



Kanton Zürich  
Baudirektion



ChloroNet Projektgruppe  
**Immissionspumpversuche**

**Einführung**  
**Ergebnisse der Konzeptphase**

Dr. Bettina Flury  
AWEL Amt für Abfall,  
Wasser, Energie und Luft

26. November 2015 8. Fachtagung ChloroNet 1



**Inhalt**

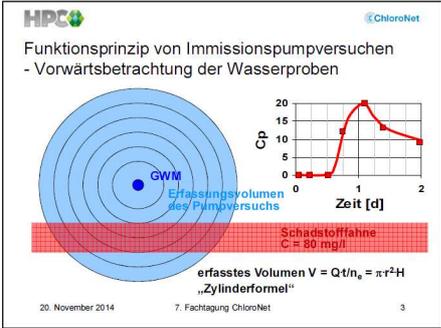
- 1. Einführung und Ergebnisse der Konzeptphase**
  - Ziele und Vorgehen der Projektgruppe **Bettina Flury**
  - Definition von Kriterien zur Ausführung
- 2. Pilotprojekt IPV auf Stufe VU (Kt. ZH)**
  - Resultate der Standortevaluation **Walter Labhart**
  - Fazit
- 3. Pilotprojekt IPV auf Stufe DU/SP/S (Kt. BE)**
  - Präsentation von zwei Standorten (GZM Lyss und Zeughaus Lyss) **Jürgen Abrecht**
- 4. Fazit und weiteres Vorgehen** **Bettina Flury**

26. November 2015 8. Fachtagung ChloroNet 2



## ChloroNet Projekt IPV

Auslöser: Vortrag von Uwe Hekel (HPC) an der ChloroNet-Tagung 2014



Funktionsprinzip von Immissionspumpversuchen  
- Vorwärtsbetrachtung der Wasserproben

erfasstes Volumen  $V = Qt/n_e = \pi r^2 H$   
„Zylinderformel“

20. November 2014 7. Fachtagung ChloroNet 3



Ergebnisse:

- ✓ 4 LHKW-Fahnen ermittelt
- ✓ Stofffrachten bestimmt
- ✓ Schadenstoffherde zugeordnet

Altlastenbearbeitung:

- ✓ 20 von 25 Fällen können rechtlich zu weiteren Untersuchungen bzw. zur Sanierung herangezogen werden

Kosten:

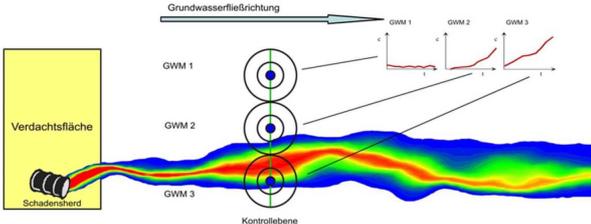
- gesamt 2,2 Mio €
- F&E (u.a. C-SET) -1,2 Mio €
- Altlastenbearbeitung 1,0 Mio €
- pro Einzelfall 40-50.000 €

20. November 2014 7. Fachtagung ChloroNet 28

26. November 2015
8. Fachtagung ChloroNet
3



## Was sind Immissionspumpversuche (IPV)?



*Abb. 2.2: Prinzip der instationären Immissionsmessung (nach Teutsch et al., 2000)*

Ziel:

- Systematisches Eingrenzen möglicher Schadensherde unter Berücksichtigung der Hydraulik
- Information über die Schadstoffverteilung im GW
- lückenlose Kartierung von Schadstofffahnen (räumliche Auflösung)

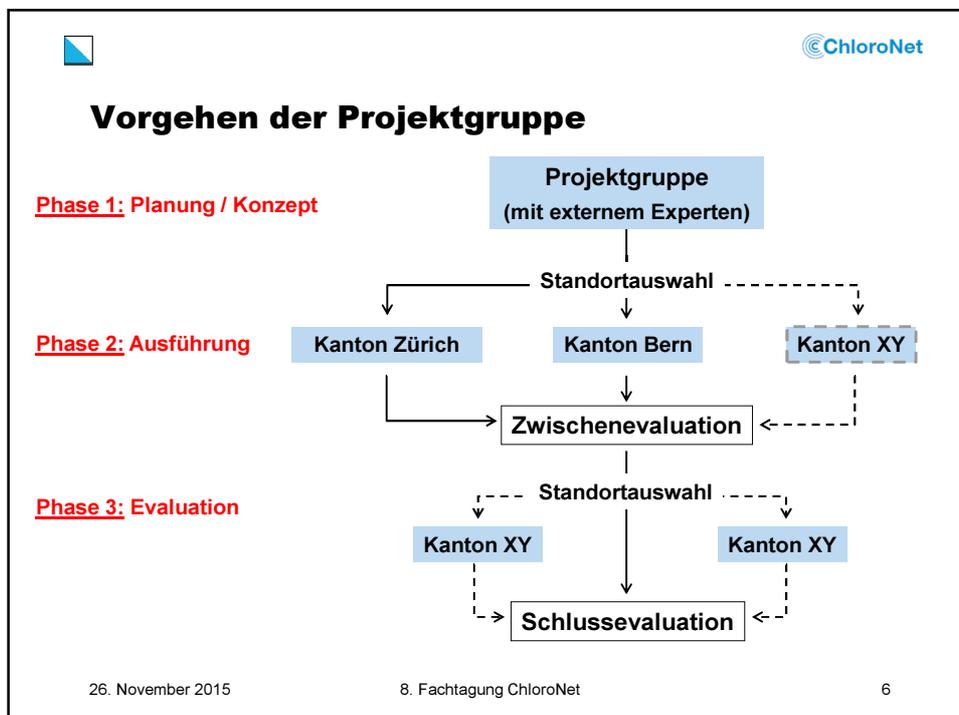
26. November 2015
8. Fachtagung ChloroNet
4



