

## Aanpak na de calamiteit Chemie-Pack Moerdijk

# Karakterisatie chemische stoffen bodemverontreiniging

**Na de brand bij Chemie-Pack in 2011 startte op 1 september 2015 de bodemsanering van de ondergrond. In een bodemlaag van circa 2 meter in een gebied van 7 hectare is een cocktail aan stoffen aanwezig. De gekozen gefaseerde saneringsaanpak met per fase specifieke saneringsdoelen is het resultaat van een proces van onderzoek en karakterisatie van stoffen.**

Door: Marc van Bommel, Mieke de Boer, Hannie Boudewijns en Roland Somers

### Over de auteurs:

ir. J.B.M. van Bommel, specialist in-situ sanering en oprichter/eigenaar van Orvion BV Stolwijk  
ing. M.J. de Boer, beleidsmedewerker bodem, Provincie Noord-Brabant, 's-Hertogenbosch  
ing. H. Boudewijns, milieukundig adviseur, Boudewijns Bodem Breed, 's Gravenmoer  
ing. R. Somers, project-/milieuadviseur en eigenaar V&S Milieu Adviseurs BV Tilburg

### “VEILIGHEID GEBODEN”

Het bedrijf Chemie-Pack richtte zich op het afvullen en verpakken van chemische producten. Een grote hoeveelheid stoffen heeft zich via bluswater en blusschuim naar de omgeving en in de bodem verspreid. Veiligheidsmaatregelen voor mens en milieu waren geboden.

Bij de acute maatregelen voor het wegpompen van verontreinigd bluswater en oppervlaktewater en het verwijderen van residu op het maaiveld waren strenge veiligheidsmaatregelen van kracht om blootstelling te voorkomen.

Voor het bepalen van de risico's voor de werkzaamheden die in een later stadium zouden plaatsvinden én voor het bepalen van de milieurisico's was een goede stoffenkarakterisatie vereist. Op basis van inzicht in de aanwezige stoffen diende te worden bepaald welke veiligheidsmaatregelen nodig zijn en wat acceptabele terugsaneerwaarden zijn binnen de formele kaders en gebaseerd op risico's voor het gebied (milieu) en haar gebruikers (mens). Met grondwaterbeheersmaatregelen (onttrekken van grondwater om verspreiding tegen te gaan) en een specialistische waterzuivering werd “tijd gekocht” om het onderzoek eerst af te ronden om een duidelijk beeld van de problematiek te krijgen en om een begin te maken met de saneringsoplossing. In dit artikel wordt ingegaan op de wijze waarop het onderzoek is uitgevoerd.

### “NIET GENORMEERDE STOFFEN”

Het doornemen van de lijst met aanwezige producten bij Chemie-Pack (de zogenaamde brandweerlijst, zie ook figuur 1) maakte duidelijk dat veel stoffen aanwezig zijn die niet worden onderzocht met de standaard onderzoekspakketten voor grond en grondwater.

De standaardanalyses (NEN, BTEXN) werden uitgebreid met brede analysepakketten waarbij uiteindelijk ruim 400 stoffen zijn geanalyseerd. Voor slechts een deel van deze stoffen zijn bodemnormen vastgesteld. Uit de onderzoeksresultaten<sup>1</sup> bleek dat in de grond en het grondwater ook een groot aantal niet-genormeerde stoffen aanwezig waren. Om een beeld te krijgen van de risico's van de stoffen zonder bodemnormen, zijn door het RIVM Chemie-Pack specifieke risiconormen opgesteld uitgaande van verschillende risiconiveaus.<sup>2,3</sup> Gedeputeerde Staten heeft, op basis van het huidige en toekomstige gebruik als industrieterein, deze zogenoemde Gebiedsspecifieke Richtwaarden voor Herstel (GRH) vastgesteld.<sup>4</sup> De GRH's voor de verschillende stoffen zijn vergelijkbaar met het niveau klasse Industrie/interventiewaarde en vormen tegelijkertijd het belangrijkste onderdeel van de saneringsdoelstelling voor de aanpak van de bodemsanering.

