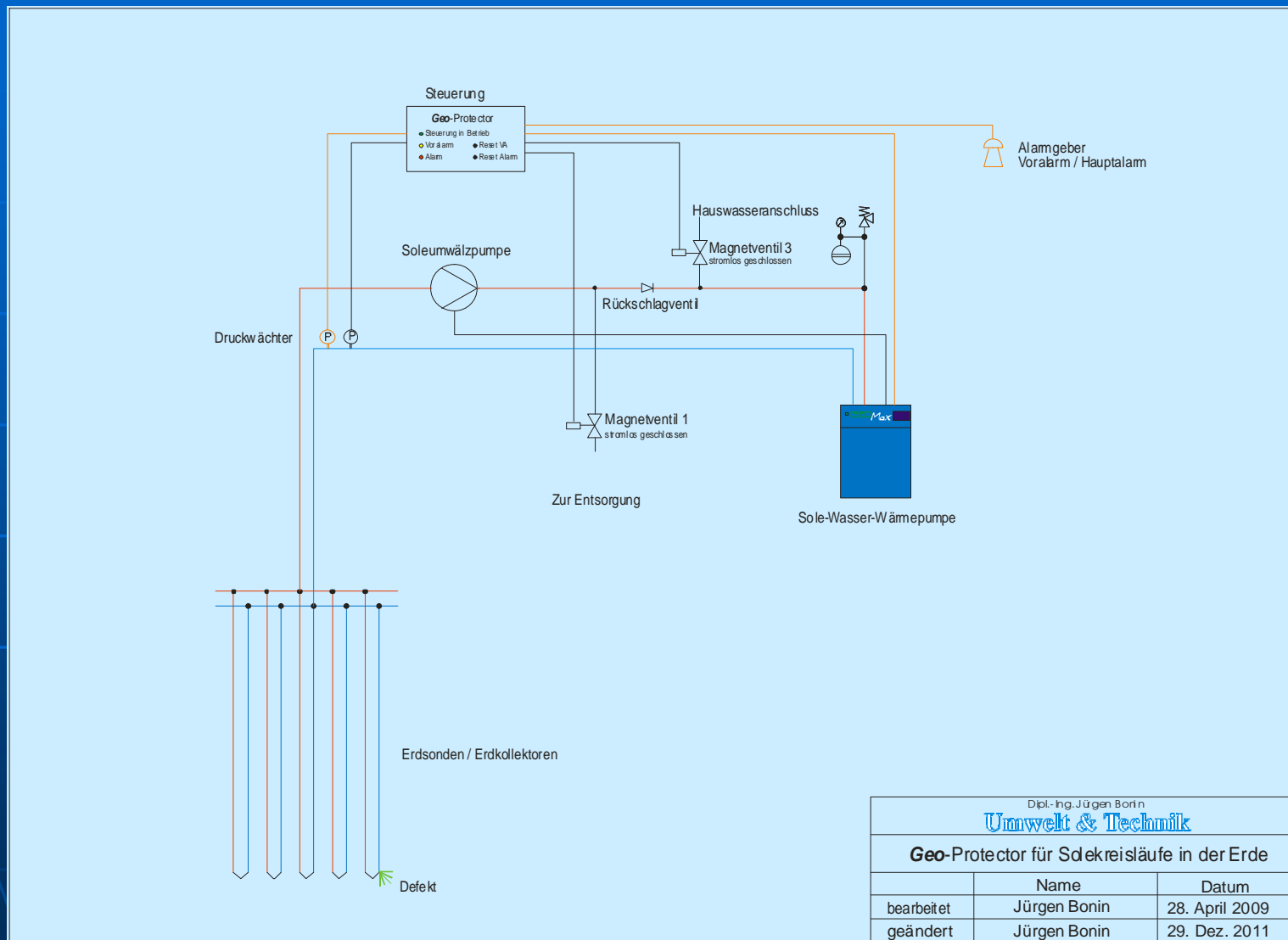
**Und genau das  
verhindert  
der  
*Geo-Protector***

