

Sanierung einer PCE-Verschmutzungsfahne durch Injektion von Natriumpermanganat



ChloroForum
2. Workshop

Ittigen

BAFU, AWEL ZH,
AFU SG

17. März 2011

ChloroNet 2011 – Sanierung einer PCE-Verschmutzungsfahne durch ISCO

INHALT

1. Standort
2. Pilotversuch
3. Durchführung der Sanierung durch NaMnO_4 -
Injektion
4. Ergebnisse
5. Fazit

ChloroNet 2011 – Sanierung einer PCE-Verschmutzungsfahne durch ISCO

1. Standort – Einführung – Kontext

Herstellung von elektrischen Verteilern und Anlagen für die Industrie

- Unterschiedliche Tätigkeiten und verschiedene Firmen seit 1920
- Nachweis von CKW im Grundwasser 1991
- Detailuntersuchung und Pilotversuche (Zweiphasen) 1998–2000
- Sanierung durch Zweiphasen-Extraktion ab 2000
- Multiphasen-Sanierung ab 2005 (Zweiphasen-Verfahren + Unterwasserpumpen)
- Pilotversuche an verschiedenen Herden zwischen 2006 und 2007
- Errichtung einer hydraulischen Barriere im Abstrombereich
- Aktualisierung des Sanierungsprojekts gemäss AltIV 2008
- Ab 2009 Injektion von Permanganat im Abstrombereich
- Aushubarbeiten am Herd 2009–2010
- Ab 2010 Injektion von Melasse zur biologischen Stimulierung des anaeroben Bereichs (Zustrombereich)

ChloroNet 2011 – Sanierung einer PCE-Verschmutzungsfahne durch ISCO

• 2. Vorgängiger Pilotversuch

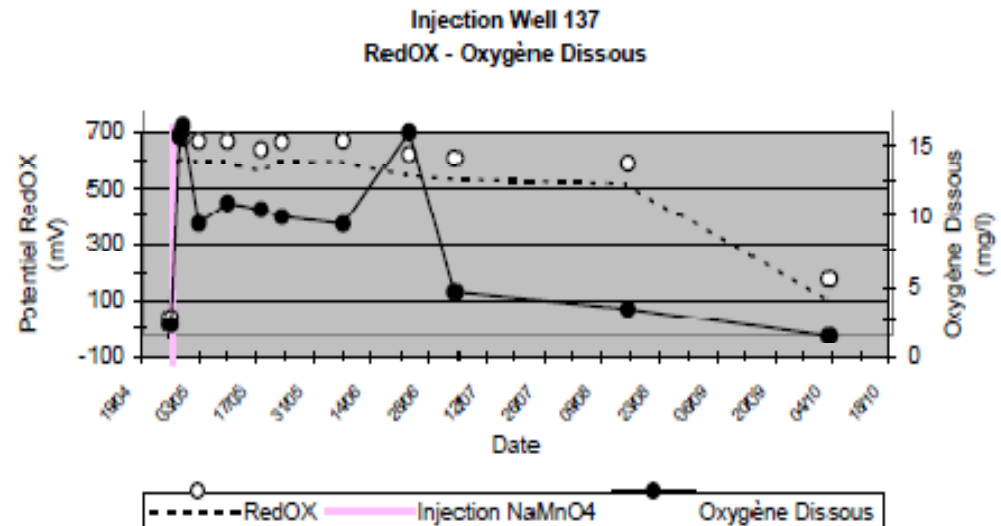
Methodenwahl:

- Aerobe und Oxidierende Bedingungen
- Kein spontaner Abbau des PCE
- Keine dehalogenierende anaerobe bakteriologische Fauna
- Lage im Abstrombereich: Schaffung eines Sektors mit hohem Oxidationspotenzial scheint interessant zur Eindämmung der allfälligen Migration von VC ausserhalb des Standorts

ChloroNet 2011 – Sanierung einer PCE-Verschmutzungsfahne durch ISCO

- **2. Vorgängiger Pilotversuch**
- Injektion von ca. 130 kg 1-prozentigem NaMnO_4 während 2 Tagen
- Injektionsbrunnen (IB; 137) und 5 Beobachtungsbrunnen (BB; 135, 136, 138, 120 und 121)

Beobachtung während
ca. 6 Monaten
(pH, T°, O₂, EC, eH –
Mn, Cl und CKW)



