

CODE VAN GOEDE PRAKTIJK VOOR HET GEBRUIK VAN  
ALTERNIEVE BODEMONDERZOEKSTECHNIEKEN

# BACTRAP

(Microkosmos *in situ*)



BACTRAP®(André Künzelmann/UFZ)S

## Beschrijving van de techniek

BACTRAP is een *in situ* microkosmos techniek die <sup>13</sup>C-gelabeld substraat gebruikt om *in situ* biodegradatie van verontreiniging (bijv. BTEX, PAK) onder (an)oxische omstandigheden aan te tonen. Dit gebeurt door de isotopensamenstelling van vetzuren die geëxtraheerd worden uit de biomassa gekweekt op BACTRAP te analyseren.

## ALGEMENE INFORMATIE

### A. Bodemcomponenten

De techniek kan toegepast worden voor het onderzoek naar de aanwezigheid van verontreinigingen in volgende bodemcomponenten:

Bodemfase		Opmerkingen
Bodemmatrix	-	
Grondwater	X	
Bodemlucht	-	

### B. Geanalyseerde verontreinigingsparameters

Met de techniek kunnen volgende verontreinigingsparameters onderzocht worden:

Verontreinigingsparameter	Bodemmatrix	Grondwater	Bodemlucht	Opmerkingen
Aromaten(BTEX)	-	X	-	
Gechloroerde solventen (VOCL, Cl-ethen, Cl-ethaan, gechloroerde aromaten)	-	X	-	
PAK	-	X	-	
Vluchtige KWS (C5-C10)	-	X	-	
Minerale Olie (C10-C40)	-	X	-	
Zware Metalen (+Kobalt)	-	-	-	
Cyaniden	-	-	-	
LNAPL	-	-	-	
DNAPL	-	-	-	
Andere	-	X	-	Ethers (i.e. MTBE, ETBE, dioxanen, ...), Pesticiden (i.e. MCPA, atrazine, heptachloor, ...)

### C. Terreinkenmerken toepassingsgebied

De alternatieve bodemonderzoekstechniek is toepasbaar bij volgende omgevingskenmerken:

Bodemtype		Opmerkingen
Puin	X	Alle bodemtypes zolang BACTRAP kan worden ingezet in grondwater of in een peilput. In slechter doorlatende gronden wordt een dichter meetnetwerk aangebracht dan bv. in zandgrond.
Zand	X	
Leem	X	
Grind	X	
Veen	-	
Klei	-	
Zandsteen	X	
Andere... (leisteel, metamorf gesteente, krijt)	-	
<b>Hydrogeologische karakteristieken</b>		
Heterogeen en doorlatend	X	
Heterogeen en matig doorlatend	X	
Heterogeen en ondoorlatend	X	
<b>Diepte</b>		
Oppervlakkig	X	
1-5 m-mv	X	
5-10 m-mv	X	
10-15 m-mv	X	
>15 m-mv	X	
<b>Bodembedekking</b>		
Geen bodembedekking	X	Elk type bodembedekking zolang deze kan worden verwijderd voor de installatie van BACTRAP.
Klinkers	X	
Kasseistenen	X	
Tegels	X	
Asfalt	X	
Beton	X	
Andere	X	
<b>Minimale werkdimensie</b>		
Dimensies l x b x h	-	De diameter van de peilput is minimaal 2 cm.
<b>Techniek toepasbaar voor verontreinigde zone met:</b>		
Kleine oppervlakte (1-5 m <sup>2</sup> )	X	
Medium oppervlakte (5 – 200 m <sup>2</sup> )	X	
Grote oppervlakte (>200 m <sup>2</sup> )	X	

### D. Fysicochemische parameters

Met de techniek kunnen volgende fysicochemische parameters worden geanalyseerd:

Fysicochemische parameters	Bodemmatrix	Grondwater	Bodemlucht	Opmerkingen
pH	-	-	-	
EC	-	-	-	
Temperatuur	-	-	-	
Hydraulische conductiviteit	-	-	-	

### E. Werkingsprincipe

De BACTRAP bestaat uit een geperforeerde roestvrij stalen of PTFE-buis die met <sup>13</sup>C-gelabelde actieve kool gevuld is. Het groeimateriaal dient als kolonisatieoppervlak voor micro-organismen die het substraat, dat gemerkt werd met het isotoop, afbreken, adsorberen en inbouwen in het eigen weefsel. Conventioneel wordt de BACTRAP geïnstalleerd in een winningsput of in een peilbuis. Als alternatief kan het worden geïnstalleerd met de techniek van Direct-Push.