## Ziel der Projektgruppe

- Prüfen der Anwendbarkeit in der CH in Bezug auf alle alllastenrechtlichen Stufen
- Definieren von Rahmenbedingungen
  - hydrogeologische Verhältnisse
  - Standorttyp
  - Ausführung
- Durchführen von Pilotprojekten in den Kantonen
- Evaluation der Pilotprojekte
- Verfassen eines Expertenberichts

26. November 2015 8. Fachtagung ChloroNet 5



ChloroNet

## Kriterien für die Ausführung

**Grundwasserleiter**

**Schadstoffe**

**Grundwassermessstellen**

26. November 2015 8. Fachtagung ChloroNet 7

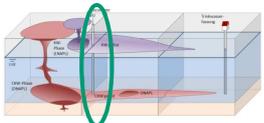
ChloroNet

## Grundwasserleiter

Hauptkriterien	Bedeutung	Killerkriterium
Homogenität	keine grossen lithologischen Unterschiede	(Ja)
Zusammensetzung GW-Leiter	Mindestanforderungen an Durchlässigkeit (Schotter oder grob-/ mittelkörniger Sand)	Ja
Aquifermächtigkeit	Muss bekannt sein, idealerweise 2-10 m (Pilotprojekt)	Nein (Aussagekraft geringer, kostenrelevant)
GW-Spiegel	Idealerweise nicht zu tief	Nein (kostenrelevant)

Grundlegende Voraussetzung: Hydraulische Grundlagen bekannt

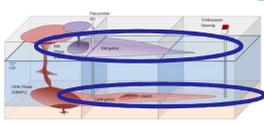
26. November 2015 8. Fachtagung ChloroNet 8


## Grundwassermessstellen

Hauptkriterien	Bedeutung	Killerkriterium
Vollkommene Brunnen	Verfilterung bis auf Stauer, Verfilterung über gesamten GW-Leiter (Idealzustand)	Nein (Aussagekraft geringer)
Anzahl / Anordnung	Erfassen der gesamten Fahne Kontrollebene $\perp$ zur Fließrichtung	Ja
Durchmesser	Mind. 4.5"	Nein (Aussagekraft geringer)
Zugänglichkeit	Muss gewährleistet sein (länger dauernder Pumpversuch)	Ja

26. November 2015
8. Fachtagung ChloroNet
9

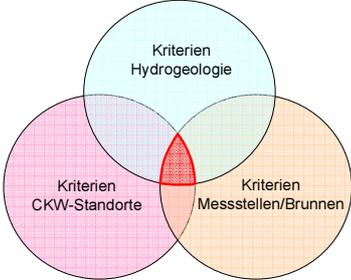

## Schadstoffe

Hauptkriterien	Bedeutung	Killerkriterium
Konzentrationen	Genügend hoch auch im weiteren Abstrom	Ja
Schadstoffe in Lösung	Keine DNAPL's im Zuströmbereich der Brunnen	Ja
Keine Schadstoffquelle im Erfassungsbereich	IPV nur für gelöste Schadstoffe	Ja

26. November 2015
8. Fachtagung ChloroNet
10



## Anforderungen (zusammengefasst)



- Schnittmenge stellt „Idealbedingungen“ dar, bei Ausführung nicht immer vorhanden (vgl. Killerkriterien, Kosten/Nutzen, Aussagekraft)
- Grundlage für Ausführung der Pilotprojekte

26. November 2015
8. Fachtagung ChloroNet
11

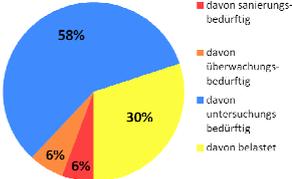


## Ziel der Pilotprojekte

### Stufe VU (Ausführung im Kanton Zürich)

- IPV als Tool zur Erstbeurteilung von mehreren Standorten (→ zur Priorisierung von VU)

**Anlass:**  
700 CKW-Standorte im Kt. ZH, davon sind noch rund 400 Standorte (58 %) zu untersuchen (vgl. Präsentation Th. Barner AWEL)



Kategorie	Prozent
davon sanierungsbedürftig	6%
davon überwachungsbedürftig	6%
davon untersuchungsbedürftig	58%
davon belastet	30%