ChloroNet 2011 – Sanierung einer PCE-Verschmutzungsfahne durch ISCO

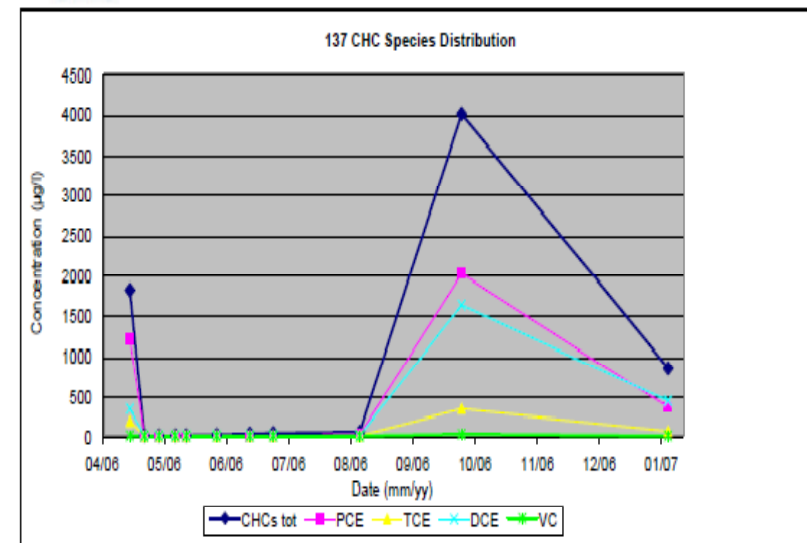
• 2. Vorgängiger Pilotversuch

Beobachtungen

- Injektionsgeschwindigkeit i.O., da die aktive Phase von NaMnO_4 ca. 6 Wochen beobachtet wurde
- Wiederanstieg der CKW-Konzentrationen nach 3 Monaten
- eingeschränkter Wirkungsradius (ca. 4 m)

Schlussfolgerungen

- Methode an diesem Standort wirksam, bedingt aber:
 - mehr Injektionsbrunnen
 - grössere Menge Oxidationsmittel



ChloroNet 2011 – Sanierung einer PCE-Verschmutzungsfahne durch ISCO

• 3. Durchführung – Grundlagen

Soil sample - Depth (m)	PZ137 (8.0)	PZ137 (11.0)	PZ138 (6.3-6.5)	PZ153 (8.1)	PZ153 (8.6)	PZ153 (8.8)
Location	AOC E - Loading dock			AOC E - rue Jacques Grosselin		
Chlorinated solvents in mg/kg DW						
Dichloromethane	<0.05	<0.005	<0.005	<0.1	<0.1	<0.1
Trichloromethane	<0.05	<0.005	<0.005	<0.1	<0.1	<0.1
Tetrachloromethane	<0.05	<0.005	<0.005	<0.05	<0.05	<0.05
1,1-Dichloroethane	<0.05	0.037	0.19	<0.1	<0.1	<0.1
1,2-Dichloroethane	<0.05	<0.005	<0.005	<0.05	<0.05	<0.05
1,1,1-Trichloroethane	0.091	<0.005	<0.005	<0.1	<0.1	<0.1
1,1,2-Trichloroethane	<0.05	<0.005	0.0086	<0.2	<0.2	<0.2
Trichloroethene	0.87	0.33	2.7	0.42	0.53	1.1
Tetrachloroethene (PCE)	28	0.07	0.45	66.4	174	26.8
cis1,2-Dichloroethene	0.74	0.032	7.2	0.24	0.2	0.36
tr,1,2-Dichloroethene	<0.05	<0.005	0.092	<0.1	<0.1	<0.1
Vinyl chloride	<0.1	<0.01	<0.01	<0.02	<0.02	<0.02
Sum of chlorinated solvents	30	0.47	11	67	175	28

Foc Feinsand = 0,3 %
Literatur (0,06–0,6 %)
ca. 25 kg PCE (Boden + Grundwasser)

Hypothese:

- Sanierung einer Verschmutzungsfahne

ChloroNet 2011 – Sanierung einer PCE-Verschmutzungsfahne durch ISCO

- **3. Durchführung**

Date	Etat initial avant injection	Campagne de suivi après injection
23 et 24 février 2009	X	
16 mars 2009		X
14 avril 2009		X
16 juin 2009	X	
16 juillet 2009		X
29 août 2009		X
8 octobre 2009		X
20 janvier 2010		X
4 février 2010		X
12 avril 2010		X
6 juillet 2010	X	
12 août 2010		X
7 septembre 2010		X
24 septembre 2010		X
12 octobre 2010		X
24 novembre 2010		X
14 décembre 2010	X	