# Geo-Protector bei einer Sole-Wasser-Wärmepumpenanlage

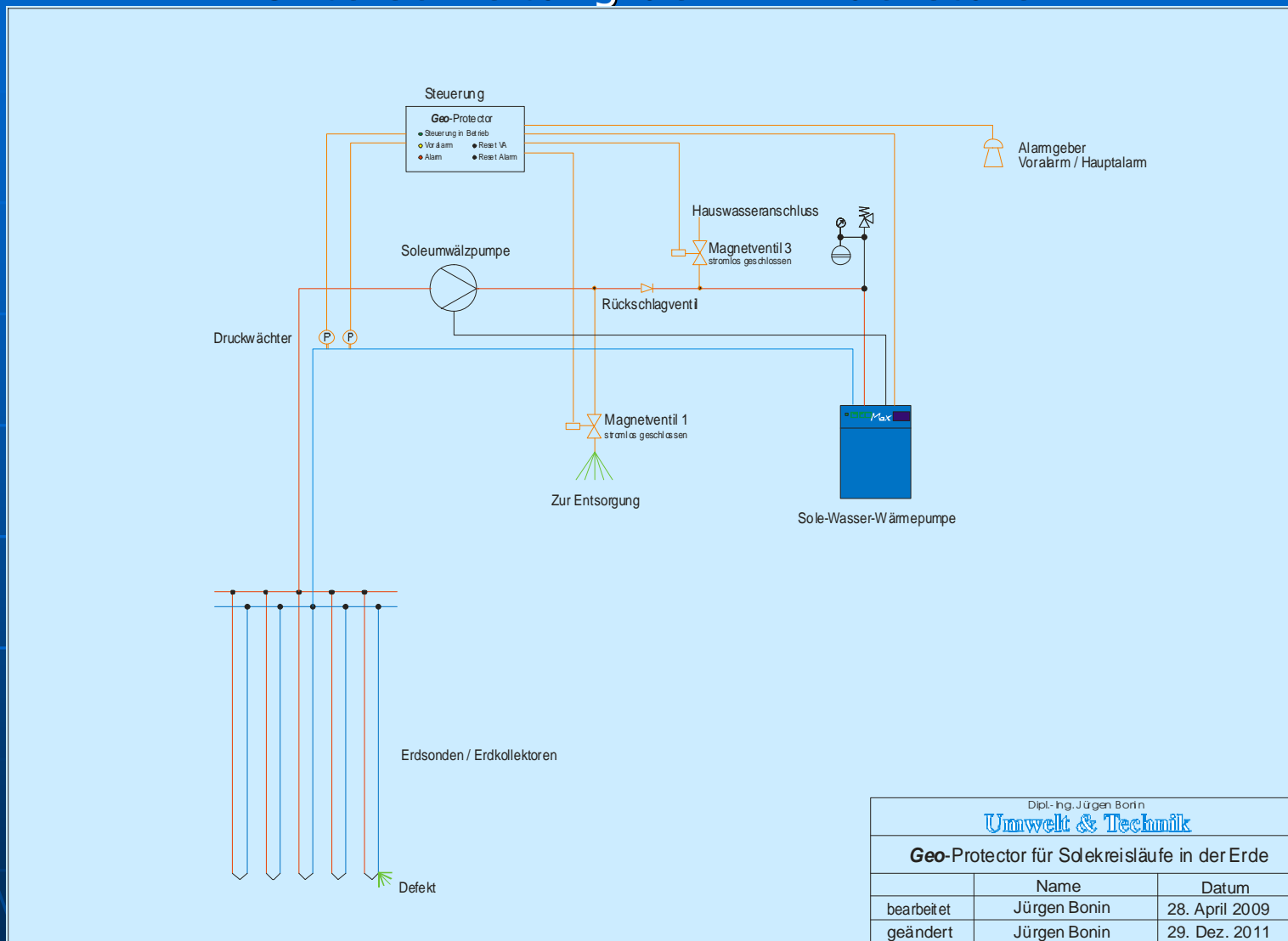




# Voralarm bei Unterschreitung 1. Druckstufe



# Hauptalarm und sofortiges Spülen mit Trinkwasser bei Unterschreitung der 2. Druckstufe

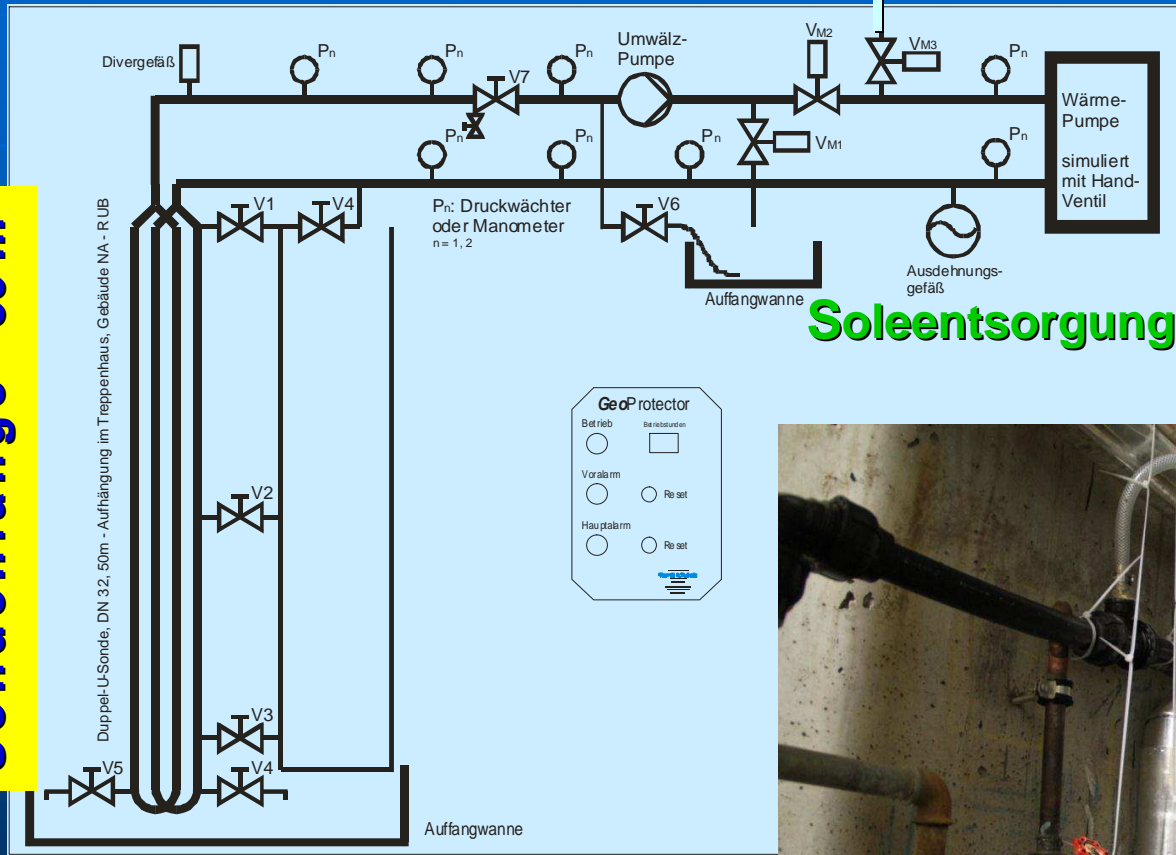


**Um den Nachweis der  
Funktion zu erbringen  
und  
um die Wirkung  
nachzuweisen, vergaben wir  
einen Forschungsauftrag an  
die RUB (Ruhr-Universität  
Bochum), Herrn Prof. Dr.  
Stefan Wohnlich.**

