



Handreiking aanpak bodemverontreiniging bij drugsafval

**Milieutechnische aanpak onderzoek en sanering
bodemverontreiniging door drugsafval**

Documentnummer C23020-002R-08D

Status Definitief

Datum 14 februari 2025

Colofon

Auteur

Bert Baan (TTE Consultants)
Arne Alphenaar (TTE Consultants)
Hans de Waal (DAGnI)

Datum

14 februari 2025

Vrijgave

Arthur van de Velde

Projectnummer

C23020

Opdrachtgever

Provincie Gelderland

Project

Handreiking aanpak bodemverontreiniging bij drugsafval

Voorwoord

Het dumpen en lozen van drugsafval brengt de veiligheid en gezondheid van mens en milieu ernstig in gevaar. Direct vanwege chemisch afval dat op de bodem of in een sloot is gedumpt, indirect vanwege het bedreigen van kostbare drinkwatervoorraden en kwetsbare natuurgebieden.

Criminelen houden zich niet aan regels of richtlijnen en kennen geen (milieu)zorgplicht. De brutaliteit van de daders wekt het sentiment op om de troep volledig op te ruimen en de daders ter verantwoording te roepen. Die daders laten echter maar zelden een naamkaartje achter, waardoor de vragen resten: "wie gaat dat betalen", "wie neemt het initiatief" en "wie is hiervoor verantwoordelijk"?

De "Handreiking aanpak bodemverontreiniging bij Drugsafval" is in opdracht van de provincie Gelderland opgesteld en vastgesteld na een landelijke consultatie. De provincie signaleerde een behoefte om, vanuit de lessen uit recente projecten en situaties, binnen de geldende regels houvast te bieden aan een efficiënte en verantwoorde aanpak. Daarbij is vooral aandacht besteed aan de technische uitwerking van het onderzoek en de vraag of het volledig opruimen van de verontreiniging wel het beste is voor de omgeving. De handreiking richt zich met praktische tips en aandachtspunten op een brede doelgroep.

Dit document is een *handreiking* voor het omgaan met drugdumpingen en geen *vastgesteld beleid*. De toepassing van de zorgplicht bij bodemverontreiniging is in beweging. Decentrale overheden kunnen de specifieke zorgplicht uitwerken in hun omgevingsplannen en -verordeningen. Daarnaast blijven enerzijds de productie van drugs en anderzijds de technische mogelijkheden voor onderzoek en sanering in ontwikkeling. Het is daarom raadzaam om de benadering van een situatie af te stemmen met het bevoegd gezag en eventuele nieuwe ontwikkelingen daarbij mee te nemen.

Inhoudsopgave

1	Inleiding	6
1.1	Aanleiding	6
1.2	Probleemanalyse	6
1.3	Doel	8
1.4	Opzet	8
1.5	Leeswijzer	9
2	Beleidsmatig kader	10
2.1	Plaats Delict	10
2.2	Omgevingswet	10
2.3	Normen en risico's	12
2.4	Wet bodembescherming	13
2.5	Samenvatting beleidsmatig kader	13
3	Identificatie drugsafval	15
3.1	Soorten drugsafval	15
3.2	Analyses	18
3.3	Ontwikkelingen	19
3.4	Samenvatting en aanbevelingen identificatie	20
4	Bodemonderzoek	22
4.1	Systeemanalyse	22
4.2	Stofeigenschappen	25
4.3	Onderzoekstechnieken	26
4.4	Onderzoeksplan	30
5	Stappenplan	32
5.1	Stappenplan onderzoek	33
5.2	Onderzoek in de praktijk	34
5.3	Saneren in de praktijk	36
5.4	Evaluatie	42
6	Leerpunten en aanbevelingen	43
6.1	Leerpunten	43
6.2	Aanbevelingen	43
6.3	Adviezen van de geïnterviewden.	45

- Bijlage 1: Opzet en uitvoering onderzoek
- Bijlage 2: Interviews samenstelling afval
- Bijlage 3: Casussen onderzoek en sanering
- Bijlage 4: Analyselijsten
- Bijlage 5: Informatie PID
- Bijlage 6: Toelichting overgangsrecht

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

De aanleiding tot het opstellen van deze handreiking is de toenemende problematiek van grond- en grondwaterverontreiniging als gevolg van het dumpen en lozen van drugsafval. Afgelopen jaren is veel aandacht besteed aan de vraag wie in welke situaties (technisch en financieel) verantwoordelijk is voor het ongedaan maken van de schadelijke effecten voor het milieu. De effectieve aanpak van dit soort verontreinigingen vereist specifieke kennis van de vaak nog niet genormeerde stoffen, de verspreidingsroutes in het milieu en de vigerende wet- en regelgeving. De problematiek rondom drugsafval is relatief nieuw en ook de procedureel juridische kaders zijn, met de inwerkingtreding van de Omgevingswet per 1 januari 2024, gewijzigd. Gebrek aan ervaring kan leiden tot een minder effectieve en onnodig kostbare aanpak. De voorliggende handreiking helpt partijen om bodemverontreinigingen als gevolg van drugsafval efficiënt te onderzoeken en waar nodig kosteneffectief te saneren.