De BACTRAP wordt 4 tot 12 weken blootgesteld aan grondwater op de gewenste diepte. De BACTRAP wordt vervolgens teruggestuurd naar de leverancier voor analyse (3 - 8 weken). Bepaalde biomoleculen (biomarkers) van gekoloniseerde

micro-organismen worden geëxtraheerd (meestal vetzuren of aminozuren) en hun  $^{13}\text{C}$  /  $^{12}\text{C}$  isotopen signatuur wordt bepaald.

Door een vergelijking te maken met een genormaliseerde microkosmos die met  $^{13}\text{C}$ -gelabeld is, wordt een kwantitatieve evaluatie gemaakt relatief aan de intensiteit van de degradatie op verschillende meetpunten. Met de BACTRAP is een bijzonder gevoelige bepaling van de afbraak van een geselecteerde doelcomponent mogelijk, in het bijzonder voor PAK's.

## F. Aanvullende informatie

Aanvullende informatie is opgenomen in onderstaande tabel:

Aanvullende informatie	Opmerkingen
Aard van de techniek	isotoop
Meetfrequentie / meetsnelheid	Eenmalig gebruik
Tijd die benodigd is om de meetresultaten te bekomen	- BACTRAP aanwezig on site : 4-12 weken - analyse van BACTRAP : 3-8 weken
Presentatie / visualisatie resultaten	In tabellen worden de variaties genoteerd van $^{13}\text{C}$ -isotoopverhoudingen die geëxtraheerd werden uit vetzuren ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{FA}}$ ) van bacterieculturen aanwezig in de BACTRAP. Deze worden vergeleken met $^{13}\text{C}$ isotoopverhoudingen die van nature uit aanwezig zijn in vetzuren van bacteriën.
Ervaringsniveau veldwerker	medium
Aard van het meetresultaat	Semi kwantitatieve meting: de BACTRAP resultaten van $^{13}\text{C}$ isotoopgehalten worden vergeleken met $^{13}\text{C}$ isotoopgehalten die van nature uit in vetzuren van bacteriën aanwezig zijn. Een toename van $\delta^{13}\text{C}_{\text{FA}}$ ten opzichte van de natuurlijke referentie wijst op inbouw van $^{13}\text{C}$ isotopen in het bacterieweefsel en dus op natuurlijke afbraak van de contaminant die met $^{13}\text{C}$ gemarkeerd werd.
Nauwkeurigheid / Detectielimiet / Meeteenheid	5 $\mu\text{g/l}$
Kostprijs gebruik	2.500 €(excl. BTW). Inclusief installatie en rapportagekost

## TECHNISCHE VOORSCHRIFTEN

### A. Richtlijnen vóór gebruik op terrein

1. Respons test: geen
2. Kalibratie: geen
3. Intensiteit van gebruik van de alternatieve techniek
  - i. In Brussel en België is de techniek nog niet gebruikt
  - ii. In Duitsland is natuurlijke attenuatie geaccepteerd door de overheid als een saneringsoptie. Momenteel is het gebruik van een in situ microkosmos beperkt tot grondwatermonitoringputten op het niveau van de watervoerende laag. BACTRAP (conventioneel) is daarom alleen van toepassing op locaties met een netwerk van peilbuizen. Enkel de microbiële activiteit binnen de putten op watervoerend niveau kan worden geëvalueerd.