# Der Versuchsaufbau:

Trinkwasseranschluss

Sondenlänge 50 m



Versorgungsschacht mit Erdsonde und Anbindeleitungen



## Simulation verschiedener Leckagen:

**Die Leckagen wurden durch eine Lochplatte simuliert, mit:**

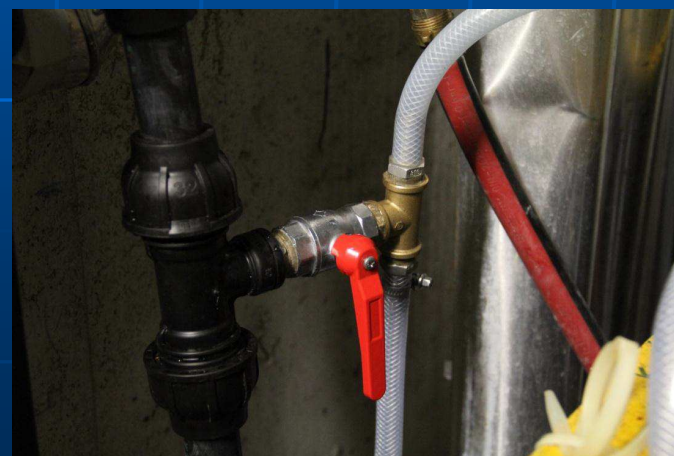
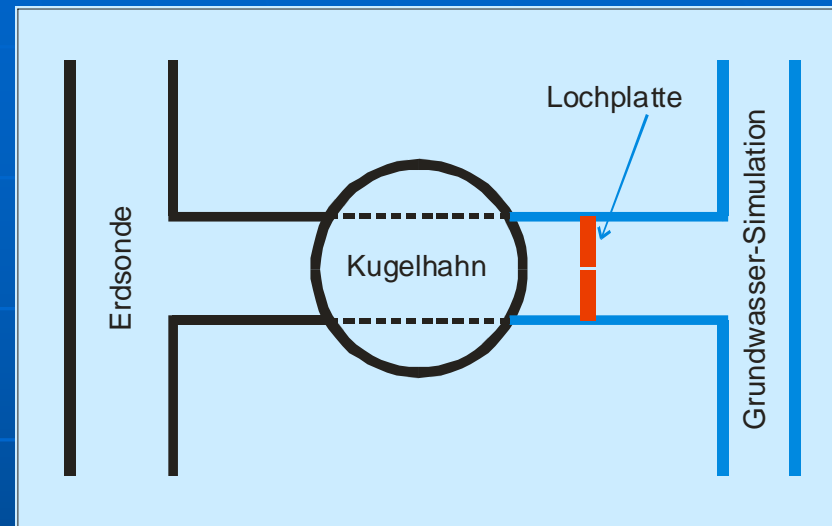
- maximaler Öffnung – hier unbeachtet
- 2mm
- 1mm
- 0,2mm

