

Bijlage A
Toepassingsmogelijkheden van diverse mesocosms en foto's
installatie Mesocosm Filterbuis Techniek

Applications and bottlenecks of mesocosm techniques

	ISM	MLS	Biosock's	Mesocosmpipes
Applications (reported)	<ul style="list-style-type: none"> • Measurement of retardation in the field • Demonstrate biodegradation potential • Establish biodegradation rates of specific compounds in the field • Demonstrate the effect of different redox conditions 	<ul style="list-style-type: none"> • Construct vertical groundwater profiles • Establish biodegradation potential for a specific organism/culture • Establish specific discharge profile • Construct a time curve on soil contamination 	<ul style="list-style-type: none"> • Construct a time curve on soil contamination and calculate biodegradation rates • Establish rest concentration after biorestauration 	<ul style="list-style-type: none"> • Construct a time curve on soil contamination • Study relation between soil contamination and groundwater contamination
Applications (future)		<ul style="list-style-type: none"> • Establish biodegradation potential with real aquifer material • Establish biodegradation rate? • Construct a time curve of soil redox parameters • Construct a time curve of soil microbiological features (for instance number of specific bacteria) 	<ul style="list-style-type: none"> • Construct a time curve of soil redox parameters • Construct a time curve of soil microbiological features (for instance number of specific bacteria) 	<ul style="list-style-type: none"> • Construct a time curve of soil and groundwater redox parameters • Construct a time curve of soil microbiological features (for instance number of specific bacteria)
Experience	Present	Limited	Limited	Only with installation
Bottlenecks reported	<ul style="list-style-type: none"> • No real in situ biodegradation rates • Limited amount of water samples • Sampling can be difficult • A sorption model is needed 	<ul style="list-style-type: none"> • Diffusion limited 	<ul style="list-style-type: none"> • Homogenisation triggers biodegradation 	<ul style="list-style-type: none"> • Volatilisation of Contaminant during homogenisation
Bottlenecks suspected		<ul style="list-style-type: none"> • Anaerobic sampling possible? • Membranes get clogged? 		<ul style="list-style-type: none"> • Limited groundwaterflow through well and pipes compared to natural situation
Improvements possible	Probably, by changing the concept	Yes		

