

7. Fachtagung ChloroNet

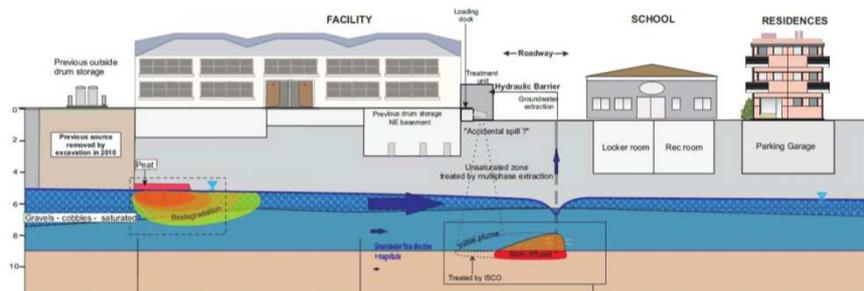
Beispiel für einen Sanierungsunterbruch im Kanton Genf: Technische Aspekte

Gutachten über den Zustand nach einer seit
mehr als 10 Jahre andauernden Sanierung

- Prof. A. Parriaux

20. November 2014

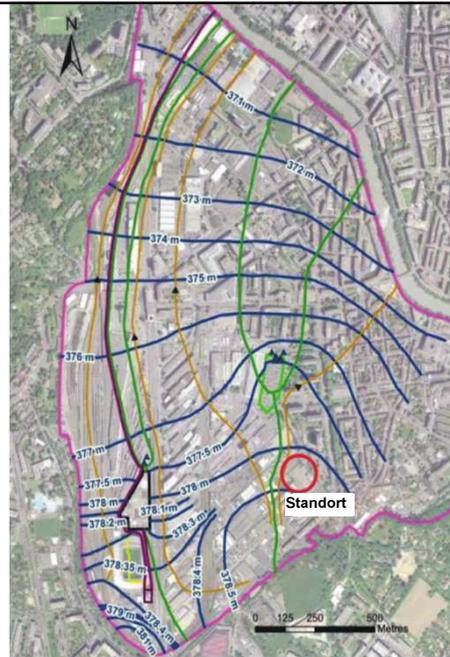
7. Fachtagung ChloroNet



20. November 2014

7. Fachtagung ChloroNet

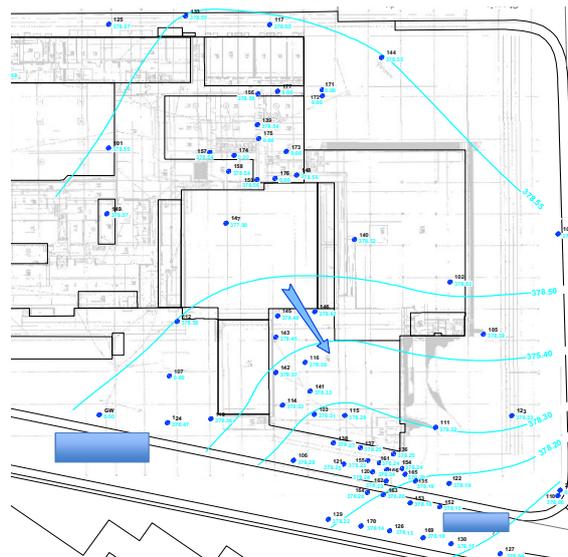
- Allgemeine hydrogeologische Verhältnisse



20. November 2014

7. Fachtagung ChloroNet

Örtliche hydrogeologische Verhältnisse



20. November 2014

7. Fachtagung ChloroNet

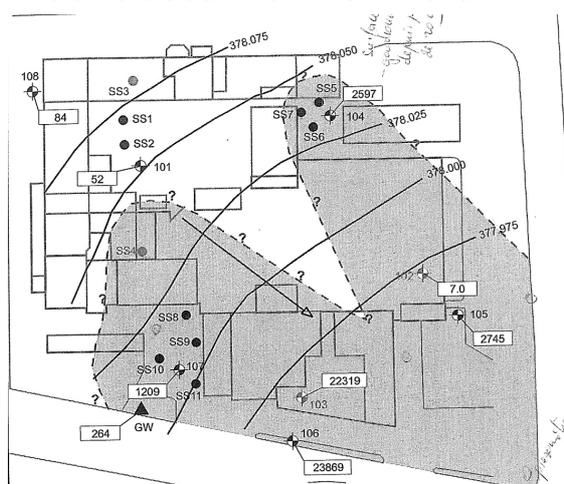
Chronologie

- 1920 : Beginn industrieller Aktivitäten auf dem Areal
- 1998 : erste Untersuchungen und Probebohrungen
- 2000 : Start eines Extraktionssystems in kombinierter Phase
- 2005 : System im Abstrombereich
- 2008 : Sanierung gemäss AltIV
- 2009-2010 : Aushub einer äusseren Ablagerungszone
- 2009-2012 : Biostimulation am Standort und Oxidierung im Abstrom
- 2013-2014 : externes Gutachten

20. November 2014

7. Fachtagung ChloroNet

Erste Probebohrungen und Analysen 1998 Schadstofffahne mit CKW



20. November 2014

7. Fachtagung ChloroNet

Chronologie

- 1920 : Beginn industrieller Aktivitäten auf dem Areal
- 1998 : erste Untersuchungen und Probebohrungen
- 2000 : Start eines Extraktionssystems in kombinierter Phase
- 2005 : System im Abstrombereich
- 2008 : Sanierung gemäss AltIV
- 2009-2010 : Aushub einer äusseren Ablagerungszone
- 2009-2012 : Biostimulation am Standort und Oxidierung im Abstrom
- 2013-2014 : externes Gutachten