**Spüldrücke:**

- 1 bar
- 4 bar

**Grundwasserstände:**

- 2m unter GOK
- 4m unter GOK
- 6m unter GOK
- ohne Grundwasser



# Simulation Leckagen, 5mm, in unterschiedlichen Tiefen:

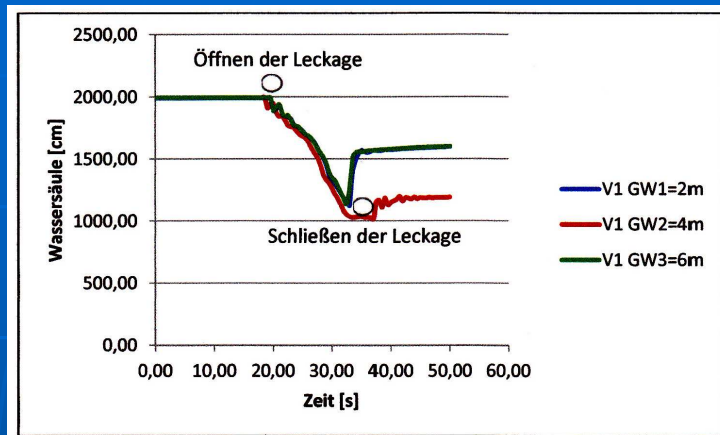


Abb. 16 Ventil 1 mit 5 mm-Leckage

Leckage in oberen Bereich, z.B. Anbindung

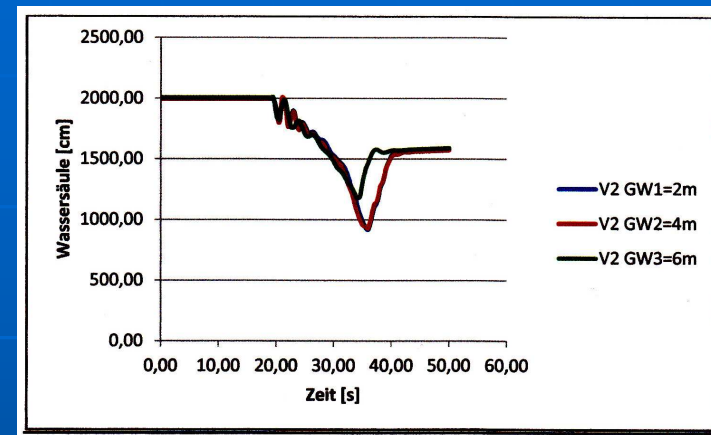


Abb. 17 Ventil 2 mit 5 mm-Leckage

Leckage in Sondenmitte

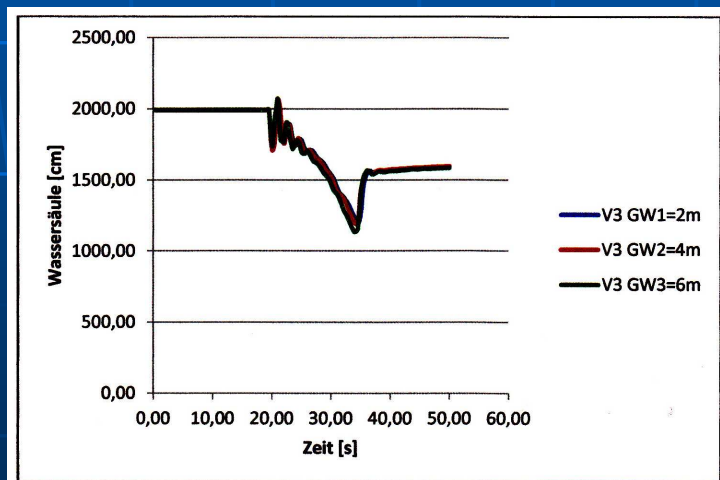


Abb. 18 Ventil 3 mit 5 mm-Leckage

Leckage in Bereich Sondenkopf

# Simulation Leckagen, 1mm, in unterschiedlichen Tiefen:

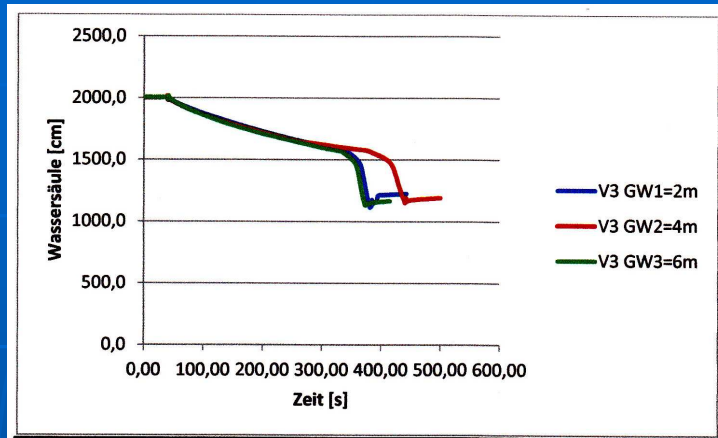


Abb. 21 Ventil 3 mit 1 mm-Leckage

Leckage im oberen Bereich, z.B. Anbindung

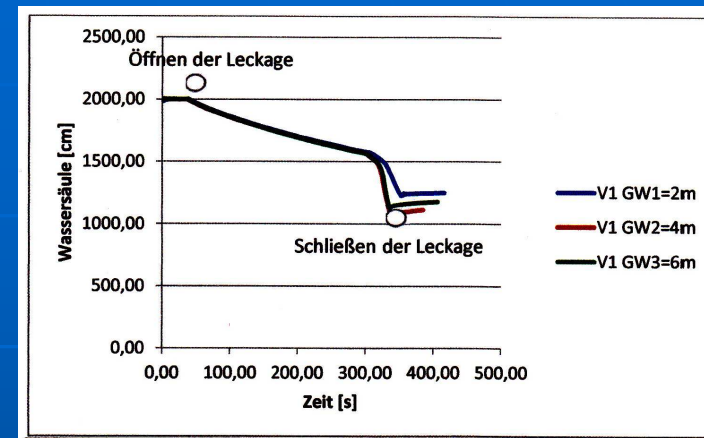


Abb. 19 Ventil 1 mit 1 mm-Leckage

Leckage in Sondenmitte

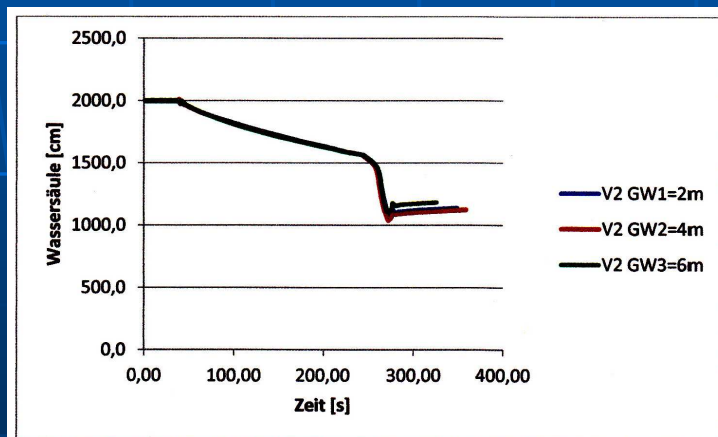


Abb. 20 Ventil 2 mit 1 mm-Leckage

Leckage im Bereich Sondenkopf

Diese Abbildungen zeigen die zeitlichen Druckverläufe nach Entstehen verschiedener Leckagen in verschiedenen Tiefen.

Nachfolgend werden die Ergebnisse zu den Austrittsmengen dargestellt.

## Messergebnisse zu den Austrittsmengen:

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

Die ersten vier Messungen zeigen die Austrittsmengen **ohne Grundwasser** und damit ohne Gegendruck auf verschiedenen Niveaus (Ventil 1 im oberen Bereich und Ventil 3 im Bereich des Sondenkopfes).

Hier gibt es einen Ausreißer mit einer relativ großen Leckage von 2mm im unteren Bereich des Sondenkopfes. Eine augenblicklich auftretende Leckage mit dieser Größe ist jedoch weniger wahrscheinlich. Alle anderen Austrittsmengen sind deutlich **< 2%**.

Bei einem Grundwasserstand von 3,5m sind die Austrittsmengen, wie erwartet, entsprechend kleiner.

### Hinweis:

Bei allen Messungen wurden die Austrittsmengen während der gesamten Spülung gemessen. Es ist jedoch zu beachten, dass nach der halben Zeit am Ventil 3 (Sondenkopf) bereits Trinkwasser austritt. Entsprechend reduziert sich die ausgelaufene Solemenge bei den Messungen 3 bis 7 (Leckage am Sondenkopf) um 50%!



## Messergebnisse zu den Austrittsmengen:

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

Die ersten beiden Messungen zeigen Austrittsmengen **ohne Grundwasser** und ohne Gegendruck auf verschiedenen Niveaus. Alle Austrittsmengen sind deutlich **< 4%**.

Bei einem Grundwasserstand von 3,5m sind die Austrittsmengen erwartungsgemäß entsprechend kleiner.

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

Diese Messungen zeigen, dass die gemessenen Austrittsmengen nur unwesentlich vom Spüldruck abhängen.

