

Van veelbelovend proefproject naar leerzame ontgraving

In-situ-biorestauratie Asten, 1988-1998

In de jaren tachtig werd duidelijk dat sommige vormen van bodemverontreiniging microbiologisch en in situ konden worden afgebroken. De voordelen waren evident. Door RIVM en TNO werden laboratoriumonderzoeken succesvol afgerond en de vooruitzichten waren veelbelovend. In opdracht van VROM werd vanaf 1988 een in situ techniek op praktijkschaal beproefd bij een tankstation in het Brabantse Asten. De praktijk bleek weerbarstiger dan de theorie. Uiteindelijk moest de restverontreiniging met uitschieters boven de I-waarde alsnog worden ontgraven. Conform afspraken uit het oude beleid. Een stap terug in de tijd en een unieke gelegenheid om met de kennis van nu te kijken naar de werking van één van de eerste in-situsystemen. Kennis van nu die niet had bestaan zonder de pioniers van toen.

Hans Slenders, Rimbaud Lapperre, Koen Weytingh

Over de auteurs

Ir J.L.A. Slenders

werkt bij TNO-MEP, als senior projectleider milieubiotechnologie

Postbus 342, 7300AH Apeldoorn, 055-5493698

Ir. R.E. Lapperre

werkt bij IWACO, als adviseur bodembeheer

Postbus 525, 5201 AM 's-Hertogenbosch, 073-6874107

(anno 2003 werkzaam bij Landslide milieu-adviesbureau)

Ir. K.R. Weytingh

werkt bij Oranjewoud, als Projectcoördinator

Postbus 321, 7400 AH Deventer, 0570-663907

Kader

Eind 1997 is de in-situ-biorestauratie (ISB) van het Aral-benzinestation aan de Emmastraat in Asten definitief stilgelegd en alsnog ontgraven. ISB-Asten was het eerste full-scale proefproject waar deze biologische saneringsmethode werd toegepast. Uit kolomproeven was gebleken dat de bodemverontreiniging binnen een half jaar kon worden gesaneerd. De resultaten van de full-scale sanering waren niet slecht, maar het saneringssysteem functioneerde niet conform de ontwerpgedachte. De saneringsdoelstelling en saneringsduur werden niet gehaald. Uiteindelijk waren nog concentraties verontreinigende stoffen aanwezig op en boven interventiewaardeniveau. In de overeenkomst met de terreineigenaar was opgenomen dat de locatie 'schoon' moest worden opgeleverd. De noodzakelijke ontgraving van de resterende verontreiniging bood een unieke gelegenheid om de toestand van het saneringssysteem en de invloed op de bodem van zeer nabij te bekijken. Onder meer om te leren welke oorzaken hebben geleid tot de tegenvallende resultaten. In opdracht van de Stichting NOBIS is de ontmanteling van de in-situ-biorestauratie door Oranjewoud en IWACO B.V. nauwlettend gevolgd en vastgelegd. De ontgraving heeft niet alleen antwoord gegeven op vooraf opgestelde hypothesen, maar ook enkele, minder verwachte oorzaken aan 'het daglicht' gebracht. Het is ook duidelijk geworden dat met de hedendaagse kennis en technieken een voorspoediger verloop of beter resultaat zou zijn verkregen.

Historie van de locatie

Nadat omwonenden klaagden over een sterke benzinelucht die uit de riolen zou komen, werd in 1985 op de locatie een grond- en grondwaterverontreiniging geconstateerd met minerale olie en vluchtige aromatische koolwaterstoffen. Uit onderzoek bleek dat de ondergrondse brandstoftank voor de opslag van normaalbenzine lekte. Naar schatting 33.000 liter benzine was in de grond terechtgekomen. Door het afpompen van de drijfslag werd ongeveer 20.000 liter benzine teruggewonnen. De resterende grondverontreiniging bevond zich voornamelijk in het traject van 2,5 tot 4,5 meter beneden maaiveld (m-mv). De gemiddelde concentratie minerale olie in dit traject bedroeg circa 4.800 mg/kg ds, met uitschieters tot 12.000 mg/kg ds. Het grondwater was tot een diepte van circa 10 m-mv verontreinigd.