### “GIDSPARAMETERS”

Het analyseren van monsters met een cocktail aan verontreiniging is kostbaar omdat veel aanwezige stoffen alleen met specialistisch onderzoek geanalyseerd kunnen worden. Om zowel in de onderzoeksfase als op lange termijn kosten te besparen, is onderzocht welke stoffen representatief of richtinggevend zijn

Gebruik en Omgeving mede bepalend voor vaststellen niveau saneringsdoelstelling

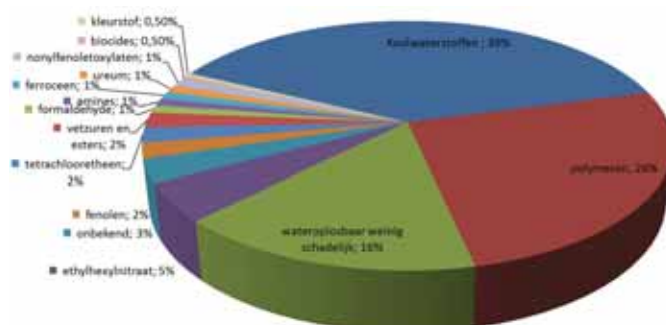
voor de aanwezige verontreiniging én die met snelle(re) en goedkope(re) onderzoeksmethoden zijn te analyseren. Deze zogenaamde gidsparameters voor grond- en grondwater zijn waar mogelijk weer samengevoegd in pakketten. De overige stoffen, die eveneens relevant zijn, worden met een lagere intensiteit (selectie van monsters) en frequentie (selectie van de monitoringsrondes) gemeten, waaronder in ieder geval bij de eindbe-

monstering. Deze werkwijze is voor het project Chemie-Pack formeel vastgelegd in de saneringscontracten en afgestemd met het bevoegd gezag.

## Besparen op proces met zekerheid bij eindcontrole

### “DE BRANDWEERLIJST ONTLEED”

Als vervolg op het onderzoek naar gidsparameters is een uitgebreide bureaustudie uitgevoerd naar de brandweerlijst (zie hier voor de Notitie Stoffen<sup>5</sup>). Daarbij is op basis van de lijst met aanwezige producten bij Chemie-Pack vastgesteld welke milieuhygiënisch relevante stoffen aanwezig zijn in deze producten. Vervolgens is bepaald of deze stoffen bij het uitgevoerde onderzoek zijn geanalyseerd. Op de brandweerlijst stonden 233 handelsproducten vermeld, met 117 ingrediënten (stoffen of stofgroepen). Van 13 producten kon niet met zekerheid worden vastgesteld welke ingrediënten in het product zaten, omdat hiervoor geen veiligheidsinformatiebladen beschikbaar waren. Wel is duidelijk dat de ingrediënten in deze producten qua eigenschappen overeenkomen met de geïdentificeerde stoffen. De meeste opgeslagen producten (circa 3000 ton) waren brandstof additieven voor benzine, diesel, biodiesel en jettfuel. In totaal is het grondwater op circa 400 individuele stoffen onderzocht. Hiervan zijn 181 stoffen daadwerkelijk aangetoond, waarbij 176 zijn te relateren aan de brand. Uit de studie bleek dat vier stoffen die als risicovol zijn beoordeeld, nog niet in het laboratorium waren onderzocht. Deze stoffen zijn bij de latere bodemonderzoeken als nog meegenomen in het analytisch onderzoek en deels ook aangetroffen. Deze aangetroffen stoffen worden meegenomen in de saneringsaanpak.



FIGUUR 1: OPGESLAGEN STOFFEN BIJ CHEMIE-PACK CONFORM DE BRANDWEERLIJST.

### “ISOMEREN”

Een bijkomende uitdaging is dat van verschillende geanalyseerde stoffen er meerdere isomeren bestaan. De groep van nonylfenolen bestaat bijvoorbeeld uit honderden isomeren, waarvan slechts een deel door de laboratoria te analyseren zijn. Er zijn naast de geïdentificeerde stoffen dus ook nog ‘broertjes en zusjes’ aanwezig. Bekend is dat veel van de ‘broertjes en zusjes’ chemisch en veelal ook toxicologisch vergelijkbaar zijn met de stoffen die zijn geanalyseerd. Dit betekent dat het saneringsproces en de -resultaten voor de ‘broertjes en zusjes’ vergelijkbaar zullen zijn met de geïdentificeerde, wél analytisch aantoonbare, stoffen.