**Begründung:**  
Je höher der Spüldruck, desto schneller die Spülung.

## Messergebnisse zu den Austrittsmengen:

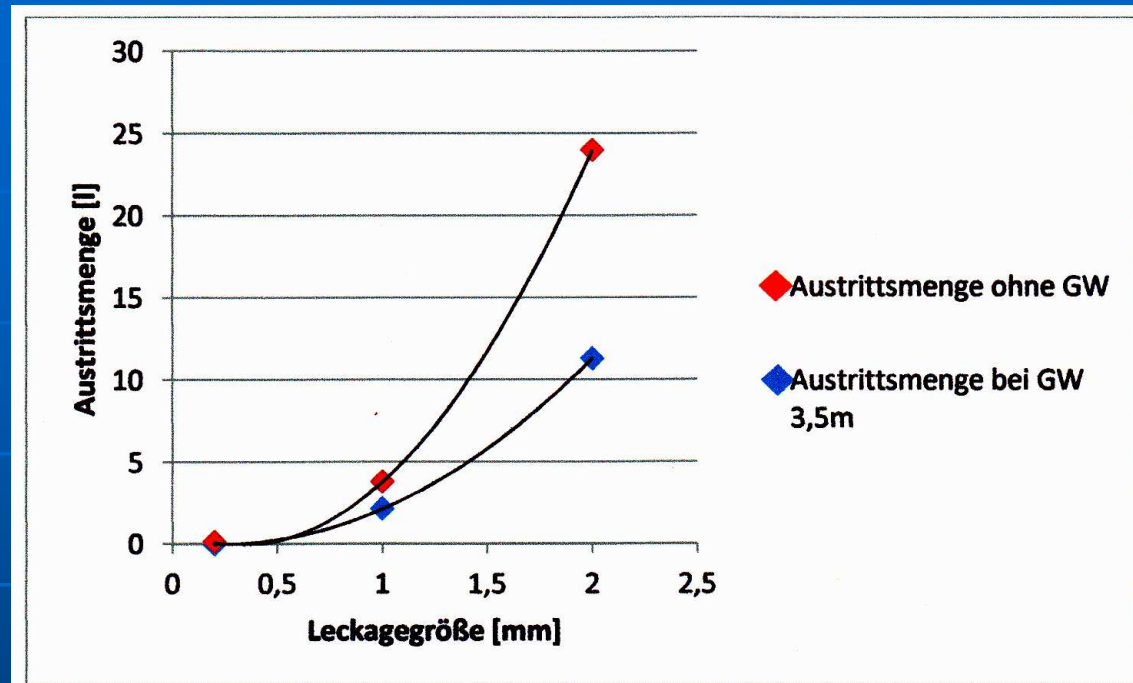


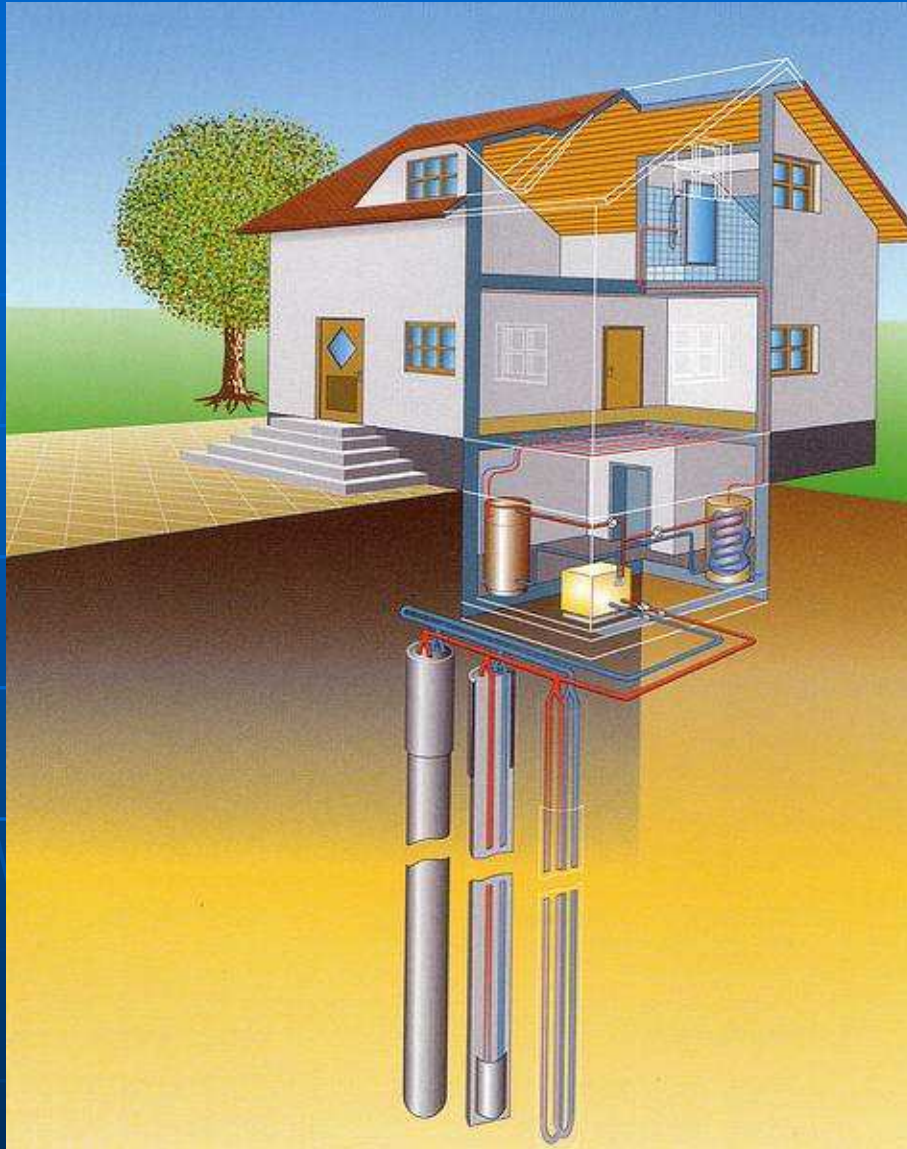
Abb. 24 Zusammenhang zwischen der Leckagegröße und der Austrittsmenge

Darstellung der Austrittsmengen bei verschiedenen Grundwasserständen in Abhängigkeit der Leckagegrößen.