20. November 2014

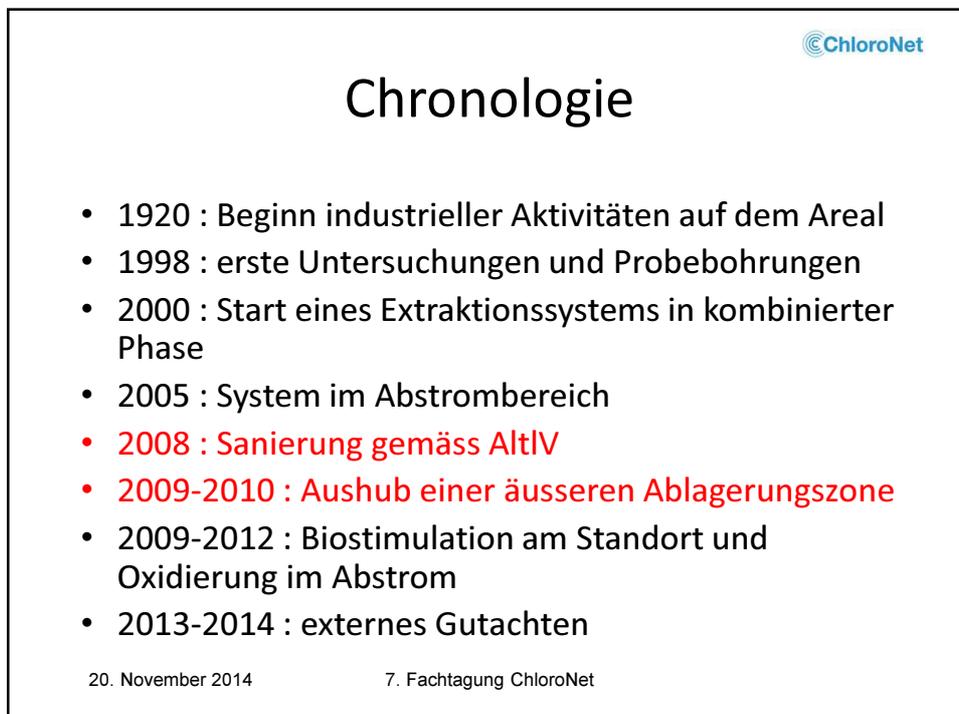
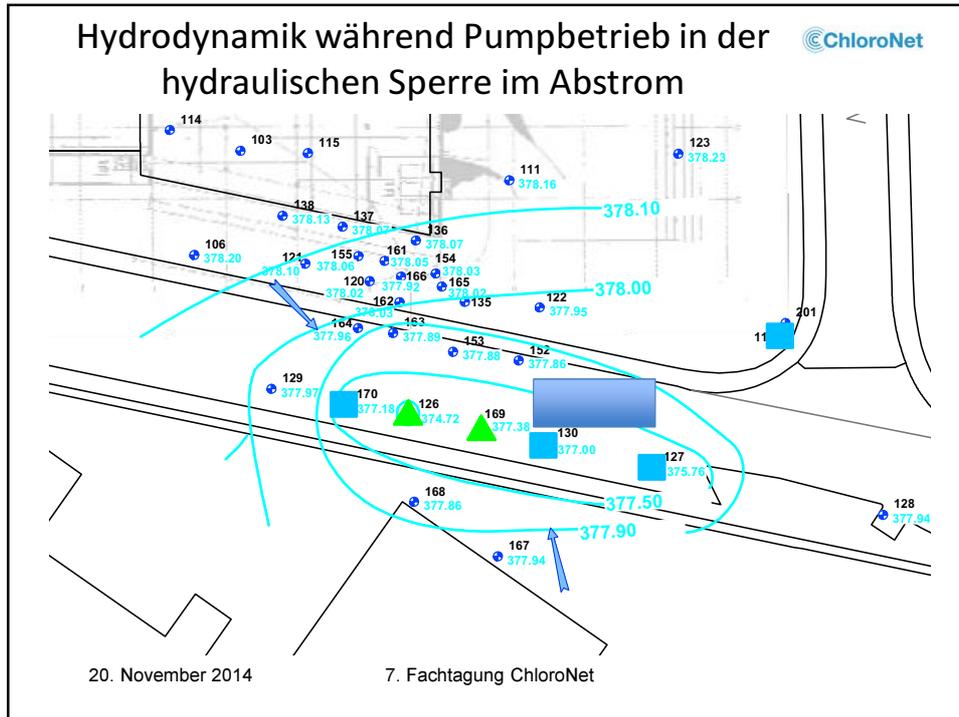
7. Fachtagung ChloroNet

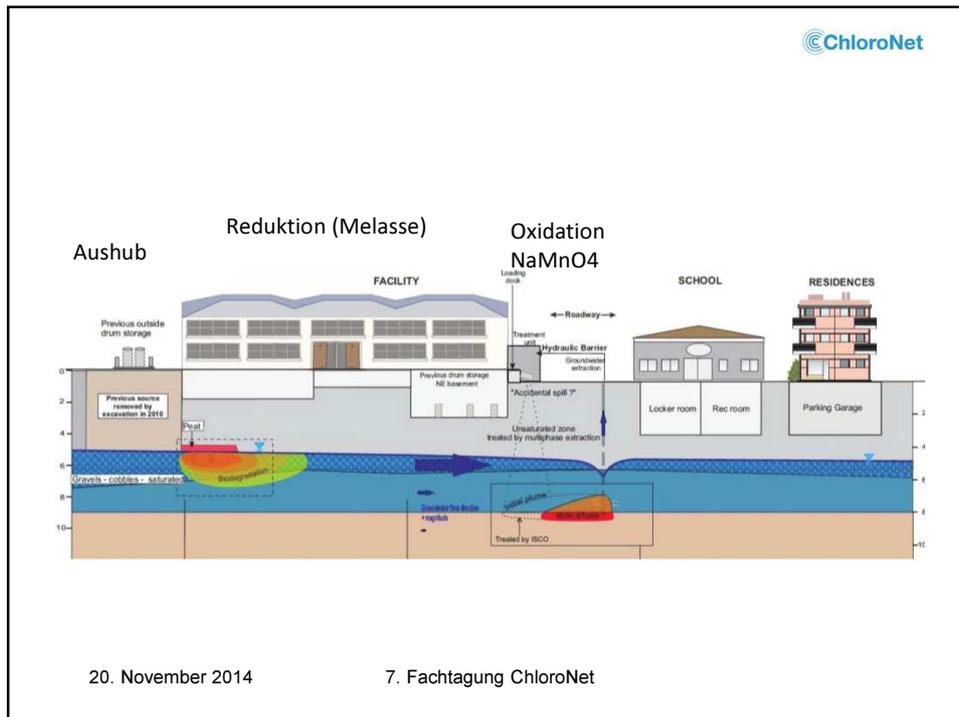
Erweiterung des Beobachtungsnetzes

- 2001 : +3 Kontrollschächte
- 2003 : +3 Piezometer
- 2004 : +8 Piezometer (inkl. im Abstrom)
- 2005 : +15 Piezometer