### Stufe DU / SP / S (Ausführung im Kanton Bern)

- IPV als Tool zum Auffinden eines Hotspots
- Frachtüberprüfung (Methodenvergleich)

26. November 2015
8. Fachtagung ChloroNet
12

**ChloroNet Projektgruppe**  
**Immissionspumpversuche**  
**Pilotprojekt Kanton Zürich**

Dr. Walter Labhart  
Dr. Heinrich Jäckli AG, Zürich

26. November 2015 8. Fachtagung ChloroNet 13

**Ziel und Vorgehen Pilotprojekt Kt. ZH**

**Fragestellung**

- Sind IPV als Tool zur Priorisierung von VU bei CKW-Standorten geeignet?

**Vorgehen**

- Durchführung eines Pilotversuches zur Abklärung der IPV-Eignung anhand konkretem Fallbeispiel
- Abschätzung des vorhandenen IPV-Potenzials bei VU-Standorten

26. November 2015 8. Fachtagung ChloroNet 14

**jäckli**  
geologie

**ChloroNet**

### Ausgangslage Kt. ZH

- aktuell noch ca. 400 untersuchungsbedürftige CKW-Standorte
- Auswahl zur Abklärung für IPV-Anwendung: 269 Standorte in 5 Bezirken

• VU CKW-Standort

26. November 2015

8. Fachtagung ChloroNet

15

**jäckli**  
geologie

**ChloroNet**

### Anforderungen an Pilotversuch

- GIS-Auswertungen
- Detailprüfung im Einzelfall

bei CKW-Standorten auf Stufe VU: *generell schlecht erfüllt resp. unsicher*

- **Vorgabe für Pilotversuch**  
zusätzlich gut untersuchter Standort im Erfassungsbereich