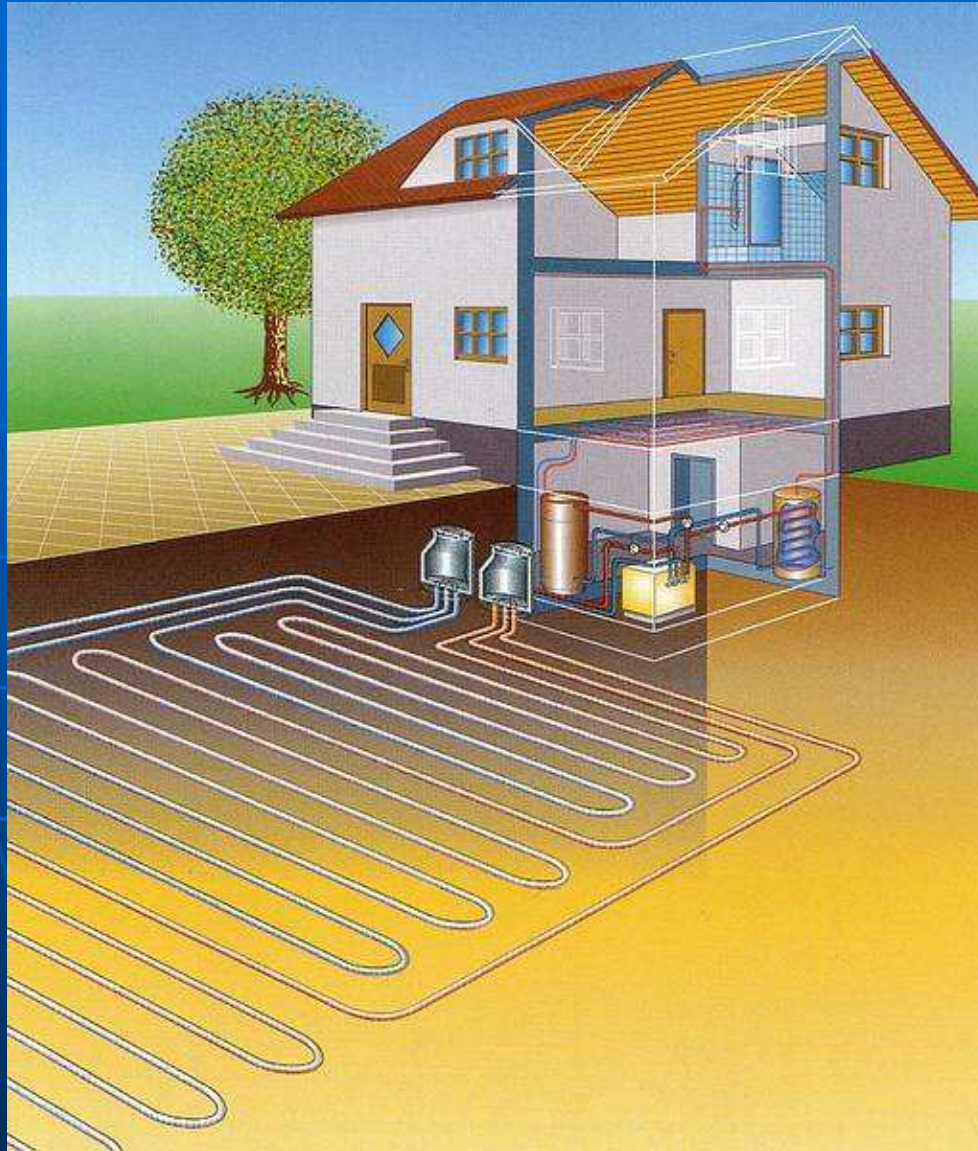
Geht man davon aus, dass eine beginnende Leckage eher klein anfängt und das Auslaufen durch die Verpressung um die Sonde gebremst wird, ist folglich von eher recht kleinen Austrittsmengen auszugehen.

**Diese  
Untersuchungsergebnisse an  
der RUB zeigen, dass mit dem  
*Geo-Protector* bei in Praxis  
zu erwartenden Leckagen**

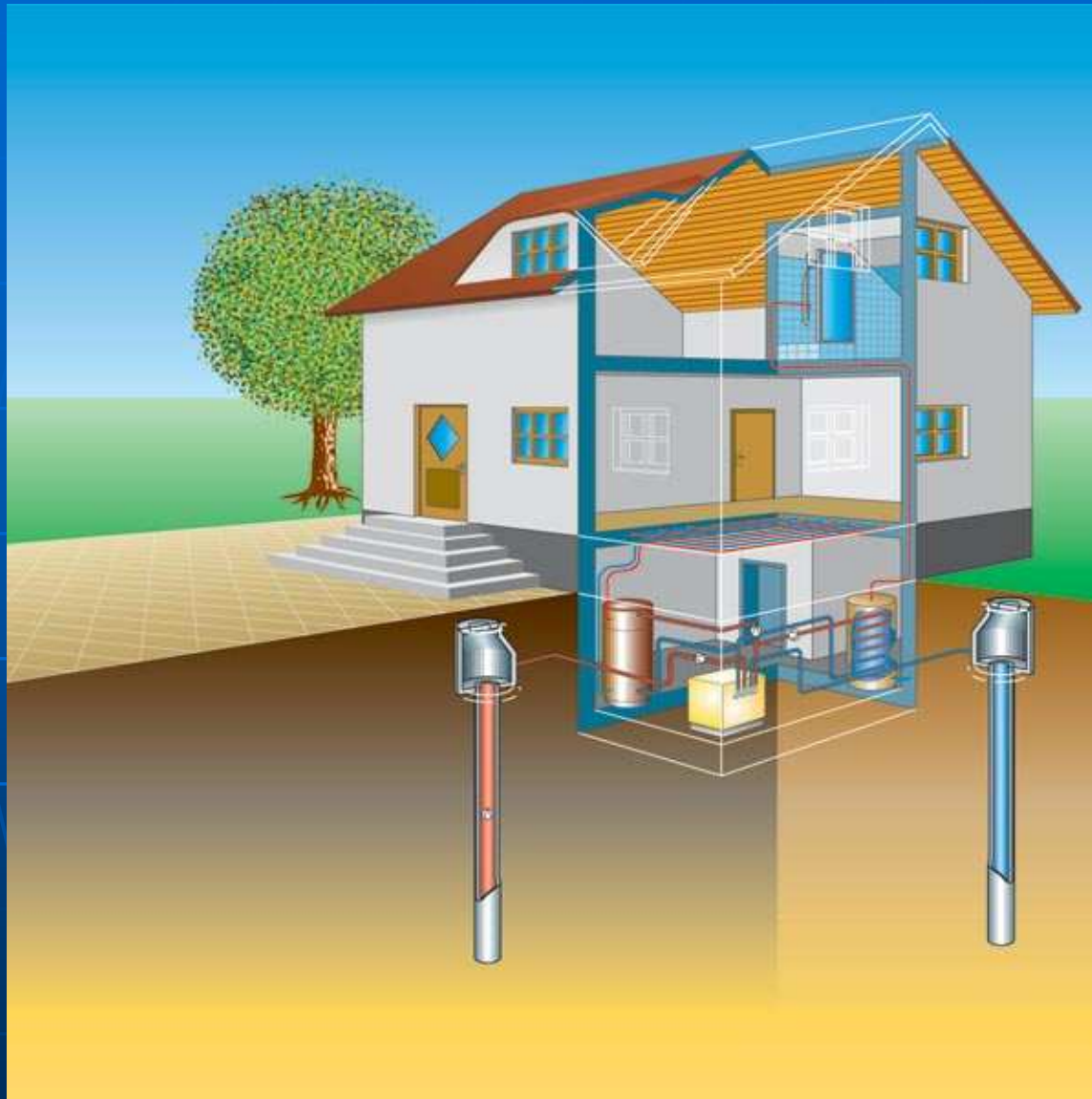
**weniger als 5% statt 100%  
der Sole austreten.**



Der Geo-Protector ist  
anwendbar für Sole-  
Wasser-Wärmepumpen  
mit Erdsonden, . . .