20. November 2014

7. Fachtagung ChloroNet





Feststellungen

- Zahlreiche Behandlungsmassnahmen wurden getroffen, die sich aber nur begrenzt wirksam zeigten:
- - PER-Rückstände im Sumpfsediment (*fr: palustre*) des Standortes und im Seesediment (*fr: lacustre*) im Abstrom
- - Dechlorierung meist nur bis zu VC

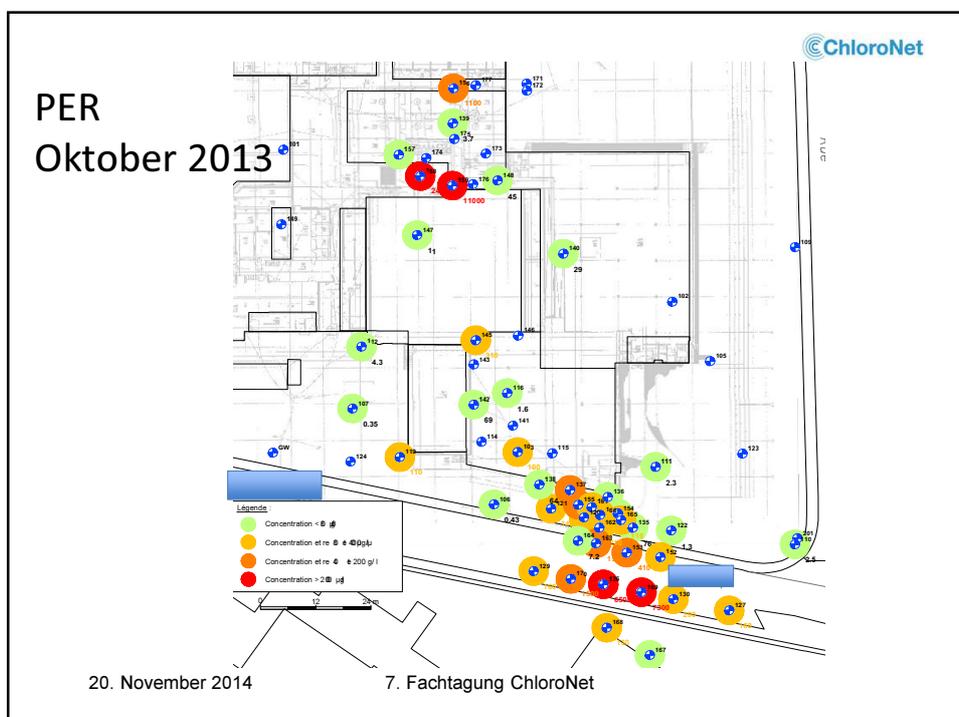
20. November 2014 7. Fachtagung ChloroNet

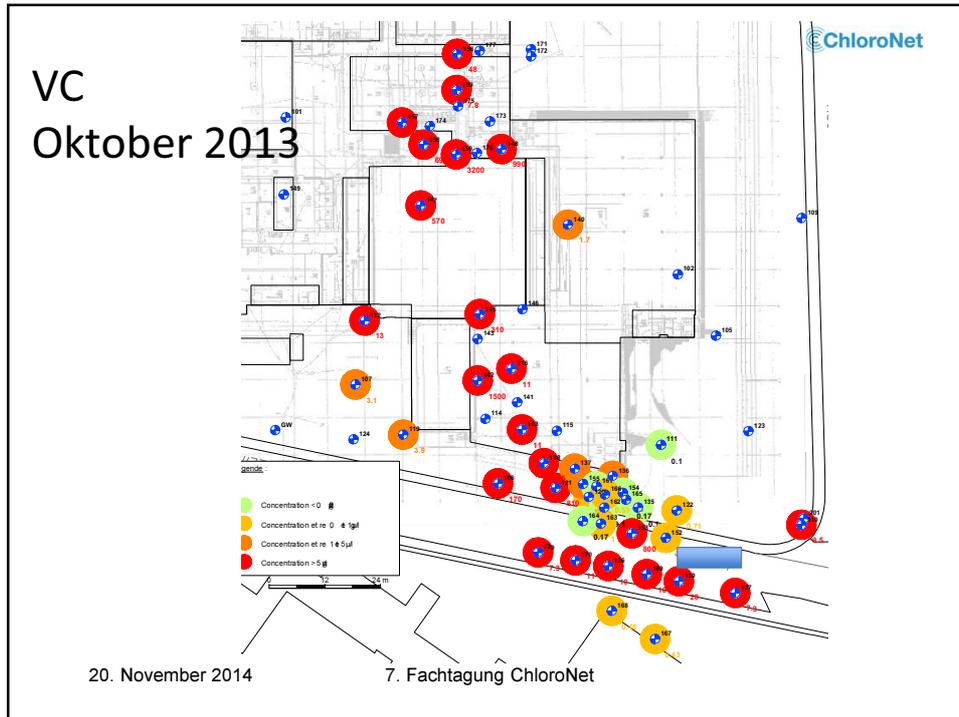


Situation im Oktober 2013

- Kartierung des Verhältnisses Konzentration / $50 \times \text{AltIV}$
- grün : $< 2 \times \text{AltIV}$
- rot: $> 50 \times \text{AltIV}$

20. November 2014 7. Fachtagung ChloroNet





Frage: 50 × AltIV zutreffend?