### “VASTE STOF EN POLYMERISATIE”

Daarnaast zijn veel van de bij Chemie-Pack opgeslagen ingrediënten chemisch zeer reactief. Naast chemische omzetting door hydrolyse gaat een aantal stoffen chemische reacties met elkaar

aan, waardoor er nieuwe chemische stoffen ontstaan. Zo vinden ook polymerisatiereacties van alkylfenolen<sup>6</sup> plaats. Het proces van polymerisatie in de bodem wordt versterkt door de aanwezigheid van zuurstof of kationen, zoals ijzer. De polymerisatie werd opgemerkt bij het proces van onttrekken en zuiveren van grondwater dat plaatsvond in verband met de beheersing van de grondwaterverontreiniging. Hier was al snel sprake van vaste stof vorming en polymerisatie. Filters, leidingen en pompen raakten verstopt met sliertjes en met een rubberachtige substantie. Bij het aanbesteden van de sanering is daarom ook nadrukkelijk als eis gesteld dat de aan te bieden technieken met deze fenomenen om moeten kunnen gaan en dat saneringssystemen gereinigd moeten kunnen worden.

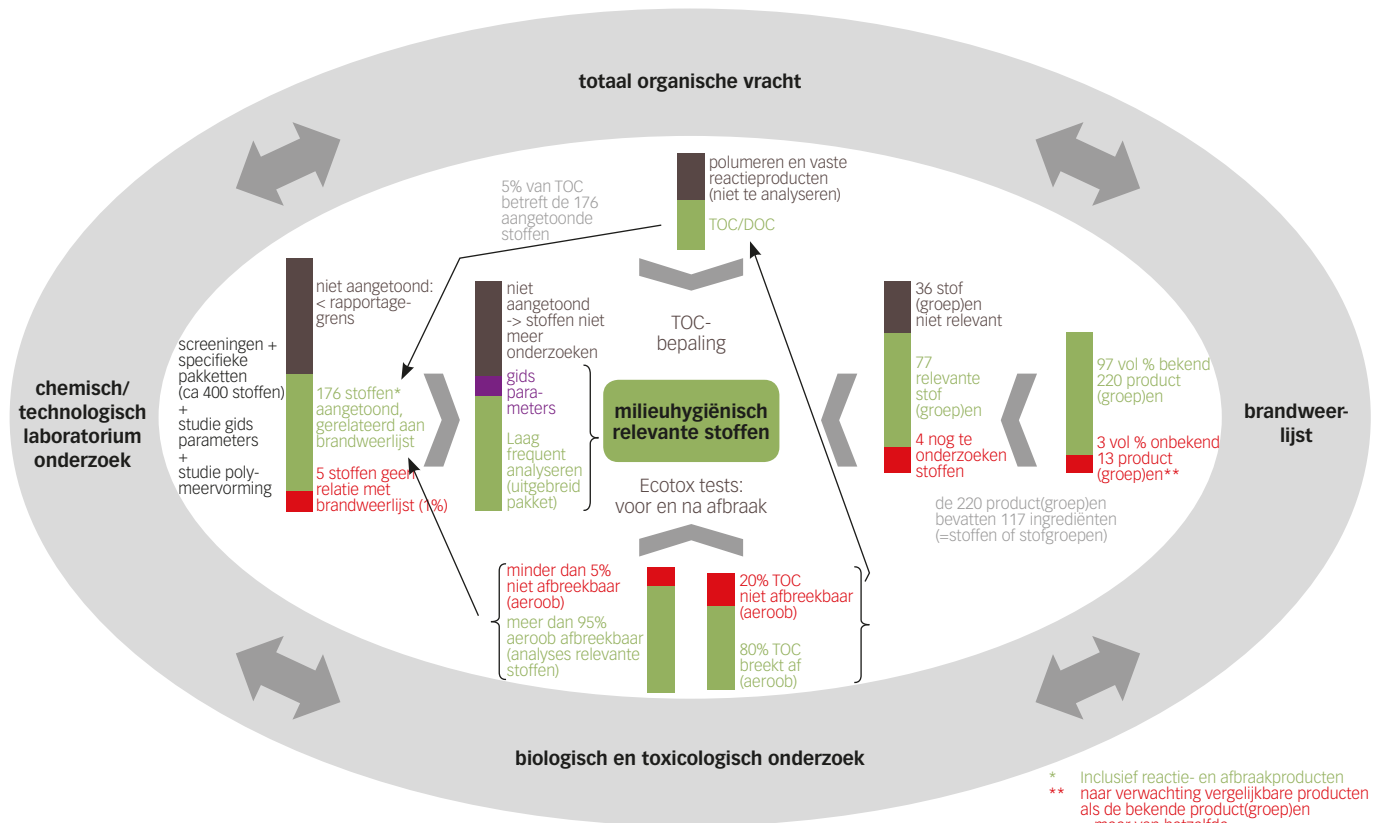
### “TOTAAL ORGANISCHE VRACHT IN HET GRONDWATER”