. . . für Sole-Wasser-  
Wärmepumpen mit  
Erdkollektoren, . . .

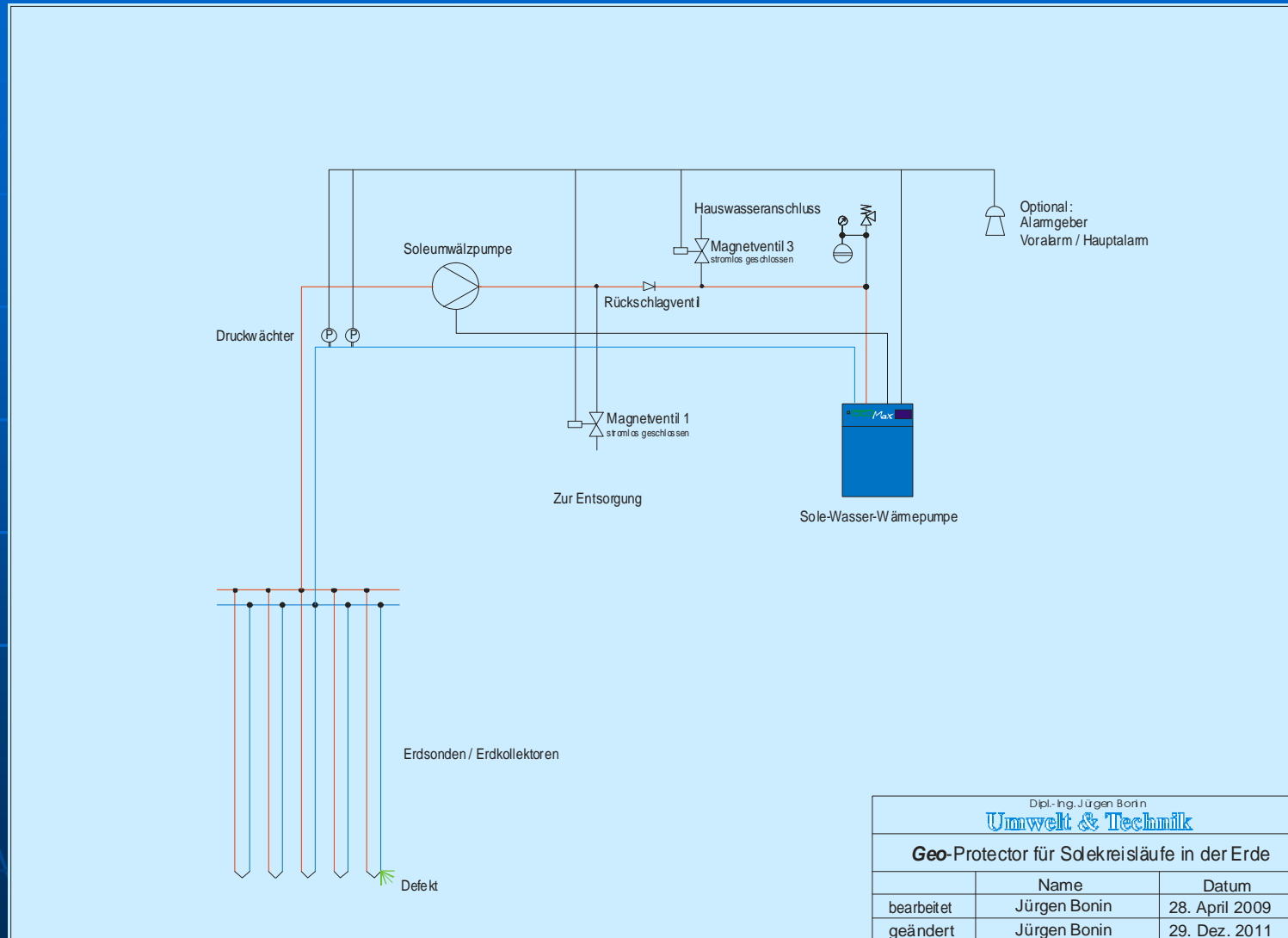


. . . und auch für  
Wasser-Wasser-  
Wärmepumpen mit  
Trennwärmetauscher.

The background of the slide features a collage of Euro currency. It includes several banknotes: a 5 Euro note, a 10 Euro note, a 20 Euro note, and a 100 Euro note. There are also various Euro coins, including 1 Euro, 2 Euro, and 5 Euro coins. The text is overlaid on this collage in a large, bold, blue font.

# Und was ist der höhere Grundwasserschutz wert?

Um die Kosten zu minimieren, sollte der Geo-Protector in der Software des Reglers einer jeden Wärmepumpe integriert werden.





## Der Vergleich:

### Bisherige Regelung:

- 1 Software in Regelung  
einmalige Entwicklungskosten  
+ 2 Klemmen
- 1 Druckwächter

#### Geschätzte Materialkosten:

2 Klemmen:	€ 0,20
1 Druckwächter:	<u>€ 75,00</u>
Summe:	€ 75,20

### Mit *Geo-Protector* :

- 1 Software in Regelung  
einmalige Entwicklungskosten  
+ 6 (8) Klemmen
- 2 Druckwächter
- 2 Magnetventile
- 1 Rückflussverhinderer