- grundsätzlich willkürlicher Grenzwert (2×, 10×, 50×, 100× ?)
- → Ansatz für das **konkrete Risiko** wenn die hydraulische Sperre aufgehoben würde: Gasemissionen unter der Schule (im wesentlichen VC und PER).
- In zweiter Hinsicht Risiko für den Ausfluss des Grundwasserleiters

20. November 2014

7. Fachtagung ChloroNet

Risikoermittlung URS 2008

- Einfaches monodimensionales Modell (gemäss Johnson & Ettinger) und konservative Festlegung der Parameter
- → maximale Konzentrationen im Grundwasser aus Sicht der toxikologischen Belastungsgrenze für die Schulkinder
- Grenzwerte vorzuziehen, da besser an die reale Situation angepasst. Dies bedingt jedoch eine weitere Detaillierung

20. November 2014

7. Fachtagung ChloroNet

Grenzwerte 2008 = (provisorische Zielwerte) und Vergleich mit den Werten aus der AltIV

	AltIV	2 x AltIV	50 x AltIV	Grenzwerte Kinder	
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	n x AltIV
PER	40	80	2000	7850	196
Tri	70	140	3500	1060	15
DCE	50	100	2500	3860	77
VC	0.1	0.2	5	38	380

20. November 2014

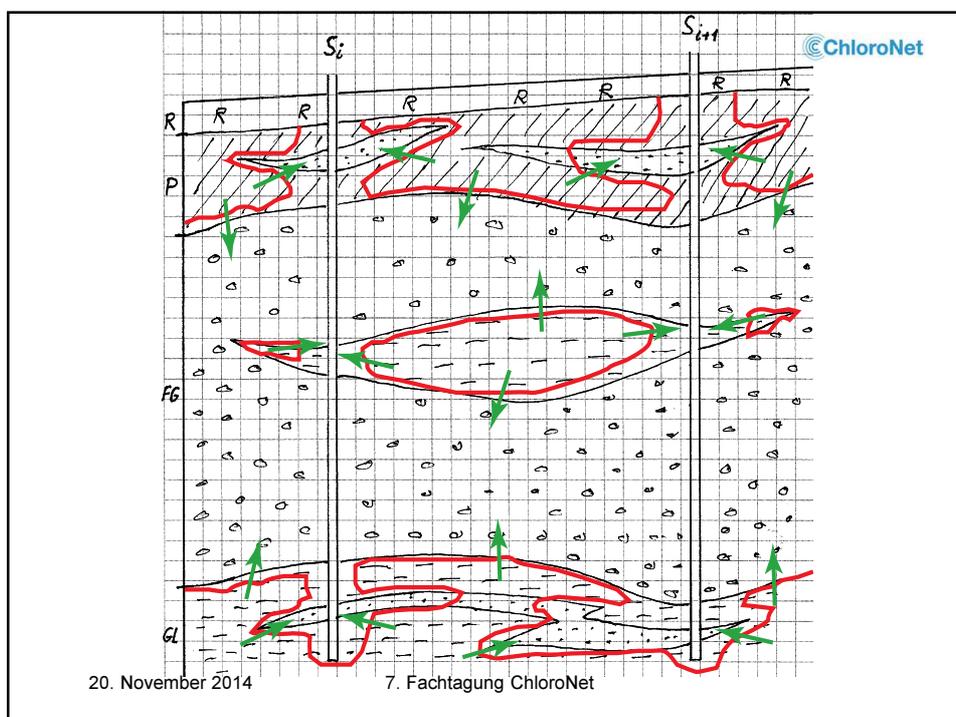
7. Fachtagung ChloroNet

Gründe für die begrenzte Wirksamkeit

- Milieu mit zwei Durchlässigkeiten
- - Kanal aus durchlässigem Kies
- - zwei wenig durchlässige Schichten (Sumpfsediment nahe an der Oberfläche und Seesediment unterhalb)
- → Massnahmen über ein hinreichend grosses Volumen aufgrund der Durchlässigkeit und der Anisotropie schwierig
- → rebound nach Behandlung

20. November 2014

7. Fachtagung ChloroNet



20. November 2014

7. Fachtagung ChloroNet

Feststellungen (Fortsetzung)

- - die hydraulische Sperre ist sehr wirksam. Sie verhindert, dass die Schadstoffe zur Schule weiter wandern
- → die Sperre könnte aufrecht erhalten werden, sie ist aber sehr teuer

20. November 2014

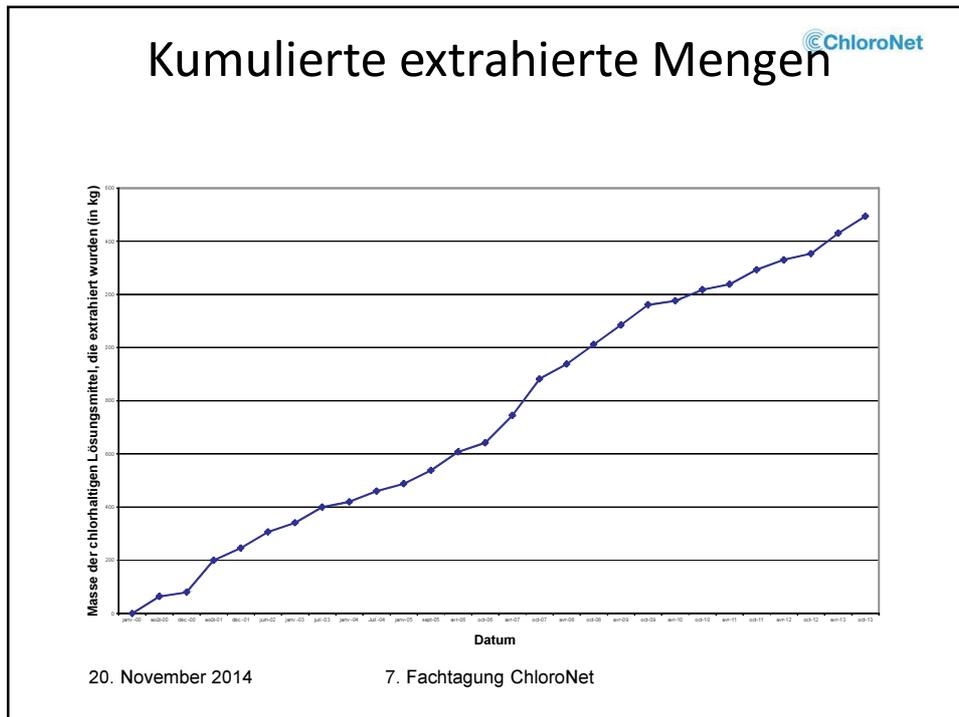
7. Fachtagung ChloroNet

Feststellungen (Fortsetzung)

- Mehrere Elemente weisen darauf hin, dass die noch vorhandene Schadstoffmenge bedeutend ist:
 - - die zahlreichen rebounds nach Einstellung der Behandlungen
 - - die Tatsache, dass bei neuen Beprobungen oft neue Schadstoffe gefunden werden
 - - der Verlauf der Schadstoffmengen, die bei der Sperre extrahiert werden, zeigt keine Abschwächung