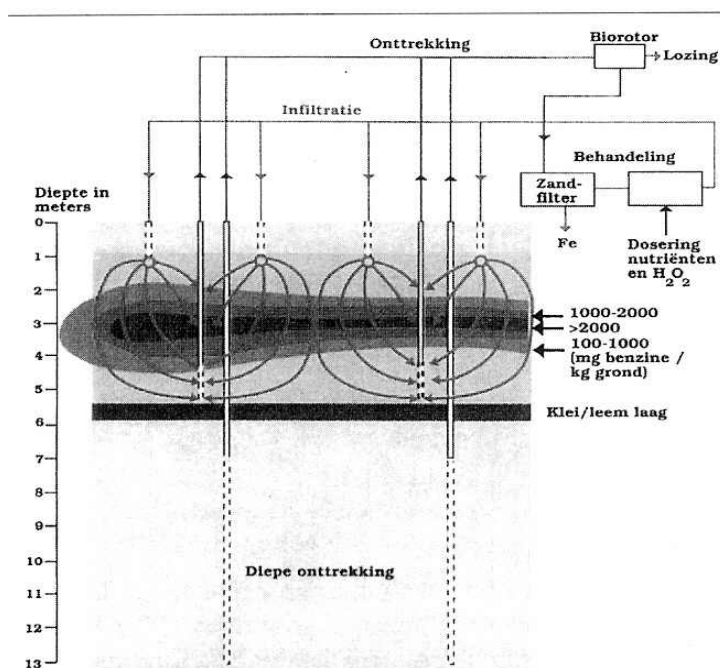
Saneringssysteem en saneringsresultaat

De bodem van de onderzoekslocatie behoort tot de afzettingen van de Nuenengroep. Dit zijn overwegend fijne zanden en leem- en veenlagen van lokale oorsprong (fluvioperiglaciaal, eolisch en/of organoëen). Het in-situ-saneringssysteem was gericht op de voormalige drijfslaag in de overwegend fijn zandige afzettingen. In figuur 1, afkomstig uit de RIVM folder uit 1989, is het beoogde principe van het saneringssysteem geschetst. Verontreinigd grondwater werd onttrokken met verticale filters op circa 5 en 10 m-mv, en vervolgens werd het gereinigde effluent van de biologische zuivering geïnfiltrteerd via drains op 1 m-mv. Daarmee moest de oorspronkelijke grondwaterstand worden verhoogd van ca. 3,7 m-mv tot 0,5 m-mv. Uit de kolomproeven was gebleken dat het gebruik van waterstofperoxide en nutriënten leidde tot volledige mineralisatie van de verontreiniging binnen een half jaar. De saneringsduur op de locatie werd voorzichtig geschat op 1 jaar. Het gebruik van waterstofperoxide leidde tot de volgende krantenkop op Koningsdag 1988:

VUILE GROND KRIJGT GORGELDRANKJE TOEGEDIEND

De Volkskrant van ZATERDAG 30 APRIL 1988

Direct na de start van het systeem bleek het niet mogelijk het ontwerpdebiet (27,5 m³/uur) te halen. Per uur kon maar 7 m³ worden onttrokken. Vervolgens slibden de infiltratiedrains dicht en nam het systeemdebiet verder af tot 1,7 m³/uur. De grondwaterstand kon niet worden verhoogd tot boven de voormalige smeerzone, hetgeen een belangrijke afwijking van het ontwerp betekende. Niettemin werd besloten de sanering voort te zetten in de veronderstelling dat de verontreiniging verticaal werd doorspoeld. Tijdens de exploitatie werden hoge concentraties zuurstof gemeten in de bodem en werd afbraak vastgesteld. De voortgang was echter traag en medio 1996 wees een bodemonderzoek uit dat de grond van 2,5 tot 3,5 m-mv nog steeds ernstig was verontreinigd met minerale olie. De verontreiniging met BTEX was vrijwel geheel verdwenen.



Figuur 1: In-situ-biorestauratie van de verontreinigde ondergrond, RIVM folder 1989.

Begeleiding ontgraving en onderzoeksaspecten

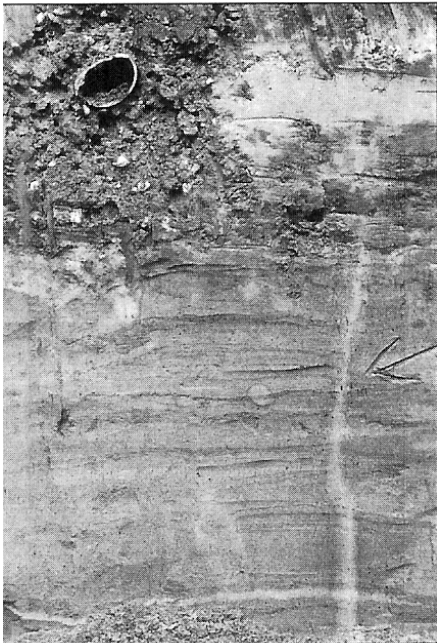
De ontgraving is uitgevoerd in opdracht van de terreineigenaar, waarbij is gestreefd naar een zo gering mogelijke verstoring van de verkoopactiviteiten. In de evaluatierapportage van het RIVM werden al enkele oorzaken aangedragen voor de tegenvallende resultaten. Voorafgaand aan de ontgraving is deze lijst aangevuld met een aantal hypothesen en mogelijke onderzoeksaspecten. Hierdoor kon het onderzoek tijdens de ontgraving gericht en efficiënt worden uitgevoerd. Tijdens de intermezzo's van de ontgravingswerkzaamheden in oktober 1997 zijn de interessante doorsneden op foto vastgelegd en zijn monsters genomen. Visueel werd direct een aantal oorzaken voor tegenvallende resultaten duidelijk. Hierop voortbouwend zijn aanvullend chemische analyses uitgevoerd.