Uit de vergelijking van de gemeten TOC-gehalten (Total Organic Carbon) met de som van gehalten van aangetroffen verontreinigingen, blijkt dat slechts 5% van de aanwezige totale verontreiniging in het grondwater (gemeten als TOC) is geïdentificeerd (stof en gehalte bekend). Voor de belangrijkste van de geïdentificeerde stoffen zijn GRH's vastgesteld. De overige 95% van de TOC is onbekend. Er is dus een grotere vracht aan verontreiniging aanwezig dan gemeten of vastgesteld wordt met analyses. De onbekende stoffen, bestaande uit afbraakproducten, reactieproducten, isomeren en polymeren dragen bij aan het TOC, maar het is niet precies bekend welke stoffen het betreft. Om te voorkomen dat bij de sanering slechts een aantal specifieke stoffen worden verwijderd, terwijl een groot deel van de onbekende verontreiniging achterblijft, is voor de eerste fase van de sanering van de ondergrond een TOC-doelstelling vastgesteld. Het TOC gehalte van het grondwater dient te worden teruggebracht tot < 25 mg C/l. Dit niveau is ondermeer vastgesteld op basis van onderzoek naar de natuurlijke achtergrondwaarde van TOC in het gebied. Deze ligt maximaal op circa 20 mg C/l. In de sterk verontreinigde delen van de locatie komen TOC gehalten van boven de 100 mg C/l voor. De TOC doelstelling zorgt er dus voor dat een aanzienlijk deel van de totale verontreinigingsvracht op korte termijn na de start wordt verwijderd. In deze fase van de sanering blijft ook de geohydrologische beheersing actief zodat zeker is dat geen verspreiding zal optreden.

### “BIOLOGISCH EN TOXICOLOGISCH ONDERZOEK”

Uit afbraaktesten is gebleken dat een groot deel van de aanwezige verontreiniging biologisch afbreekbaar is, namelijk circa 95% van de geïdentificeerde stoffen en circa 80% van het aanwezige TOC. Naast dit afbreekbaarheidsonderzoek is onderzoek uitgevoerd naar de toepasbaarheid van ecotoxtesten als middel voor het vaststellen van het ecologische risico van de grondwaterverontreinigingen.<sup>7</sup> De belangrijkste ecologische effecten van de verontreiniging kunnen optreden als het verontreinigde grondwater het oppervlaktewater bereikt (met name de sloot aan de Vlasweg). We hebben vastgesteld dat het ecologische effect kan worden bepaald met eenvoudige ecotoxtesten (de microtox- en de algentest). We hebben gezien dat sterker verontreinigde grondwatermonsters een groter effect gaven op deze testen dan de weinig of niet verontreinigde grondwatermonsters. Ook is vastgesteld dat de ecotoxiciteit afneemt als gevolg van aerobe afbraak van de verontreiniging. Deze testen hebben we in de saneringsaanpak opgenomen als optioneel vangnet/saneringsdoel om de sanering af te kunnen ronden als blijkt dat de restverontreiniging niet of weinig toxisch is. Op deze manier hebben we meer zekerheid dat ook eventuele restverontreinigingen van mogelijk onbekende stoffen of stofgroepen na sanering geen significant ecotoxicologisch effect heeft, zodat de restverontreiniging, die we eventueel niet met onze andere methodes (TOC- en GRH doelen) meenemen, na de sanering zou kunnen achterblijven. In figuur 2 worden de resultaten van de verschillende soorten onderzoeken schematisch weergegeven

Karakterisatie (chemische) stoffen bodemverontreiniging Chemie-Pack



FIGUUR 2: KARAKTERISATIE (CHEMISCHE) STOFFEN BODEMVERONTREINIGING CHEMIE-PACK.