20. November 2014

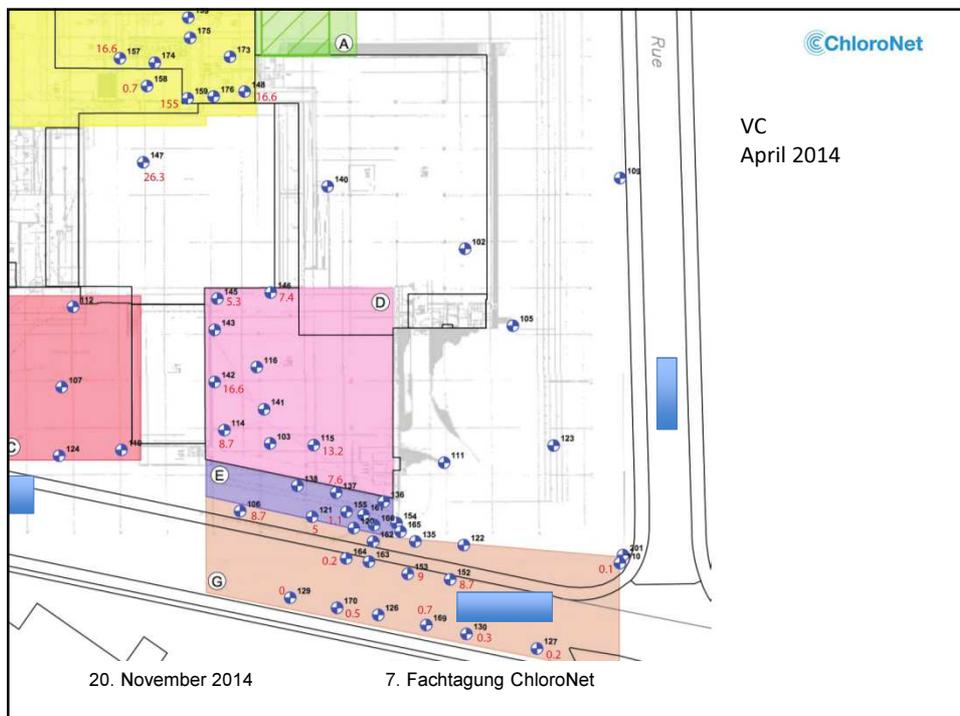
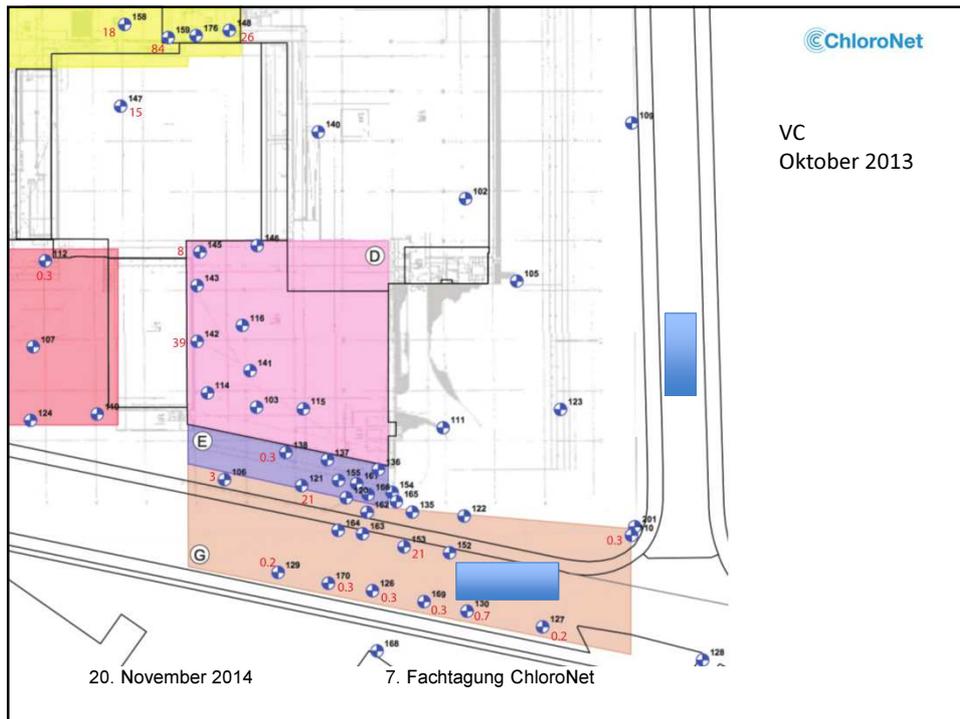
7. Fachtagung ChloroNet



Neuerdings ein Rückgang? ChloroNet

- Hinweis auf die Verringerung der Schadstoffkonzentration zwischen Oktober 2013 bis April 2014
- für alle Substanzen und für die Mehrzahl der Punkte zu beobachten
- Siehe Karten mit dem Verhältnis Konzentrationen / Grenzwerte 2008

20. November 2014 7. Fachtagung ChloroNet



Stand April 2014 / Grenzwerte

	Zone B	Zonen D und E	Zone G
	max. / Grenzwert	max. / Grenzwert	max. / Grenzwert
PER	0.3	0.1	0.7
Tri	0.5	0.1	1.4
DCE	3.1	0.4	0.3
VC	155.0	16.6	8.7