Dichtgeslibde drains

Op de foto kan een doorsnede van een infiltratiedrain worden herkend. De drain met grindkoffer bleek slecht gepositioneerd en dichtgeslibd met fijn zand en biomassa. Tijdens de bedrijfsvoering was daarbij sprake van ontleding van waterstofperoxide en verstopping met gasbellen. De drain was direct op een slecht doorlatende leemlaag geplaatst. Dit heeft ertoe geleid dat de bodem minder goed en onregelmatiger is doorspoeld dan voorspeld.

Heterogeniteit

Door de uitlopende werking van het gedoseerde waterstofperoxide zijn in de bodem voorkeurskanalen voor grondwatertransport te onderscheiden (zie foto). Aan de randen van deze kanalen zijn op de foto bovendien ijzerafzettingen zichtbaar, die het optreden van voorkeursstroming verder hebben versterkt. Boven de leemlaag heeft opeenhoping van infiltraat plaatsgevonden en ter plaatse van de 'stop' is een vingerdikke verticale stroombaan ontstaan. Dat ook horizontaal sprake is van een opeenvolging van laagjes met verschillende doorlatendheid blijkt uit het dunne, witte laagje onder op de foto. De natuurlijke heterogeniteit is verder versterkt door ingrepen in de bodem (m.n. bemonsteringsboringen) die hebben geleid tot preferente stroombanen en dientengevolge een slechte doorspoeling van de onverzadigde zone.



Doorsnede van een infiltratiedrain.

Hydrofobe smeerzone

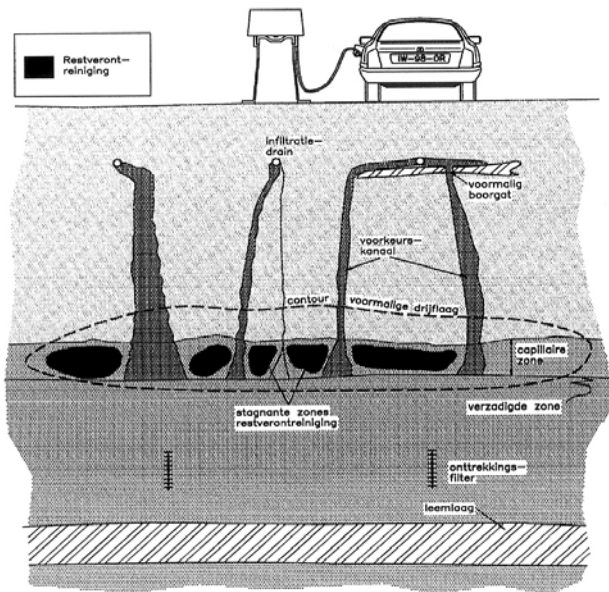
De aanwezigheid van een aaneengesloten zone van puur product, die mogelijk heeft geleid tot een hydrologische barrière is niet aangetoond. Tijdens de ontgraving is visueel nergens puur product waargenomen. Door tests met olie-waterpan en filterpapier is wel gebleken dat op porieniveau hydrofobe zones aanwezig zijn. Opmerkelijk is overigens dat de zintuiglijke waarnemingen niet geheel overeenstemmen met de chemische analyses. In het sterkst verontreinigde monster zijn visueel geen afwijkingen geconstateerd. De nog aanwezige minerale olie had meestal een hoog aandeel alkylbenzenen en bevatte weinig alkanen.

Beschikbaarheid nutriënten en verontreiniging

Chemische analyses hebben aangetoond dat plaatselijk sprake kan zijn geweest van gelimiteerde afbraak, te wijten aan lage gehalten nutriënten. De Kjeldahl-N-analyses waren alle beneden de detectielimiet. Tijdens de sanering is echter aantoonbaar nitraat rondgepompt. De oorzaken voor een slechte verdeling van de nutriënten moeten worden gezocht in het ontwerp van het saneringssysteem dat nauwelijks rekening hield met de bodemheterogeniteit. De minerale olie-analyses (GC-MS) geven aan dat zowel oorspronkelijk product als afbraakproducten in de bodem aanwezig waren. In alle monsters zijn bovendien componenten aangetoond die kunnen oplossen in water, hetgeen aangeeft dat de verontreinigende stoffen (deels) beschikbaar waren voor biologische afbraak.