Foto's van de installatie van Mesocosm Filterbuizen



1. Het anaërobe monsternamevat, met de cylinder stikstofgas



2. De zuigerboor wordt geleege in het anaërobe monsternamevat



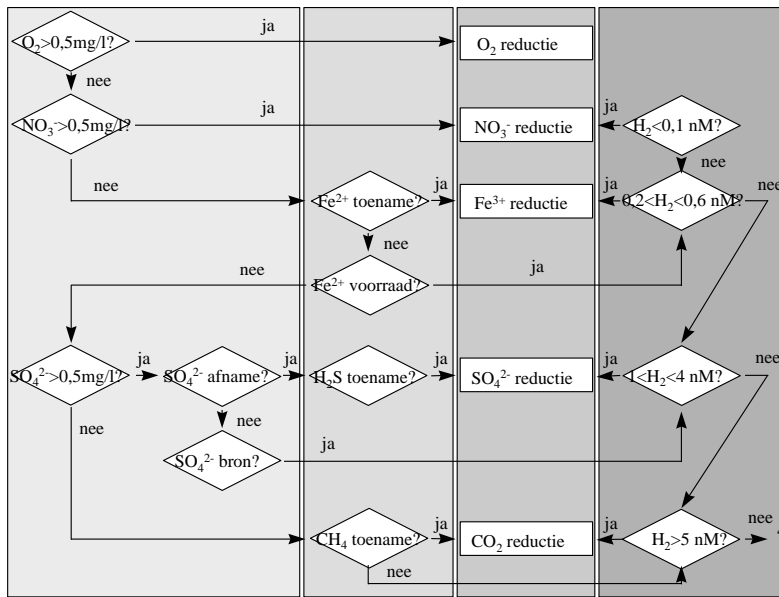
3. Homogenisatie



4. Het plaatsen van een mesocosm in de filterbuis

Bijlage B
Redox classificatie van Chapelle

Bijlage B: Redoxclassificatie van Chapelle



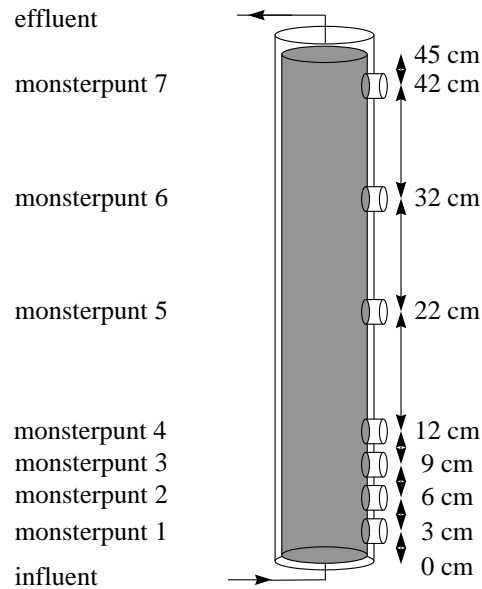
Figuur: Redox classificatie (Chapelle et al, 1995); toename betekent dat er in de stromingsrichting een toename wordtesignaleerd.

Bijlage C

Opbouw kolomproeven (incl. foto van de laboratorium opstelling)

De 4 multipoortkolommen zijn gemaakt van niet zuurstofdoorlatend PVC en hebben een interne diameter van 5 cm, een totale hoogte van 50 cm en een totaal werkvolume van 880 ml (tabel C1). De kolommen hebben 7 monsterpunten en een influent- en een effluentpunt die op verschillende afstanden van elkaar gemonteerd zijn (

Figuur). De kolommen zijn onder anaërobe omstandigheden met de aangeleverde grond gevuld, waarbij de grond continu verzadigd werd met grondwater om de grond te ontgassen en een uniform gepakt systeem te krijgen.



Figuur C1 Schematische opbouw van een multipoortkolom; afstand tussen de monsterpunten is cumulatief uitgezet

De multipoortkolommen werden in opwaartse richting doorstroomd. Het influent van de kolommen was anaëroob grondwater wat vooraf 1 nacht met N_2 werd gestript om de vluchtige verbindingen kwijt te raken. Gedurende het experiment werd het grondwater continu doorborreld met een N_2/CO_2 -mengsel om het anaëroob en op pH 7 te houden. Met behulp van een slangenpomp werd het grondwater vanaf het voorraadvat naar de kolom gepompt. Alle leidingen in de opstelling waren van viton of van roestvrijstaal. Vlak voor de kolom werden PER en/of BTEX met behulp van glazen Hamilton spuit, gemonteerd op een spuitpomp, gedoseerd. De PER en BTEX-oplossing is gemaakt door in een penicillineflesje, voorzien van een butylteflon septum, PER en BTEX op te lossen in MilliQ-water, wat vooraf geflushed werd met stikstof. Tussen het injectiepunt en de ingang van de kolom werden PER en/of BTEX gemengd met het grondwater met behulp van een mengleidinkje. De ingestelde concentraties van PER en totaal BTEX in het influent van de kolommen waren respectievelijk 1,5 mg/l (9 μ M) en 0,4 mg/l (benzeen:tolueen:ethylbenzeen:xyleen, 0,1: 0,1: 0,1: 0,1 mg/l). De temperatuur in de ruimte was 20 °C en de kolommen stonden in het donker.

Een samenvatting van de experimentele gegevens staat vermeld in tabel

Tabel C1 Experimentele gegevens van de kolomexperimenten

Parameter	Waarde	Eenheid
Totaal werkvolume kolom (diameter=5 cm, hoogte=45 cm)	880	ml
Debiet cassetteslangenpomp (=grondwater)	13	ml/uur
Berekende verblijftijd (aanname porositeit=0,3)	20	Uur
Berekende stroomsnelheid	2,2	cm
Debiet spuitenpomp (=PER en BTEX-oplossing)	200	l
Verdunningsfactor (slangenpomp)	66,7	-
Spuitconcentratie PER	100	mg/l
Infusenconcentratie PER	1,5	mg/l
	9	μ M
Spuitconcentratie Σ BTEX	26,7	mg/l
Infusenconcentratie Σ BTEX	0,4	mg/l
	4	μ M