20. November 2014

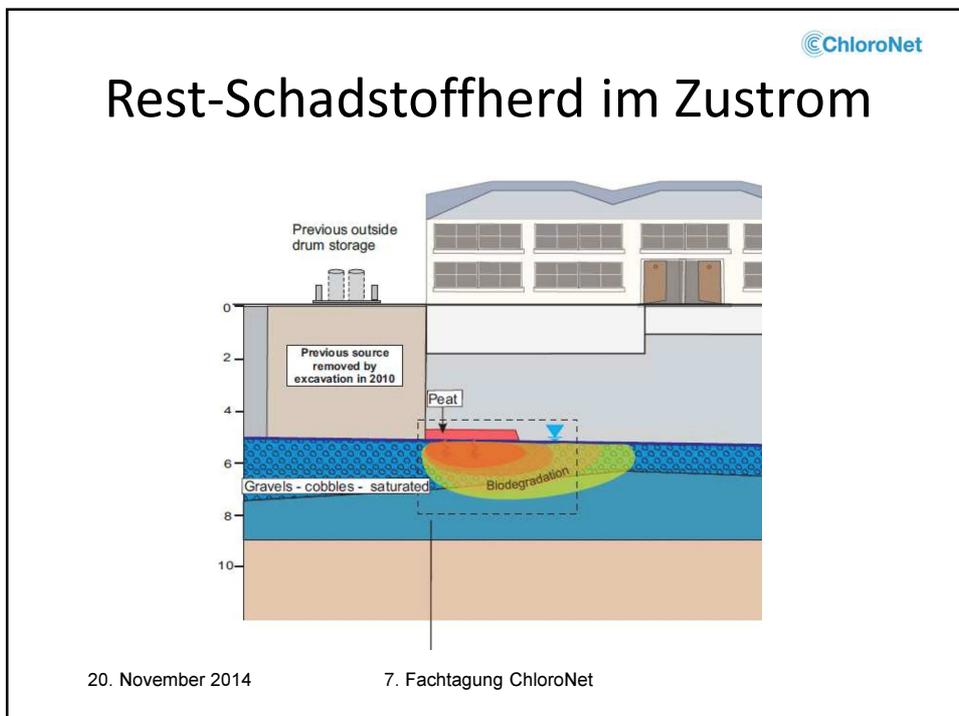
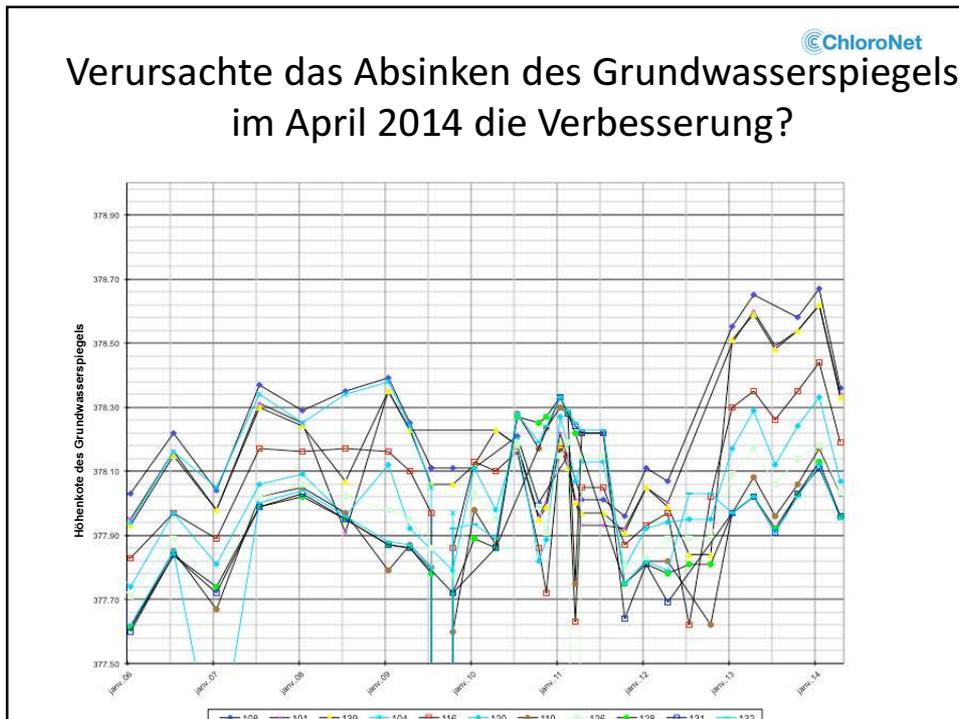
7. Fachtagung ChloroNet

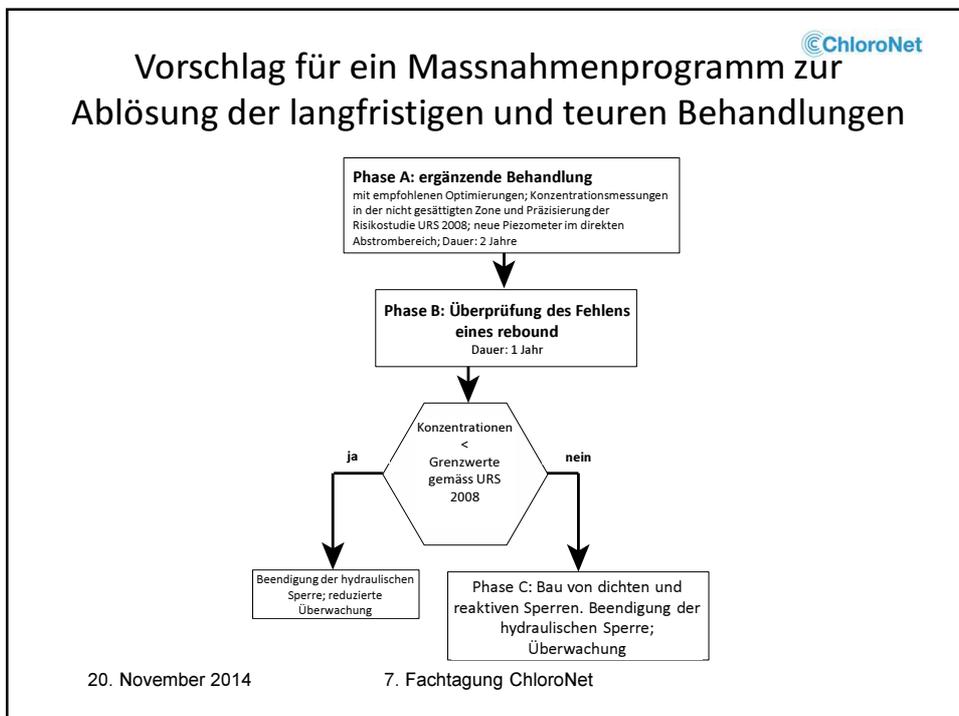
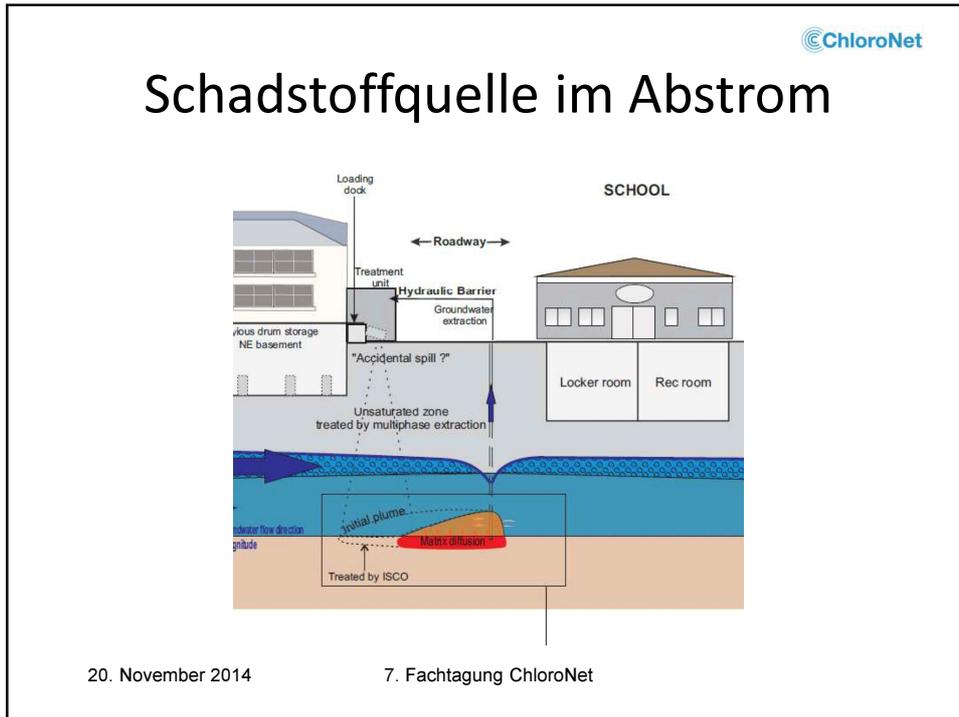
Bilanz