26. November 2015

8. Fachtagung ChloroNet

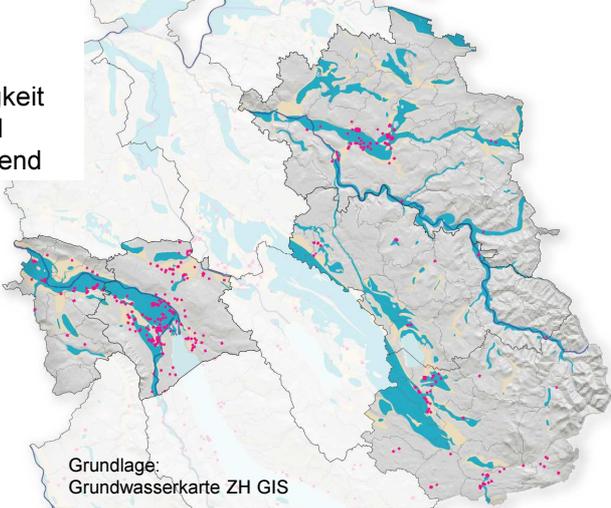
16




## Kriterien «Hydrogeologie»

**Anforderungen**

- „ideale“ GW-Mächtigkeit
- „idealer“ Flurabstand
- Kenntnisse ausreichend



Grundlage:  
Grundwasserkarte ZH GIS

26. November 2015
8. Fachtagung ChloroNet
17

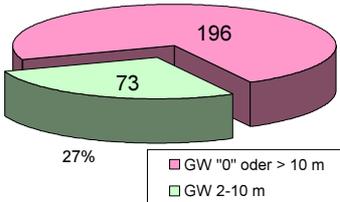



## Kriterien «Hydrogeologie»

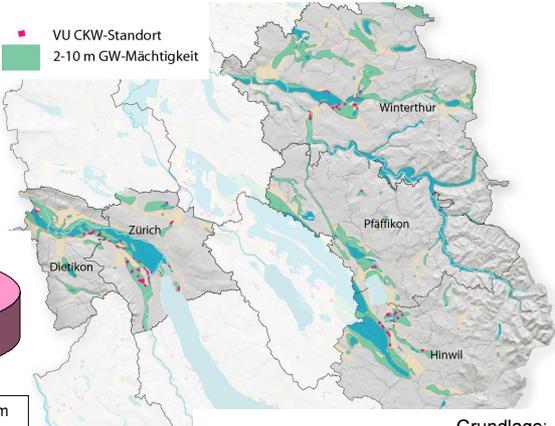
**Grundwasser-Mächtigkeit**

- Vorgabe: 2–10 m

n = 269



GW-Mächtigkeit	Anzahl	Prozent
GW "0" oder > 10 m	196	73%
GW 2-10 m	73	27%

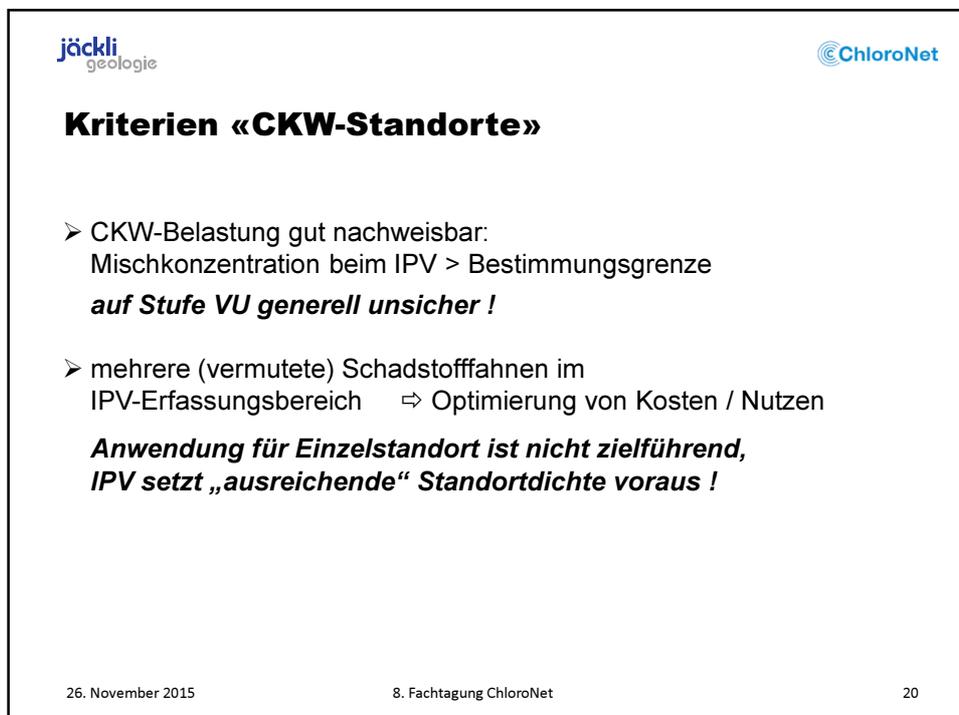
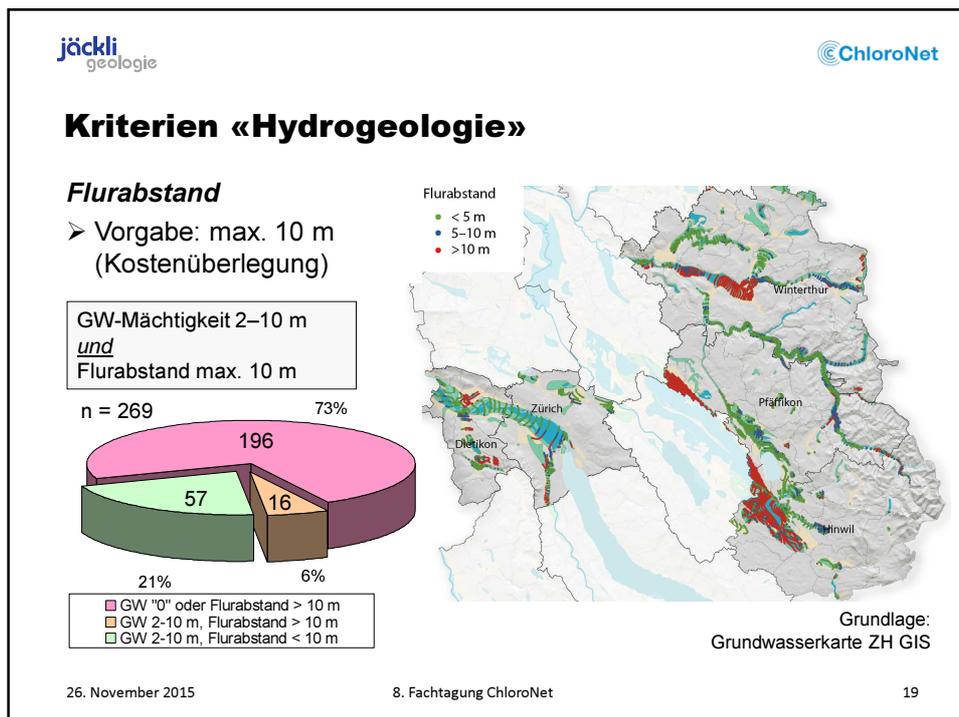


VU CKW-Standort  
2-10 m GW-Mächtigkeit

Winterthur  
Pfäffikon  
Hinwil  
Zürich  
Dietikon

Grundlage:  
Grundwasserkarte ZH GIS

26. November 2015
8. Fachtagung ChloroNet
18



**jäckli geologie** **ChloroNet**

## Kosten / Nutzen – Fallstudie

**Beispiel mit 3 CKW-Standorten**

- Grundwasserverhältnisse bekannt u.a. durch Markiersuche
- Abstand zwischen Schadstoffquellen mehrere hundert Meter
- geeignete Messstellen fehlen
- CKW-Konzentration im Abstrom nicht genauer bekannt