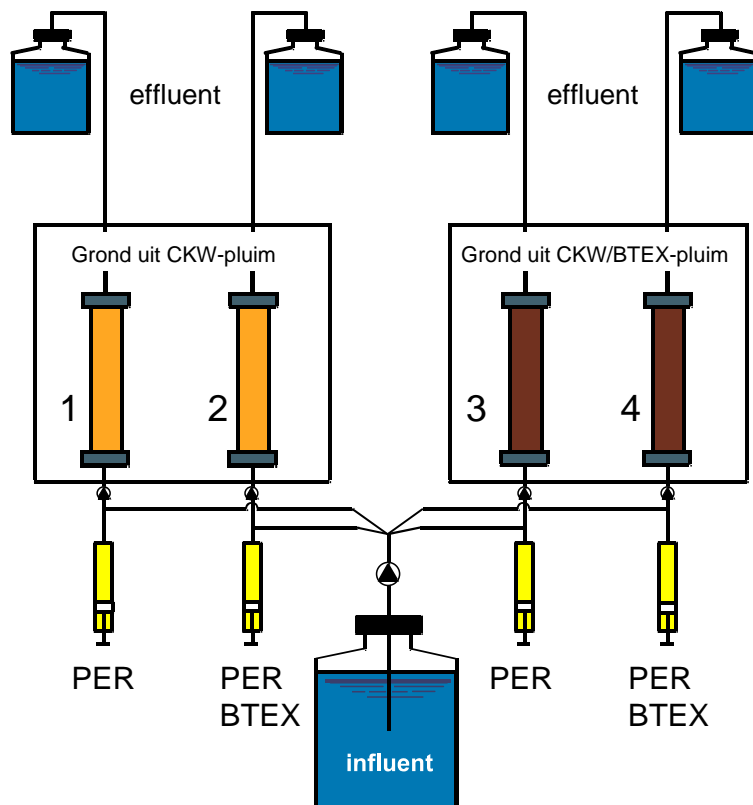
Uitvoering

Twee multipoortkolommen bevatten grondmateriaal dat afkomstig was van de locaties van de peilbuizen 907 en 135 (zie onderstaande tabel). Beide peilbuizen lagen in de CKW-verontreinigingsvlek. Aan het grondwaterinfluent van kolom 1 is PER gedoseerd, aan het grondwaterinfluent van kolom 2 PER en BTEX. Twee andere multipoortkolommen bevatten grondmateriaal dat afkomstig was uit de peilbuizen 902-1 en 903. Beide peilbuizen lagen in de gecombineerde CKW- en BTEX-verontreinigingsvlek. Aan het grondwaterinfluent van kolom 3 en 4 is eveneens respectievelijk PER en, PER en BTEX gedoseerd (zie tabel C2).