Conceptueel model

Tijdens een discussie over de bevindingen in een bijeenkomst van het NOBIS Project Integratie Team 4 (Ontwerp en uitvoering), ontstond behoefte aan een conceptueel model van de operationele fase van de ISB. In figuur 2 is het conceptuele model opgenomen dat daarbij is ontstaan. Dit model verheldert dat met name sprake is van residueel product in de capillaire zone. Het vingerpatroon van de infiltratie heeft ertoe geleid dat de sterk verontreinigde, capillaire zone slecht is doorspoeld met nutriënten en zuurstof. De ontleding van waterstofperoxide heeft in de daarboven gelegen onverzadigde zone geleid tot hoge zuurstofconcentraties en dientengevolge aërobe afbraak. In de verzadigde zone onder de capillaire zone was wel sprake van doorspoeling en sanering. Het ontwerp was gebaseerd op een volledig waterverzadigd systeem dat in de praktijk nooit is gerealiseerd.



figuur 2: Conceptueel model operationele fase ISB Asten

Conclusies

Achteraf kan worden gesteld dat het ontwerp van ISB-Asten minder goed aansloot op de aanwezige bodemopbouw en de verontreiniging in de capillaire zone. Het systeem heeft niet kunnen functioneren overeenkomstig de ontwerpgedachte. De doorlatendheid van de bodem was overschat en met een grillig infiltratiepatroon was geen rekening gehouden. In 1988 was nog niet de ervaring aanwezig om het ontwerp zodanig flexibel op te zetten dat het kon inspelen op omstandigheden die afweken van de uitgangspunten voor het ontwerp. Het project ligt mede ten grondslag aan de huidige opvattingen dat in-situ-projecten een regelmatige evaluatie of review behoeven. Dit had bijvoorbeeld aan kunnen geven dat de bereikte grondwaterstandsstijging onvoldoende was en dat alleen een aanpassing van het systeem tot het gewenste resultaat zou leiden. Desalniettemin heeft het project beantwoord aan een van de hoofddoelstellingen; ervaring opdoen met in-situ-biorestauratie. Aan de hand van deze ervaringen wordt benadrukt dat:

- een in situ sanering flexibel moet zijn, en voortdurend moet worden gestuurd, geoptimaliseerd en getoetst aan de vooraf opgestelde voortgangscriteria;
- ook ogenschijnlijk homogene bodems sterk heterogeen kunnen reageren. Op de locatie is de heterogeniteit versterkt door ingrepen (boringen) en infiltratie in de onverzadigde zone (vingerpatronen);
- de biologie meestal niet limiterend is, wel ons vermogen om de juiste condities in situ te realiseren. Voor dit laatste is een goed conceptueel model van verontreiniging, bodem, stroming en afbraak nodig.

Tien jaar na de eerste activiteiten op de locatie aan de Emmastraat is de kennis van in-situ-sanering sterk toegenomen en beschikbaar onder een grotere groep van deskundigen. ISB-Asten heeft daaraan bijgedragen. Met een verontreinigingsbeeld zoals op de locatie kunnen we met de huidige kennis bevredigende saneringsresultaten behalen. Anno 1999 zou gekozen worden voor een combinatie van technieken met transport in lucht- en waterfase, natuurlijke én gestimuleerde biologische afbraak. We moeten ons echter voortdurend realiseren dat de kennis van de materie nog steeds groeit, en ervoor waken dat we vandaag niet werken aan de 'Astens' van morgen. Met de hedendaagse technologieën en een regelmatige reflectie hoeven we daarvoor geen vrees te hebben.

Literatuur

1. Slenders, H., R.E. Lapperre, A. Mayer en K.R. Weytingh, 1998
Ontmanteling in situ biorestauratie Asten
CUR/NOBIS 1998
2. Scheuter, A.J., R. van den Berg en D. Wever, 1997
Eindrapportage praktijksanering "In situ biorestauratie" te Asten,
RIVM-rapportnummer 715201008, juli 1997;
3. Oranjewoud, 1996
Nader onderzoek en saneringsplan Mobil tankstation Emmastraat 73 te Asten
Oranjewoud-rapportnummer 3273-76943, april 1996
4. Broek, M. van den 1988
Volkskrant, Wetenschap & Samenleving, zaterdag 30 april 1998
5. Slenders, H., J.C.M. de Wit, T. Kok, E. v.d. Strate, B. Satijn, 1998
Praktijkevaluatie in situ saneringstechnieken, Kennisdocument bij het Handboek Bodemsaneringstechnieken, DHV-IWACO-
TAUW, SDU 1998, ISBN 90 12 086035