**Transekt 600 m**  
 H = 10 m  
 i = 0.0015  
 K = 0.001 m/s  
 n = 0.12

26. November 2015 8. Fachtagung ChloroNet 21

**jäckli geologie** **ChloroNet**

## Kosten / Nutzen – Fallstudie

**IPV Kontrollebene und Planung**

- Transekt ca. 600 m lang
- IPV ca. 10-12 Brunnen erforderlich
- IPV Dauer je Brunnen 1 Woche

**IPV Kosten ca.**

➤ Bau Brunnen	CHF	80'000.-
➤ Durchführung IPV	CHF	100'000.-
➤ Chem. Analysen	CHF	20'000.-
➤ Planung, Begleitung		
<u>Auswertung</u>	CHF	50'000.-
TOTAL ca.	CHF	250'000.-

**Transekt 600 m**  
 Abstand Brunnen  
 X = 50-60 m  
 Pumpdauer  
 je Brunnen:  
 1 Woche !

26. November 2015 8. Fachtagung ChloroNet 22

**jäckli**  
geologie

**ChloroNet**

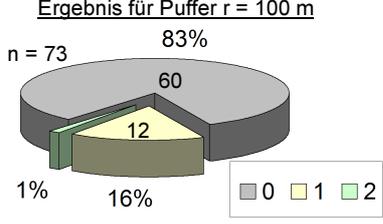
## Überprüfung der Standortdichte

**Vorgaben aus Kosten- / Nutzen-Überlegungen**

- Abstand zwischen Standorten < 50-100m
- Anordnung der Standorte quer zum Fließfeld

Ergebnis für Puffer r = 100 m

n = 73



Kategorie	Anzahl	Prozent
0	60	83%
1	12	16%
2	1	1%



26. November 2015

8. Fachtagung ChloroNet

23

**jäckli**  
geologie

**ChloroNet**

## Fazit

- Voraussetzungen „Hydrogeologie und Standortdichte“ selten erfüllt
- Messstellen bei VU-Standorten fehlen
- Kosten für IPV entsprechend hoch
- erhöhtes Risiko von Negativ-Ergebnis
- Kosten/Nutzen tendenziell ungünstig

⇒ **IPV als Tool zur «Priorisierung von CKW-Standorten» im Kt. ZH auf Stufe VU nicht anwendbar**

⇒ **Methodisches Vorgehen zur Überprüfung der IPV-Anwendbarkeit erarbeitet**  
→ „Entscheidungsbaum“ für Expertenbericht

26. November 2015

8. Fachtagung ChloroNet

24



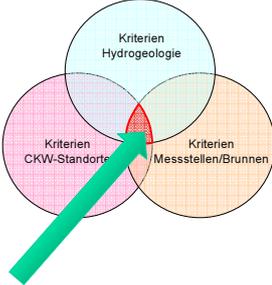

## Pilotstandorte IPV auf Stufe DU/SP/S (Kt. Bern)

Jürgen Abrecht, GEOTEST AG

26. November 2015 8. Fachtagung ChloroNet 25




## Kanton Bern: 2 Standorte



- Standorte in ähnlicher hydrogeologischer Situation
- 1. Standort: viele Untersuchungsergebnisse, gut bekannt.  
Laufende Sanierung. → ermöglicht Methodenvergleich
- 2. Standort: viele Untersuchungsergebnisse, relativ gut bekannt.  
Sanierungsbedürftig. Klärung offener Fragen: Quelle(n), Fahne(n), Fracht.

26. November 2015 8. Fachtagung ChloroNet 26

**GEOTEST** BOGENSTRASSE 4 • 8000 ZÜRICH • TEL. 0041 (0)22 819 1111 • WWW.GEOTEST.CH

**ChloroNet**

## Standort-Evaluation

Hauptkriterien	Standort 1	Standort 2
Homogenität	✓	(✓)
Zusammensetzung GW-Leiter	✓	✓
Aquifermächtigkeit	✓	✓
GW-Spiegel	✓	✓
Vollkommene Brunnen	✓	✓
Anzahl / Anordnung der Brunnen	✓	(✓)
Durchmesser	✓	✓
Zugänglichkeit	✓	✓
Konzentrationen	✓	✓
Schadstoffe in Lösung	✓	✓
Keine Schadstoffquelle im Erfassungsbereich	✓	✓

26. November 2015 8. Fachtagung ChloroNet 27

**GEOTEST** BOGENSTRASSE 4 • 8000 ZÜRICH • TEL. 0041 (0)22 819 1111 • WWW.GEOTEST.CH

**ChloroNet**

## Standort 1: Die Lage

- Gewässerschutzbereich A<sub>U</sub>
- 2 Trinkwasserfassungen im weiteren Abstrom (Notversorgung)
- Schutzzonen tangiert
- Schadstofffahne ≥600 m
- DNAPL im Herdbereich