- Der rebound nach Beendigung der Behandlung schwächt sich ab
- PCE-Konzentrationen überall < Grenzwert (GW)
- TCE-Konzentrationen überall **ausser S153** Zone G (Verh. 1.4) < GW
- DCE-Konzentrationen überall **ausser S159** Zone B (Verh. 3.1) < GW
- VC-Konzentrationen überall > Grenzwert (S159 Verh. max 155)
- → verfrühte Beendigung der Sperre

20. November 2014

7. Fachtagung ChloroNet



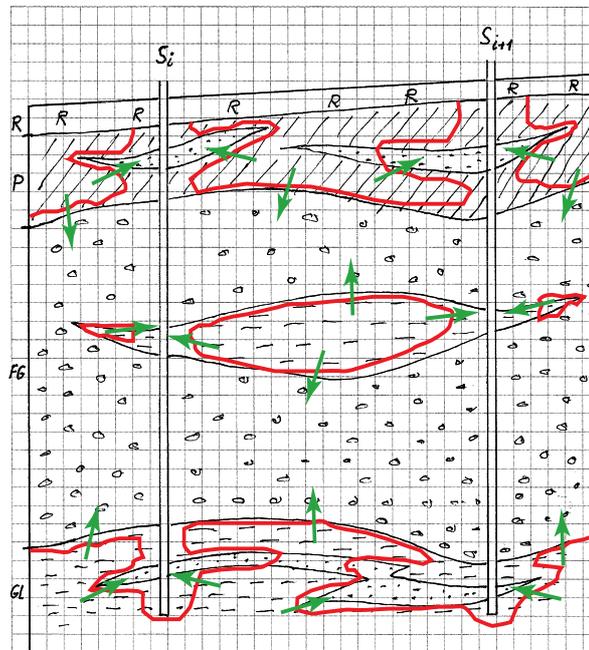


Verbesserungsvorschläge für die Behandlung

- Verdichtung mit einigen zusätzlichen Bohrungen in den Zonen mit hohen Schadstoffkonzentrationen, insbesondere an VC
- Verbesserung der Durchdringung von wenig durchlässigen Schichten mit den Behandlungsmitteln, vor allem in der Nähe der Bohrungen (Druckverlust proportional zu $1/r^2$!!!). Zu prüfen:
 - Injektionen zwischen Packern
 - längere Injektionen
 - höherer Druck
 - Flüssigkeiten mit geringerer Viskosität
 - Heiss-Injektionen zur Verringerung der Viskosität
 - Fraktionierung am Ende der Injektion, um neue Diskontinuitäten zu schaffen und den Wirkungsradius zu erweitern.
- → Kosten: etwa in gleicher Höhe wie die bisherigen, zuzüglich derjenigen der zusätzlichen Bohrungen

20. November 2014

7. Fachtagung ChloroNet



20. November 2014

7. Fachtagung ChloroNet



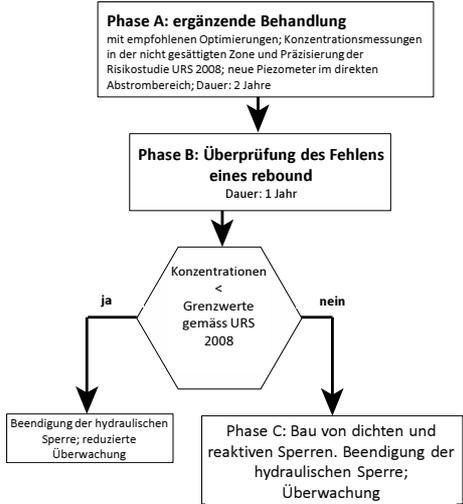
Gasmessung in der ungesättigten Zone

- **Methode:**
 - - Auswahl von Bereichen mit unterschiedlichen Schadstoff-Konzentrationen im Wasser
 - - Absaugen von Porenluft senkrecht oberhalb dieser Bereiche
 - - allfällige Korrelation zwischen der Konzentration im Grundwasser und in der Luft
- **Zweck:**
 - - liefert mittels Versuchen genauere Angaben zum Risiko des Aufströmens unter den Gebäuden
 - - ermöglicht die Überprüfung der Wahrscheinlichkeit des mono-dimensionalen Modells für die Risikoanalyse gemäss URS 2008 → Wahl der definitiven Zielwerte