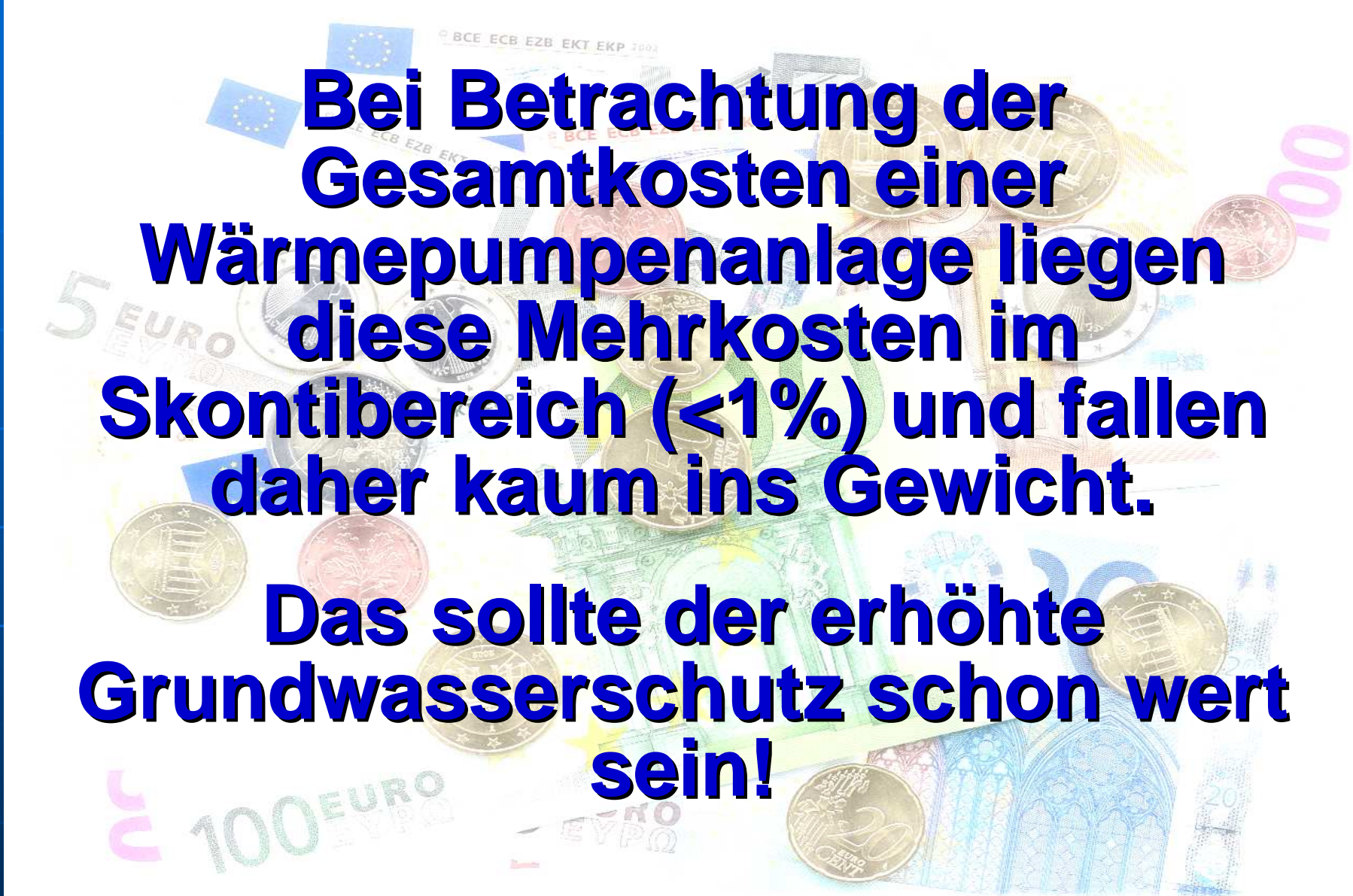
#### Geschätzte Materialkosten:

6 Klemmen:	€ 0,60
2 Druckwächter:	€ 150,00
2 Magnetventile:	€ 110,00
1 Rückflussverh.::	<u>€ 4,10</u>
Summe:	€ 264,70

**Geschätzte Mehrkosten < € 200,00**

Preise aus Conrad Januar und WS 2011 / 2012

Dipl.-Ing. (TH) Jürgen Bonin

The background of the slide features a collage of Euro banknotes and coins. Visible elements include a 5 Euro note, a 10 Euro note, a 20 Euro note, and a 100 Euro note. Various Euro coins (1, 2, 5, 10, 20, 50, 1, 2 Euro) are scattered throughout. The text is overlaid on this collage in a bold, blue font.

**Bei Betrachtung der Gesamtkosten einer Wärmepumpenanlage liegen diese Mehrkosten im Skontibereich ( $<1\%$ ) und fallen daher kaum ins Gewicht.**

**Das sollte der erhöhte Grundwasserschutz schon wert sein!**

# Gesetzliche Vorgabe

Die Forderung, dass kein Stoff der WGK (Wasser-Gefährdungs-Klasse) 1 oder höher ins Grundwasser gelangen darf, ist gesetzlich vorgegeben. Dazu gehört auch Glykol. Diese klare Formulierung auf dem veröffentlichten Hinweisblatt der LAWA nimmt Betreiber sowie auch Hersteller von Erdwärmepumpen und Erdwärmepumpenanlagen in die diesbezügliche Verpflichtung.

# Aus der Praxis

Die Anfangs zitierte e-mail zeigt, dass es hier Handlungsbedarf gibt.

Die ist nur eine e-mail.

Die Dunkelziffer ist sicher viel höher!

# Schlusswort

Wärmepumpen reduzieren den CO<sub>2</sub>-Ausstoß. Das dient dem Schutz der Umwelt.

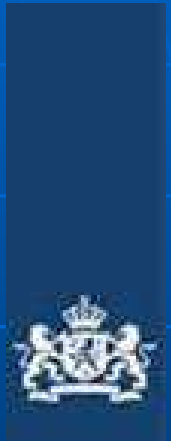
Die Kehrseite sind Havarien, deren Häufigkeit mit zunehmendem Einsatz von Wärmepumpen langfristig ebenfalls zunehmen werden.

Betreiber wollen unerkannt bleiben.

Dagegen ist das Grundwasser vor Kontaminationen von Schadstoffen zu schützen!

Das ist jetzt mit dem ***Geo-Protector*** möglich.

**Vielen Dank  
für Ihre Aufmerksamkeit  
und Dank an  
das Generalkonsulat des  
Königreichs der Niederlande.**



**Besuchen Sie uns auf  
[www.umweltundtechnik.de](http://www.umweltundtechnik.de)**