26. November 2015 8. Fachtagung ChloroNet 28

**GEOTEST** BOGENSTRASSE 4 • 4050 BASELSTADT  
BREMENSTRASSE 1 • 4050 BASELSTADT  
KUNSTSTRASSE 1 • 4050 BASELSTADT

**ChloroNet**

### Standort 1: GW-Situation und Messstellen

- Kontrollebene mit 4 GWM ca. 80 m abstromwärts
- Flurabstand 2.5 m
- Stauer 5 – 8 m u.T.
- GW-Mächtigkeit: 3 – 6 m
- $k_f \sim 4 \times 10^{-3}$  m/s
- $v_A \sim 3 - 8$  m/d

26. November 2015 8. Fachtagung ChloroNet 29

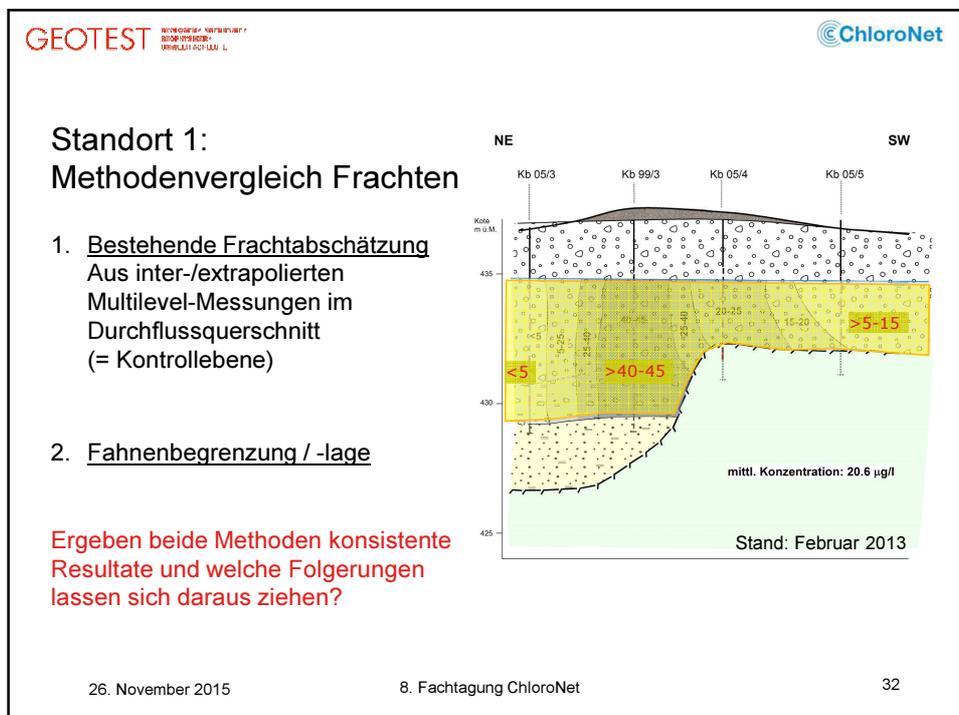
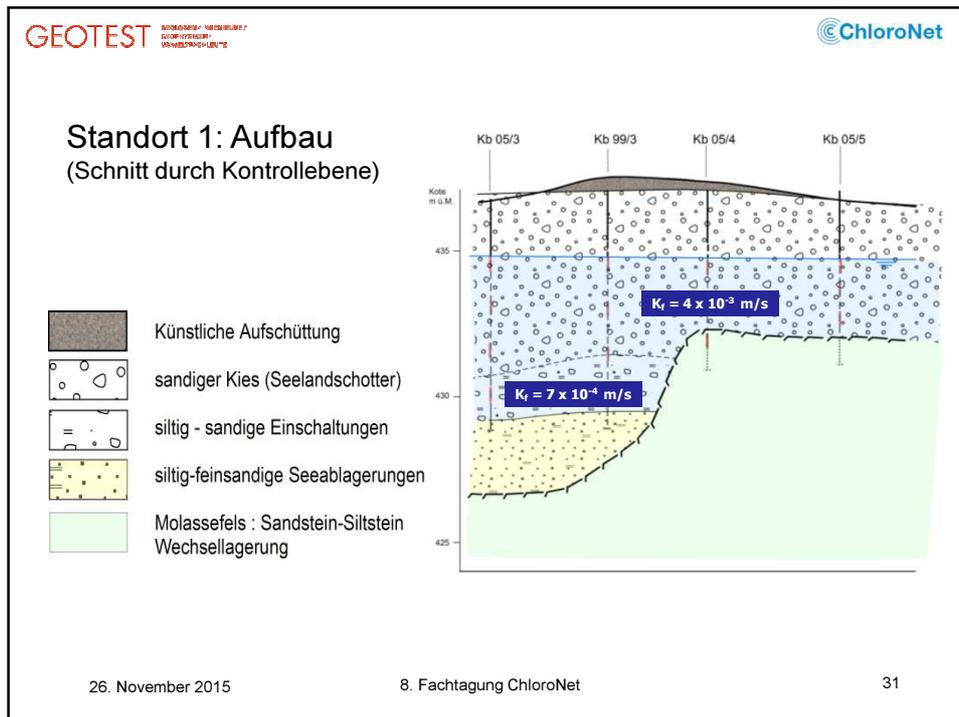
**GEOTEST** BOGENSTRASSE 4 • 4050 BASELSTADT  
BREMENSTRASSE 1 • 4050 BASELSTADT  
KUNSTSTRASSE 1 • 4050 BASELSTADT