1.2 Probleemanalyse

Dumplocaties

In Nederland worden in illegale laboratoria grote hoeveelheden synthetische drugs gemaakt. De totale omzet van de drugsindustrie in Nederland wordt geschat op 20 miljard euro (de Volkskrant 2018) tot 40 miljard euro (Economisch Weekblad 2020). Bij de productie en het schoonwassen van synthetische drugs ontstaat afval. Dit veelal vloeibare afval wordt regelmatig gedumpt in de natuur, op straat of op het riool. Jaarlijks worden door de politie in Nederland ongeveer 200 dumplocaties ontdekt. Dit aantal neemt gestaag toe. De meeste dumpplekken komen voor in het zuiden en oosten van het land. Behalve eenmalige dumpplekken zijn er locaties waar langdurig drugsafval¹ in de bodem of het oppervlaktewater wordt geloosd. Drugsafval is gevaarlijk zijn voor mens en milieu, bedreigt het ecosysteem en is schadelijk voor de kwaliteit van drinkwater. Het onderzoek naar de verontreiniging en het saneren van de bodem is vaak een kostbare en tijdrovende aanlegenheid.



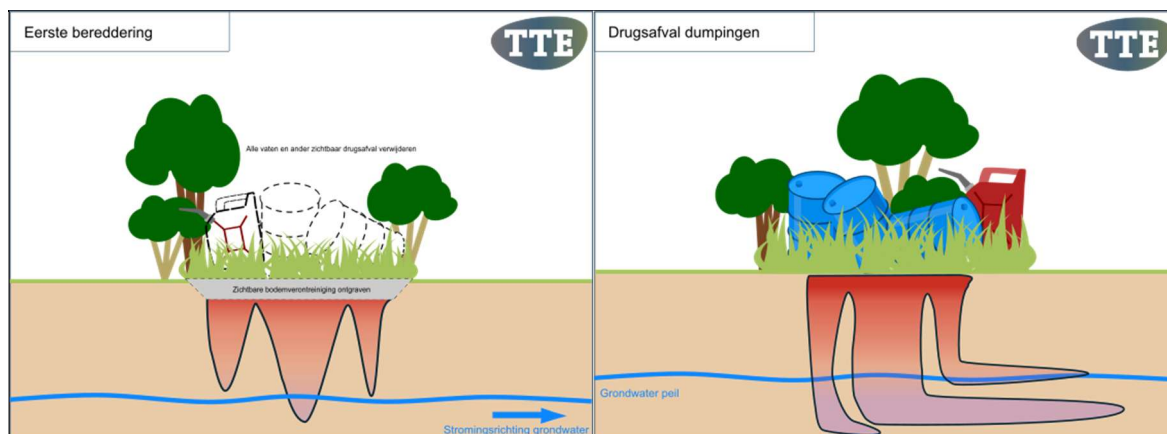
Figuur 1.1: Locaties drugsafval 2023 t.o.v. waterwingebieden (bron: website rivmmagazines)

¹ Er wordt ook wel gesproken over 'aan drugsproductie gerelateerde stoffen'. In de Wet Milieubeheer worden afvalstoffen omschreven als "alle stoffen, mengsels of voorwerpen, waarvan de houder zich ontdoet, voornemens is zich te ontdoen of moet ontdoen". In voorliggende handreiking wordt aangesloten bij de terminologie van de Wet Milieubeheer en wordt gesproken over "drugsafval".

Plaats delict en eerste bereddering

Drugslaboratoria en plaatsen waar drugs zijn gedumpt of geloosd zijn voor politie en justitie een 'plaats delict'. Om kennis te delen over het veilig en zorgvuldig benaderen van een plaats delict, bewijsmiddelen veilig te stellen en de locatie op te ruimen, heeft de landelijke vakgroep drugsafval (een samenwerking tussen politie, brandweer, unie van waterschappen, omgevingsdiensten en andere overlegorganen) in 2022 het *landelijk protocol drugsafval (versie 1.0)* opgesteld. Dat protocol is primair gericht op het politie en justitie gerelateerde aspect en het uitvoeren van de eerste bereddering (het verwijderen van de zichtbare verontreiniging).

Na zo'n eerste opruimactie is vaak niet alle bodemverontreiniging verwijderd. Bij een incidentele lozing/dumping kan een eerste bereddering afdoende zijn, maar vaak wordt alleen het zichtbare deel verwijderd en blijft een bodemverontreiniging achter. Snelheid van handelen is essentieel; vertraging kan leiden tot verdere verspreiding en toename van de omvang van de verontreiniging en dus een verdere toename van de risico's voor mens en milieu.