20. November 2014
7. Fachtagung ChloroNet



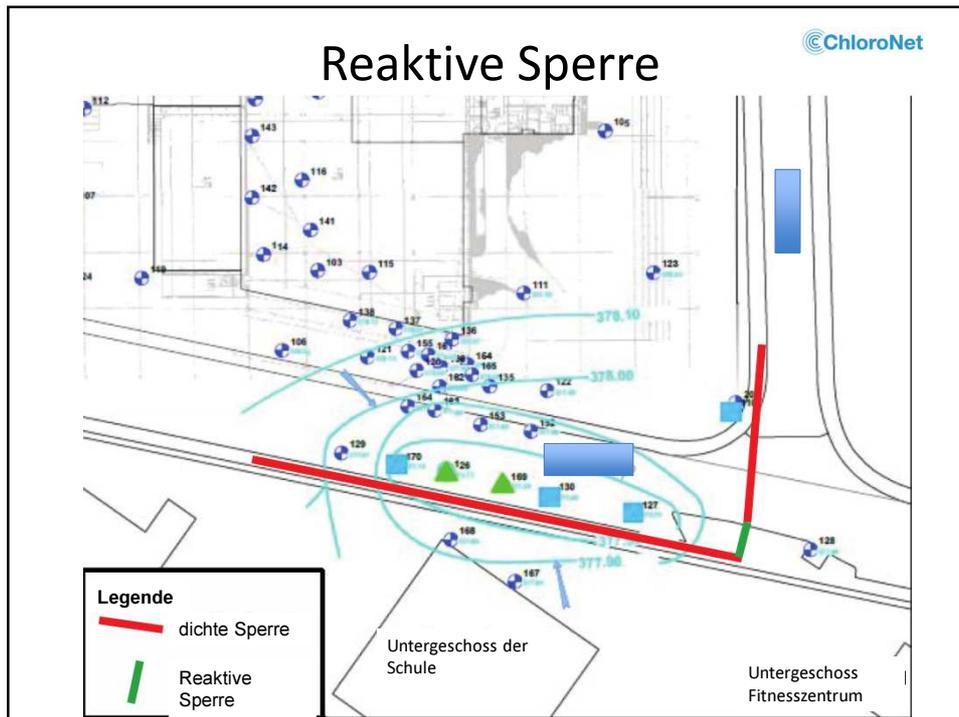
Vorschlag für ein Massnahmenprogramm zur Ablösung der langfristigen und teuren Behandlungen



```

graph TD
    A["Phase A: ergänzende Behandlung  
mit empfohlenen Optimierungen; Konzentrationsmessungen  
in der nicht gesättigten Zone und Präzisierung der  
Risikostudie URS 2008; neue Piezometer im direkten  
Abstrombereich; Dauer: 2 Jahre"] --> B["Phase B: Überprüfung des Fehlens  
eines rebound  
Dauer: 1 Jahr"]
    B --> D{Konzentrationen <  
Grenzwerte  
gemäss URS  
2008}
    D -- ja --> E["Beendigung der hydraulischen  
Sperre; reduzierte  
Überwachung"]
    D -- nein --> F["Phase C: Bau von dichten und  
reaktiven Sperren. Beendigung der  
hydraulischen Sperre;  
Überwachung"]
    
```

20. November 2014
7. Fachtagung ChloroNet



Geschätzte Kosten der Sperren

Position	Länge	Tiefe	Fläche	Kosten pro m2		Kosten Objekt
				Fr	Fr	
Einheiten	m	m	m2			
dichte Hauptsperre		50	15	750	500	375000
dichte Zusatzsperre		20	15	300	500	150000
reaktive Sperre		5	15	75	1000	75000
Anpassung im Betrieb und Abschlussarbeiten						100000
Reserve für Unvorhergesehenes						100000
total (exkl. MWSt)						800000

20. November 2014 7. Fachtagung ChloroNet

Variante der Isolation des Untergeschosses der Schule



- eher ungünstige Variante:
- - Schwierigkeit einer zuverlässigen Umsetzung an bestehenden Bauten
- - Reinigung der abgepumpten Luft erforderlich → bedeutende Betriebskosten

20. November 2014

7. Fachtagung ChloroNet

Schlussfolgerung (1)



- Grundwasserschutz: Kriterium nicht massgebend
- Zielwerte gemäss Risikostudie Schule (nach angepasster Risikoberechnung URS 2008)
- frühere Piezometeranordnung → Schadstofffahne wahrscheinlich unter der Schule
- VC noch >> Zielwerte → verfrühter Abbruch der hydraulischen Sperre
- **MASSNAHMENPROGRAMM**
- - verbesserte Behandlung während maximal 2 Jahren
- - Studie über einen allfälligen rebound (1 Jahr)
- - sofern die Werte < Zielwerte → Abbruch der hydraulischen Sperre
- - sofern die Werte > Zielwerte → Einrichtung einer reaktiven Sperre
- → «Wir geben uns eine letzte Chance, um die Situation innert einer bestimmten Zeit zu verbessern. Bleibt der Erfolg aus, so braucht es eine nachhaltige Investition in eine sichere Schulinfrastruktur»

20. November 2014

7. Fachtagung ChloroNet

Schlussfolgerung (2)

- Allgemein betrachtet und über den hier gezeigten Fall hinausgehend :
- - Schwierigkeit, ein Kriterium von $n \times \text{AltIV}$ festzulegen, da die Bestimmung des Wertes n tatsächlich ziemlich willkürlich bleibt
- - im Rahmen eines pragmatischen Vorgehens ist es vorzuziehen, Grenzwerte nach einem einfachen Modell festzulegen, wobei den geologischen Verhältnissen und dem effektiven Risiko eines Störfalles Rechnung getragen werden muss.
- - für die Behandlung muss die Durchdringbarkeit in wenig durchgängigen Schichten verbessert werden, insbesondere in der Nähe der Bohrlochwand
- - sofern die Behandlung dennoch wenig wirksam bleibt, müssen rasch eher passive, aber längerfristig tragbare Lösungen umgesetzt werden

20. November 2014

7. Fachtagung ChloroNet

Danke für Ihre Aufmerksamkeit

20. November 2014

7. Fachtagung ChloroNet