**ChloroNet**

### Standort 1: Kontrollebene

- Kontrollebene: 4 GWM
- Es existieren CKW-Konzentrations-Ganglinien seit 1999 bzw. 2005
- Seit 2011: Multilevel-Messungen ermöglichen Methodenvergleich

26. November 2015 8. Fachtagung ChloroNet 30



**GEOTEST** BOCHUMER STRASSE 11  
44799 BOCHUM  
0234 309-1111

**ChloroNet**

## Standort 2: Die Lage

- Gewässerschutzbereich A<sub>U</sub>
- Im Randbereich eines wichtigen GW-Vorkommens
- 2 ehem. Trinkwasserfassungen im weiteren Abstrom (heute: Brauchwasser für Industrie)
- Schadstofffahne  $\geq 1'000$  m: Wohn- und Industriegebiet (Nutzungskonflikte)
- FCKW-Belastung: aus ehemaliger chem. Reinigung: PCE, cisDCE, VC, R113

26. November 2015 8. Fachtagung ChloroNet 33

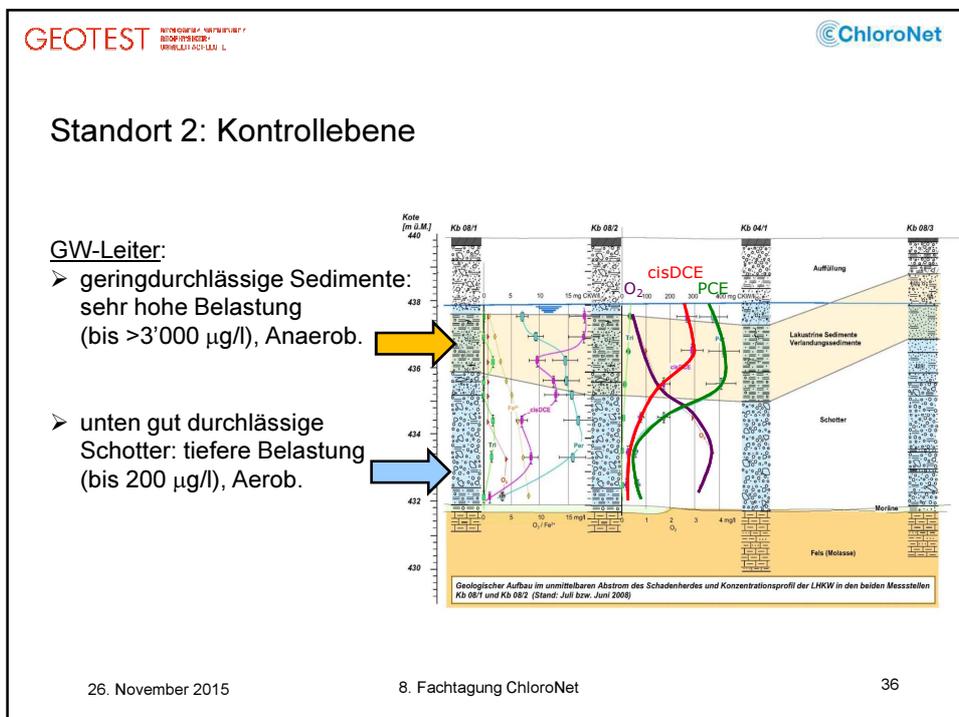
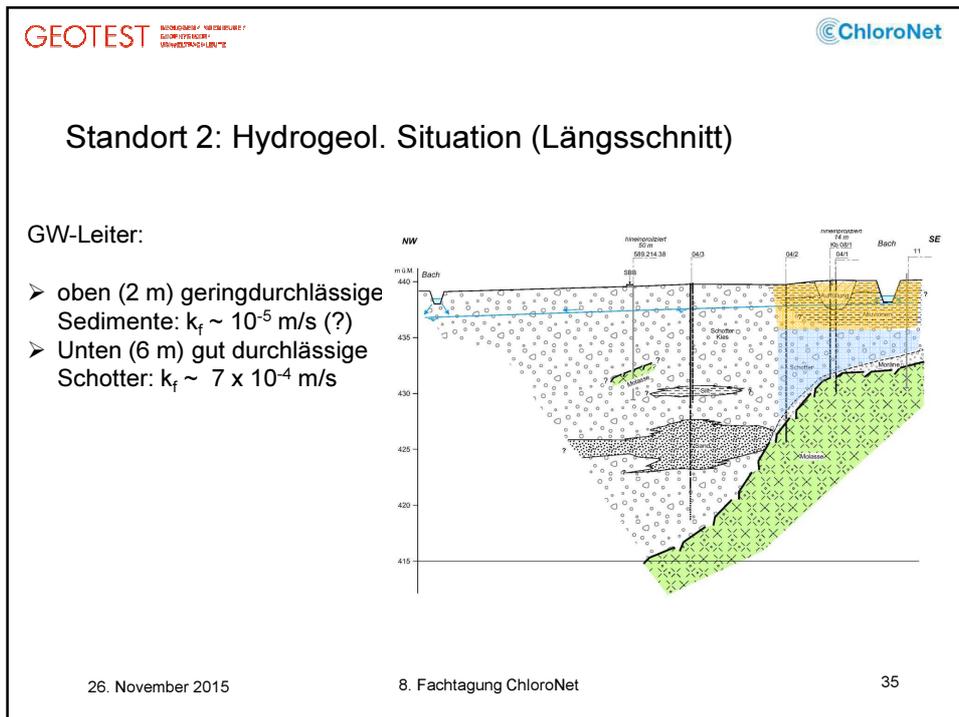
**GEOTEST** BOCHUMER STRASSE 11  
44799 BOCHUM  
0234 309-1111