Figuur 1.2: Situatie drugsafval met(links) en zonder (rechts) een eerste bereddering

Financiering niet geregeld

Door deze tijdsdruk is er weinig tijd om de financiële verantwoordelijkheden zorgvuldig te borgen. Daarbij komt dat direct na de ontdekking vaak volstrekt onduidelijk is hoe groot de totale milieuschade is. Anderzijds ontlokken dergelijke brute milieu-incidenten vaak vergaande beloftes bij overheden. Niet zelden wordt vanuit het zorgplichtbeginsel beloofd om alles op te ruimen en daarbij de kosten volledig op de daders te verhalen. Deze kosten kunnen alleen worden verhaald bij lasten onder bestuursdwang, als schadevergoedingsmaatregel bij voeging in het strafproces of via het privaatrecht wanneer de overtreder is veroordeeld voor een milieudelict. Dit zijn vaak langdurige processen en helaas blijkt dat de schade zelden verhaald kunnen worden op de daders. Als gevolg van onduidelijkheid over de financiering loopt het proces vertraging op en blijven verontreinigingen aanwezig die verder verspreiden, wat weer leidt tot toename van uiteindelijke kosten. Dit tot frustratie bij betrokkenen en bestuurders die terug moeten komen op eerder gedane beloften.

Subsidieregeling

Er is een landelijke subsidieregeling drugsafval. Voor de provincie Gelderland is dit opgenomen in de regeling "Regels subsidieverlening Gelderland 2023" onder paragraaf 8.7. De subsidie is aan te vragen via het bureau BIJ12. Deze subsidie beoordeelt achteraf of en hoeveel subsidie beschikbaar is, met een

plafondbedrag van € 200.000,-. Verder gelden nog andere regels, waarvoor naar de regeling wordt verwezen. De regeling is vastgesteld tot eind 2025. Ondanks deze regeling moet de initiatiefnemer de volledige kosten voorschieten en achteraf maar zien of de kosten vergoed worden.

Onbekendheid met materie

De samenstelling van drugsafval varieert en bestaat vaak uit een mix aan vaak niet genormeerde chemicaliën die vragen om een aanpak waarin de gebruikelijke werkwijze voor bodemonderzoek niet altijd voorziet.

Aantal incidenten

In Gelderland werden in 2023 tientallen dumpplekken ontdekt. De procesmatige en bestuurlijke knelpunten in combinatie met de discussies rondom zorgplicht en financiering vormden voor de provincie aanleiding om een handreiking op te laten stellen.

1.3 Doel

De voorliggende handreiking geeft het bevoegd gezag en terreineigenaren inzicht in de keuzemogelijkheden en een afwegingskader ten aanzien van het bodemonderzoek en sanering, waarmee een gedegen keuze gemaakt kan worden voor een effectieve aanpak van de bodemverontreiniging. Bij bodemverontreiniging wordt in deze handreiking de bodem in brede zin bedoeld, waarbij we ons zowel op grondverontreiniging, grondwaterverontreiniging als ook op bodemluchtverontreiniging richten. Het doel van deze handreiking is het bieden van handvatten voor bestuurders, terreineigenaren en adviesbureaus om te komen tot een milieutechnisch en financieel verantwoorde onderzoeksmethodiek van bodemverontreinigingen door drugsafval.

1.4 Opzet

In eerste instantie is de wetgeving bestudeerd om richting te geven aan verantwoordelijkheden en einddoelen. Aangezien per 1 januari 2024 de Omgevingswet van kracht is geworden, is vooral gefocust op de Omgevingswet. De inmiddels vervallen Wet bodembescherming komt zijdelings aan bod. Voor een effectieve aanpak is het belangrijk om de samenstelling van drugsafval te weten, om gericht onderzoek, een duidelijke chemische analyse en juiste risicobenadering mogelijk te maken. Hiervoor is een internet-/dossierstudie uitgevoerd en zijn interviews gehouden. Vervolgens zijn verschillende voorbeeldprojecten bestudeerd op aanpak en efficiëntie van het bodemonderzoek en -sanering. Op basis daarvan is een optimale onderzoeksmethode opgesteld, afhankelijk van de te verwachten samenstelling van het drugsafval en het ontstaan (eenmalige dump of langdurige lozing). In die onderzoeksmethodiek wordt ook aandacht besteed aan het in kaart brengen van het bodemsysteem. Voor de systeemanalyse en de uitvoering van (bodem)onderzoek wordt uiteraard gebruik gemaakt van de relevante informatie en de geldende protocollen.