3 Injektionen von ca. 71 m³
Lösung (1,14 % NaMnO₄)
an 6 Brunnen

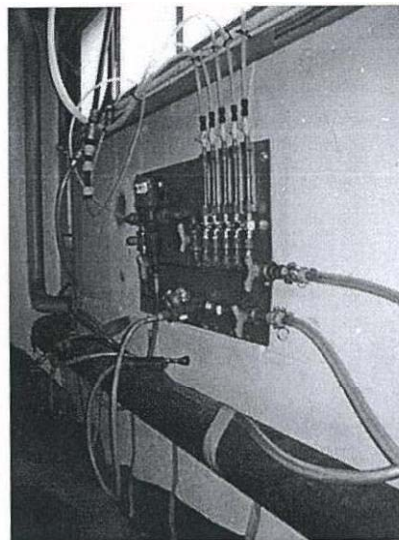
Dies entspricht ca. 800 kg
NaMnO₄/Injektion

Injektionsgeschwindigkeit ca.
3 l/min/Brunnen

Gesamtdauer ca. 2,4 Tage
pro Injektion

ChloroNet 2011 – Sanierung einer PCE-Verschmutzungsfahne durch ISCO

- **3. Durchführung**



Plaque d'injection mobile



ChloroNet 2011 – Sanierung einer PCE-Verschmutzungsfahne durch ISCO

• 4. Ergebnisse

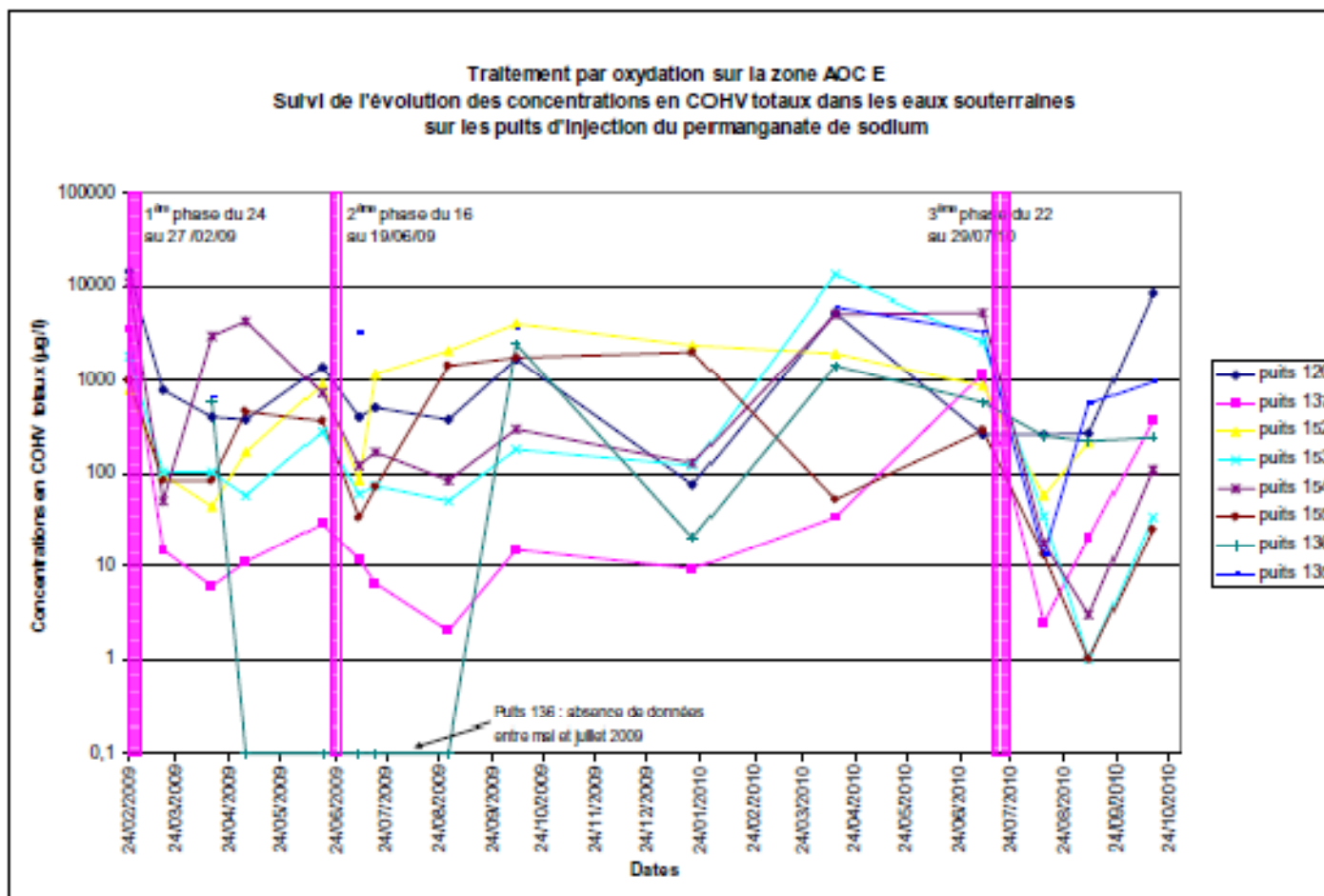
		1 ^{ère} phase : première injection du 24 au 27 février 2009				2 ^{ème} phase: deuxième injection du 16 au 19 juin 2009							3 ^{ème} phase: troisième injection du 22 au 29 juillet 2010			
		24/02/09	16/03/09	14/04/09	04/05/09	16/06/09	08/07/09	17/07/09	01/09/09	07/10/09	19/01/10	12/04/10	07/07/10	12/08/10	07/09/10	14/10/10
Puits injection	Pz120	14371	796	400	349	1431	404	515	278	1734	79	5356	1703	258	268	8417