**ChloroNet**

## Standort 2: Die Lage

- Genutzter Standort
- 7 Kleinfiterbrunnen im Abstrom (GWM à 4.5")
- Kontrollebene mit 4 GWM ca. 10 m abstromwärts
- Keine DNAPL
- Flurabstand 2.0 m
- Stauer 8 - 12 m u.T.
- GW-Mächtigkeit: 5 – 6 m
- $k_f \sim 7 \times 10^{-4}$  m/s

26. November 2015 8. Fachtagung ChloroNet 34



**GEOTEST** BOZOLGENSIA • NUTZUNGSWEISE /  
BESONNENHEIT • VERMIDELUNG 

## Standort 2: Zielsetzungen: Herdsuche und Fahnenlage(n)

Ungenügend bekannt:  
Quelle  
Fahne  
Fracht

Liefert der IPV aussagekräftige Resultate auf die gestellten Fragen?  
Fahnenbegrenzung und -lage (v.a. S-Seite)  
2 diskrete Fahnen? (PCE- und R113-Fahne  
→ 2 Quellen?)  
Begrenzung unmittelbaren Abstrom  
Fracht

... als Grundlagen für Sanierungskonzept

26. November 2015 8. Fachtagung ChloroNet 37

**GEOTEST** BOZOLGENSIA • NUTZUNGSWEISE /  
BESONNENHEIT • VERMIDELUNG 

## Schlussbemerkungen

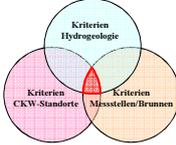
- ❖ Kosten: 20 – 30'000 Fr. wenn Infrastruktur vorhanden
- ❖ In Planung (auch) zu berücksichtigen:
  - Versuchsdurchführung (wo? wie lange? Probenzahl, Tracerversuch?)
  - Permitting
  - Zugänglichkeit / Störung aktiver Betriebe, Verkehr
  - Stromversorgung
  - Entsorgung Pumpwasser (Einleitung, Versickerung)  
→ Kostenfaktor!
  - .....

26. November 2015 8. Fachtagung ChloroNet 38

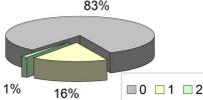



## Fazit IPV auf Stufe VU

- Zur Priorisierung von VU ist IPV generell nur bedingt geeignet
  - Kriterien auf dieser Stufe selten erfüllt
  - Unsicherheiten gross
  - Kosten / Nutzen gut abzuwägen



- Geringes Potential für IPV im Kt. ZH auf Stufe VU
 



  - im Einzelfall zu prüfen, ob Voraussetzungen gegeben

- Wichtige Erkenntnisse zur generellen Eignung eines Standortes (→ Expertenbericht)

26. November 2015
8. Fachtagung ChloroNet
39




## Fazit IPV auf Stufe DU/SP/S

- Auf Stufe DU/SP/S ist Potential für IPV vorhanden (grösserer Kenntnisstand, besseres Kosten / Nutzen-Verhältnis)
- Standorte für Ausführung Pilotprojekte im Kt. BE (Methodenvergleich, Herdsuche, Fahnenlage /-abgrenzung)

---

- Alternative Fragestellung: Untersuchen von Restbelastungen (vgl. Präsentation Bernhold Hahn, AWEL)
  - Ausführung als Pilotprojekt im Kt. ZH

26. November 2015
8. Fachtagung ChloroNet
40



## **Weiteres Vorgehen**

### **Ausführung Pilotprojekte in den Kantonen**

Stufe DU/SP/S

- Methodenvergleich zur Frachtberechnung
- Herdsuche / Fahnenlage und -abgrenzung
- Untersuchen Restbelastungen

} Ausführung im Kt. BE  
Standorte bereits definiert

} Ausführung im Kt. ZH  
Standortevaluation läuft

### **Pilotprojekte in weiteren Kantonen / alternative Fragestellungen**

### **Evaluation / Verfassen Expertenbericht**

...Präsentation der Resultate an der ChloroNet-Tagung 2016 / 2017...

26. November 2015 8. Fachtagung ChloroNet 41