### B. Beschrijving werkwijze terrein

Winningsput / peilput:

1. Boor tot op de gewenste diepte voor analyse van de biologische afbraak.
2. Installeer de peilbuis (minimale diameter 2 cm).
3. Bepaal de BACTRAP aan een kabel of touw (bijv. polypropyleen of nylon).
4. Laat de BACTRAP in de put / peilbuis zakken tot de gewenste diepte.

5. Bevestig de kabel aan het peilputdeksel.
6. Laat de BACTRAP gedurende 4-12 weken ter plaatse (incubatie).
7. Verwijder na de incubatieperiode de BACTRAP en breng deze onmiddellijk over in een steriele container, op droog ijs.
8. Verzend de BACTRAP per expreslevering naar de leverancier voor analyse.

#### Direct-Push:

1. Gebruik een Direct Push-machine om de BACTRAP tot op de gewenste diepte te brengen voor analyse van de biologische afbraak: rust de stootstang uit met een stevige punt en bevestig de BACTRAP aan de duwstang.
2. Verwijder de machine en laat de duwstang waarop de BACTRAP is bevestigd achter.
3. Laat de BACTRAP gedurende 4-12 weken ter plaatse (incubatie).  
Verwijder na de incubatieperiode de BACTRAP en breng deze onmiddellijk over in een steriele fles, op droog ijs.
4. Verzend de BACTRAP per expreslevering naar de leverancier voor analyse.

### C. Richtlijnen na verwerving resultaten

Validatie van resultaten:

Semi-kwantitatief: BACTRAP maakt een relatieve kwantitatieve evaluatie mogelijk van de intensiteit van afbraak op verschillende meetpunten.

## VEILIGHEIDSVOORSCHRIFTEN SPECIFIEK VOOR DE TECHNIEK

Het gebruik van nitrilhandschoenen is vereist voor het hanteren van BACTRAP. Om de veiligheid van de veldwerkers te kunnen garanderen zijn standaard persoonlijke beschermingsmiddelen bij het gebruik van deze alternatieve bodemonderzoekstechniek noodzakelijk.

## INFORMATIE VOOR DE GEBRUIKER

### A. Leveranciers van de alternatieve bodemonderzoekstechniek (apparaat, product, service, analyses)

- Europa:
  - Isodetect GmbH (leverancier van BACTRAP en analyse)

### B. Bibliografie - Literatuur

- Bahr A., Fischer A., Vogt C., Bombach P. (2015) Evidence of polycyclic aromatic hydrocarbon biodegradation in a contaminated aquifer by combined application of in situ and laboratory microcosms using <sup>13</sup>C-labelled target compounds. *water research* 6 (2015) 100-109
- Stelzer N., Büning C., Pfeifer F., Dohrmann A. B., Tebbe C. C., Nijenhuis I., Kästner M., Richnow H. H. (2006) In situ microcosms to evaluate natural attenuation potentials in contaminated aquifers. *Organic Geochemistry* 37 (2006) 1394–1410
- Bombach P., Nägelec N., Rosella M.,d, Richnowa H. H., Fischerba A. (2015) Evaluation of ethyl tert-butyl ether biodegradation in a contaminated aquifer by compound-specific isotope analysis and in situ microcosms. *Journal of Hazardous Materials* 286 (2015) 100–106
- Fischer A., Manfield M., Bombach P. (2016) Application of stable isotope tools for evaluating natural and stimulated biodegradation of organic pollutants in field studies. *Opinion in Biotechnology* 2016, 41:99–107

- Schuring C, Melo V. A., Miltner A., Kaestner M. (2013) Characterisation of microbial activity in the framework of natural attenuation without groundwater monitoring wells?: a new Direct-Push probe. *Environ Sci Pollut Res* DOI 10.1007/s11356-013-1685-y
- Isodetect GmbH – Contaminated sites – Monitoring tools
- Stelzer et al. (2005) Monitoring of in situ biodegradation of groundwater contaminants using a test system (BACTRAP) with <sup>13</sup>C-labelled substrates, UFZ Centre for Environmental Research Leipzig-Halle GmbH