“SANERINGSDOELSTELLING”

Het saneringskader met een aparte doelstelling voor de boven- en ondergrond is verder uitgewerkt (zie Notitie Saneringsprogramma<sup>8</sup>). De doelstelling voor de bovengrond bestond uit het geschikt maken van de bovengrond voor gebruik als Industrie met als terugsaneerwaarde de GRH. Daarnaast is grond met afwijkende kleur en geur ontgraven en afgevoerd ondanks dat er voor de bodemvreemde stoffen geen GRH is. Daarvoor is de gehele leeflaag onder begeleiding gecontroleerd omdat geen sprake is van duidelijke bronlocatie(s). De bovengrondsanering is inmiddels uitgevoerd en afgerond. Voor de ondergrond is de overkoepelende doelstelling het bereiken van een stabiele milieuhygiënisch acceptabele eindsituatie. Deze stabiele eindsituatie is nader ingevuld met drie saneringsdoelen, die ge-

bekende stoffen op controleerbare wijze kan worden gesaneerd. De lessen die hierbij zijn geleerd kunnen ook voor andere locaties van belang zijn. Hieronder volgende de drie belangrijkste:

- Met kwantitatieve analyses via standaardanalysepakketten wordt een beperkt aantal van de organische stoffen aangetoond, waarbij transformatieproducten en isomeren ('broertjes en zusjes') van de betreffende stoffen niet worden meegenomen;
- Dit kan leiden tot een onderschatting van de verontreinigingssituatie en de vrucht;
- Wij pleiten voor creatieve alternatieve invulling van saneringsdoelstellingen. Afhankelijk van de situatie kan het zinvol zijn om naast de bestaande generieke terugsaneerwaarden een aanvullende saneringseis op te nemen, zoals bijvoorbeeld een TOC- of ecotox-doelstelling.

NOTEN

1. Alle onderzoeksresultaten en onderstaande publicaties zijn te vinden op [www.saneringchemiepack.nl](http://www.saneringchemiepack.nl) onder publicaties
2. Wintersen, A.M., 2012, Opties voor 'doelstellingen voor herstel' voor grond bij Chemie-Pack te Moerdijk, RIVM-briefrapport 607093001/2012
3. Wintersen A.M., 2012, Verkenning mogelijkheden voor afleiden 'doelstellingen voor herstel' niet-genormeerde stoffen in grondwater nabij Chemie-Pack, Moerdijk, RIVM briefrapport 607096001/2012
4. Boer, M. de, 2012, Notitie Gebiedsspecifieke Richtwaarden voor Herstel, september 2012. Vastgesteld door Gedeputeerde Staten van de provincie Noord-Brabant in september 2012.
5. Bommel, M. van, 2013, Notitie Stoffen bodemsanering Chemie-Pack.
6. Omegam Laboratoria, 2012, 'vaste stof' onderzoek Chemie-Pack, november 2012.
7. Lieten, S., 2013, Afbraakpotentieel Chemie-Pack - samenvatting incl. ecotox-testen notitie mei 2013
8. Somers, R., 2013, Notitie Saneringsprogramma bodemsanering Chemie-Pack. Vastgesteld door Gedeputeerde Staten van de provincie Noord-Brabant op 1 april 2014.

Eerst de (on)bekende vrucht verwijderen met TOC doelstelling, daarna polishing op stofniveau

faseerd zijn in de tijd. Eerst moet in korte tijd de TOC-doelstelling behaald worden. In feite is dit een vrachtdoelstelling waarmee de bulk aan verontreiniging snel wordt verwijderd. Vervolgens wordt na de tweede saneringsfase getoetst aan een GRH-doelstelling (geïdentificeerde stoffen met GRH). Tenslotte kan, indien sprake is van restverontreiniging, met behulp van Ecotoxtesten worden vastgesteld of deze ook daadwerkelijk risico's voor het aquatische milieu tot gevolg hebben (vangnet). Op deze wijze zijn locatiespecifieke saneringsdoelen opgesteld waarmee de cocktail van een groot aantal on-