Tabel C2 Overzicht uitvoering multipoortkolomexperimenten

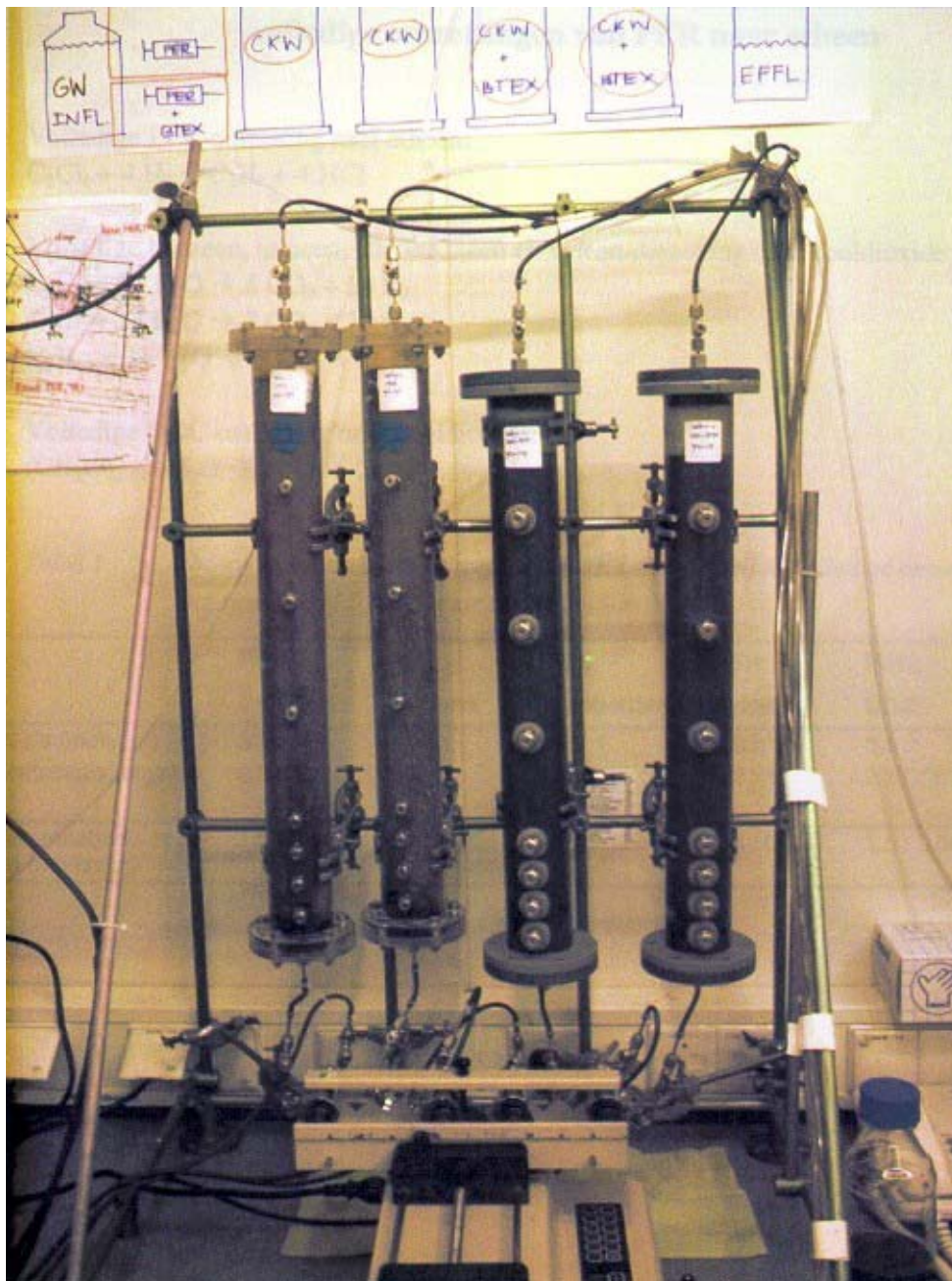
Kolomnummer	1	2	3	4
Herkomst van het bodemmateriaal	peilbuis 907 ($\frac{2}{3}$ deel) 135 ($\frac{1}{3}$ deel)	peilbuis 907 ($\frac{2}{3}$ deel) 135 ($\frac{1}{3}$ deel)	peilbuis 902-1 ($\frac{2}{3}$ deel) 903 ($\frac{1}{3}$ deel)	Peilbuis 902-1 ($\frac{2}{3}$ deel) 903 ($\frac{1}{3}$ deel)
Verontreiniging in grondwater	CKW	CKW	CKW + BTEX	CKW + BTEX
Toevoeging aan grondwaterInfluent	PER	PER + BTEX	PER	PER + BTEX

In onderstaande figuur C2 is een schematisch overzicht van de experimentele opstelling weergegeven (zie ook onderstaande foto).



Figuur C2 Schematische weergave van de experimentele opstelling.

Het influent en effluent van de kolommen is gedurende een periode van 13 weken 2 wekelijks bemonsterd en geanalyseerd op PER, TRI, CIS, VC, etheen en ethaan. Na 17 weken en na 23 weken zijn profielen van de 4 kolommen doorgemeten. Hiervoor zijn de monsterpunten op de kolom op PER, TRI, CIS, VC, etheen en ethaan en BTEX geanalyseerd. Afhankelijk van de te meten verbinding werd een hoeveelheid grondwater met behulp van een glazen spuit uit de kolom bemonsterd. Alle monsterpunten werden in enkelvoud bemonsterd. De PER, TRI, CIS en BTEX-monsters werden direct aan vials gedoseerd voor de headspace gaschromatograafanalyse. De VC, etheen en ethaan-monsters werden direct op de Purge and Trap gaschromatograaf gedoseerd.



Kolomopstelling; van links naar rechts: kolom 1, 2, 3 en 4

Bijlage D
Figuren D1 en D2: Uitwerking saneringsontwerp