	Pz137	3616	16	6	12	29	<LD	8	2	19	16	34	1169	7.6	0.3	369
	Pz152	784	94	45	167	916	86	1201	1656	4050	2393	1928	861	60.3	214	-
	Pz153	1809	103	105	58	279	64	72	55	185	120	13529	2643	35.2	0.47	34
	Pz154	10811	51	3074	4427	732	122	170	85	295	156	5174	5294	18.7	2.6	107
	Pz155	1005	83	83	464	366	73	72	1453	1752	1999	52	285	14.5	0.2	25
Puits de suivi	Pz136	6195	-	609	952	-	<LD	7	3213	2506	20	1430	586	245	221	240
	Pz135	2160	-	669	2910	-	3269	-	4083	3627	1407	6119	3373	18.2	561	966
	Pz138	1687	-	-	878	-	-	-	1248	408	690	754		-	-	903
	Pz121	4718	-	145	202	-	197	-	293	266	413	617	379	-	-	1839
	Pz122	310	-	230	301	-	208	-	222	309	97	138	180	-	-	245
	Pz126	370	304	339	349	1362	406	580	345	434	452	367	572	498	620	466
	Pz127	82	75	101	81	110	185	114	88	96	282	63	57	34	28	42
	Pz129	120	163	175	212	236	232	228	166	223	261	123	96	166	214	227
	Pz130	1147	1124	411	984	529	399	1095	1172	1159	76	690	1172	26	24	248

En bleu : état initial avant chaque injection

Tableau 4 : Evolution des concentrations en solvants chlorés dans les eaux souterraines

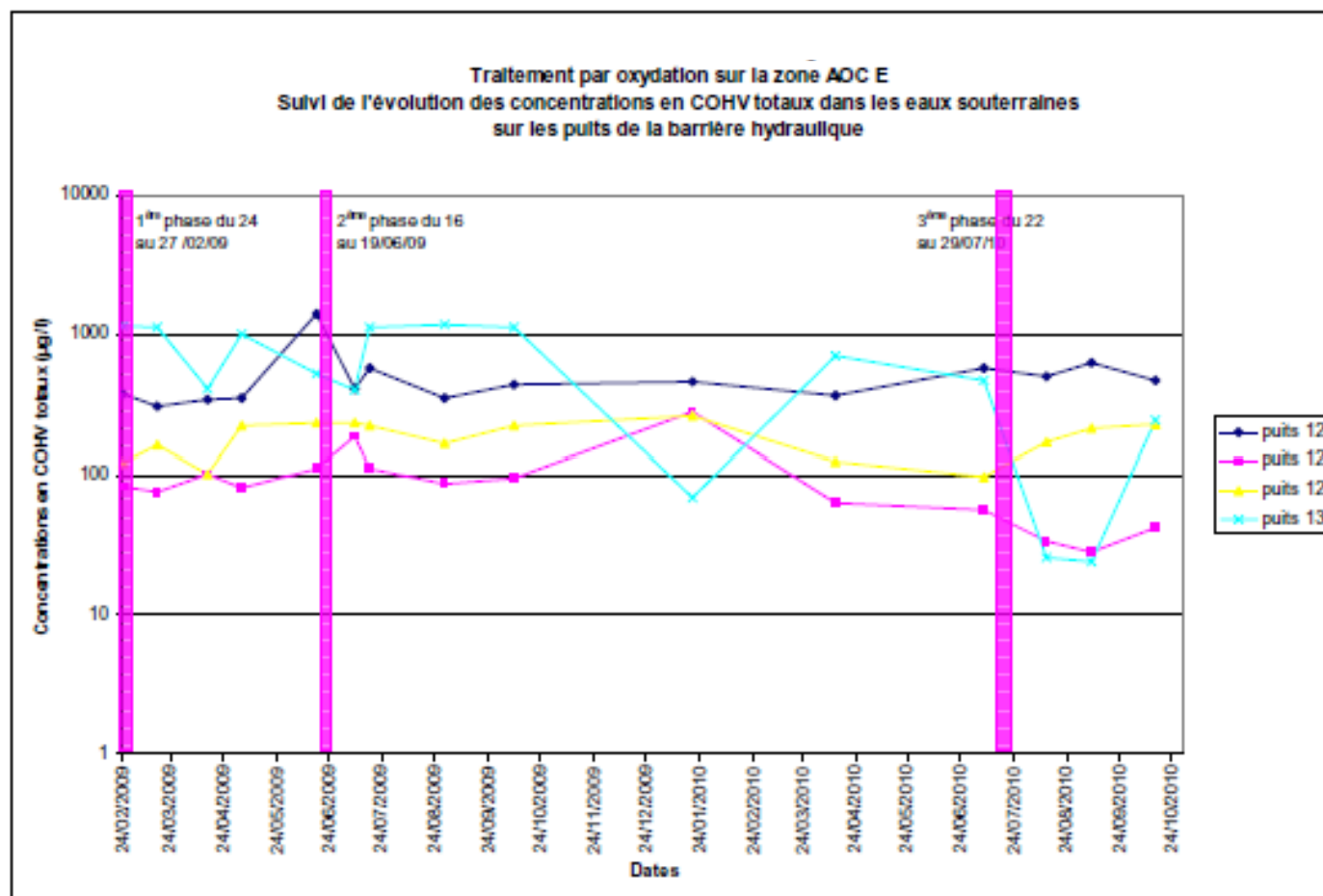
ChloroNet 2011 – Sanierung einer PCE-Verschmutzungsfahne durch ISCO

• 4. Ergebnisse



ChloroNet 2011 – Sanierung einer PCE-Verschmutzungsfahne durch ISCO

- ## 4. Ergebnisse



ChloroNet 2011 – Sanierung einer PCE-Verschmutzungsfahne durch ISCO

- **4. Ergebnisse**

Rebound-Effekt in den Injektionsbrunnen:

Wiederaanstieg der PCE-Konzentration durch Diffusion aus Feinsand und Lehm

Weist darauf hin, dass dieser Sedimentkörper eine sekundäre Quelle darstellt (PCE in Warven)

- Die Hypothese (Sanierung einer Verschmutzungsfahne aus gelöstem PCE) erweist sich im Hinblick auf die Zielerreichung als weitaus komplizierter, als bei der Zielformulierung erwartet.

ChloroNet 2011 – Sanierung einer PCE-Verschmutzungsfahne durch ISCO

• 4. Ergebnisse – Optimierungsmöglichkeiten

Unbekannte Grössen:

- Tatsächliche Menge PCE im Milieu
- Adsorptionswirkung von Sedimentkörpern, sekundäre Quellen: noch nicht eruiert
- Durchdringung und effektiver Wirkungsradius von NaMnO_4

Optimierungsmöglichkeiten:

- Erhöhung der Netzdichte (Maschenweite ca. 4 m)
- Spezifische Ausrüstung (Ausrichtung der Siebe auf die Zielformationen)

Im konkreten Fall ist die Zielerreichung nicht gesichert.

ChloroNet 2011 – Sanierung einer PCE-Verschmutzungsfahne durch ISCO

- **5. Fazit**

Bedarf nach einer lückenlos dokumentierten
Untersuchung

Konzeptuelles Modell, ursprüngliche
Schätzungen, Massebilanzen

Weiterentwicklung der Arbeitshypothesen

Grenzen bedingt durch (hydro)geologische
Gegebenheiten und den Stand der Technik

ChloroNet 2011 – Sanierung einer PCE-Verschmutzungsfahne durch ISCO

2

- Über 90 Beobachtungsbohrungen oder -brunnen (1/160 m)
- Aushub des wichtigsten Verschmutzungsherd
- Zweiphasen-Extraktion seit über 10 Jahren
- Pump-and-treat (hydraulische Barriere)
- Biostimulation im Zustrom (Melasse und Laktate)
- ISCO im Abstrom

Erreichung des Ziels (K-Wert nach AltIV x 50)
ist nicht garantiert

«Jusqu'où s'arrêteront-ils?»

(Coluche, frz. Kabarettist)