Scope en adviezen

In de gesprekken en interviews die zijn gevoerd om te komen tot deze handreiking werden ook diverse vraagstukken rond een efficiëntere samenwerking tussen politie en justitie enerzijds en adviesbureaus, laboratoria en terreineigenaren anderzijds benoemd. Hoewel deze punten niet direct van invloed zijn op de praktische werkwijze kunnen ze wel bijdragen aan een effectievere procedurele aanpak. Om deze

reden hebben we ervoor gekozen om deze in een laatste hoofdstuk “leerpunten en aanbevelingen” op te nemen.

Marktconsultatie

Nadat het onderzoek gereed was, is de handreiking gepresenteerd aan een breder publiek bij Bodem Breed Forum. De reacties uit de zaal en naderhand via ingezonden reacties zijn, voor zover nuttig en noodzakelijk, verwerkt in de definitieve versie van het rapport. De provincie Gelderland heeft daarbij ingestemd met een landelijke verspreiding van deze handreiking.

1.5 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 is het beleidsmatig kader beschreven. In hoofdstuk 3 staan de resultaten van de identificatie van de verontreiniging beschreven. Hoofdstuk 4 beschrijft de aanpak van het bodemonderzoek en de systeemanalyse. In hoofdstuk 5 zijn stappenplannen voor onderzoek en sanering opgenomen. Hoofdstuk 6 gaat in op de aanbevelingen met betrekking tot de samenhang tussen de justitiële en milieutechnische benadering van de problematiek.

2 Beleidsmatig kader

De regels voor (de aanpak van) bodemonderzoek en -sanering van een drugsdumplocatie zijn afhankelijk van verschillende facetten. Zo kan het moment van dumping bepalend zijn of de regels van de Omgevingswet dan wel de Wet bodembescherming gevolgd moeten worden. Daarnaast is het van invloed of de dader bekend is, en of men te maken heeft met een eenmalige lozing (vatendump) of een langdurige lozing (bijvoorbeeld vanuit een drugsproductielocatie). In dit hoofdstuk wordt kernachtig de criteria aangegeven voor het bepalen van het wetgevend kader dat van toepassing is. Omdat per 1 januari 2024 de Omgevingswet van kracht is, is vooral gefocust op de uitvoering (van zorgplichten) vanuit de Omgevingswet.

2.1 Plaats Delict

Een locatie waar drugsafval wordt gevonden is een Plaats Delict, waar het team voor forensisch onderzoek belangrijke informatie kan verzamelen voor het oprollen van criminele drugsnetwerken. Direct na de vondst of de ontdekking van een dumping of lozing wordt de locatie afgezet, waarna de Landelijke Faciliteit Ondersteuning Ontmantelen (LFO) haar werk kan doen. Op dat moment is de locatie niet toegankelijk voor het opruimen van de locatie, er moet eerst sporenonderzoek plaatsvinden door Forensisch Onderzoek (FO). Naast het Team FO werkt het Team Milieu van de politie om de milieuschade op te nemen, de eigenaar te adviseren bij het doen van aangifte en contact te leggen met de Omgevingsdienst voor begeleiding van de opruimactie (eerste bereddering). Het Team milieu legt ook de bevindingen vast van de inzet.

De eerste bereddering, oftewel het opruimen van de locatie, kan pas beginnen nadat een veiligheidsdeskundige (brandweer) heeft bevestigd dat de locatie veilig is en nadat de eventuele sporen zijn veiliggesteld. De verantwoordelijkheid voor de eerste opschoonactie ligt meestal bij de gemeente waarin de dumping heeft plaatsgevonden. Deze eerste bereddering heeft tot doel de milieuschade te beperken, niet om een volledige bodemsanering uit te voeren.

2.2 Omgevingswet

Het illegaal dumpen of lozen van drugsafval valt onder de algemene zorgplicht (Omgevingswet art. 1.6, 1.7) specifieke zorgplicht (OW art. 1.7a, lid 1), waarbij de specifieke zorgplicht nader is uitgewerkt in art. 2.11 van het Besluit Activiteiten Leefomgeving (BAL). Vanuit het BAL kan onderscheid worden gemaakt tussen eenmalige dumping en langdurige lozing, waarbij de volgende situaties mogelijk zijn:

- Eenmalige dumping van drugsafval
 - Op de bodem
 - In oppervlaktewater
- Langdurige lozing (vanuit een drugslaboratorium) op of in:
 - Bodem
 - Riolering
 - Oppervlaktewater

Dumping / ongewoon voorval

Een eenmalige dumping (stort) wordt aangemerkt als een “ongewoon voorval” volgens afdeling 2.7 BAL. De uitvoerder van de activiteit waardoor het ongewoon voorval ontstaat, is daar als eerste verantwoordelijk voor. Ingeval van de dumping van drugsafval zal de dader zich niet snel zelf melden. De Omgevingswet geeft de overheid verregaande bevoegdheden om bij een ongewoon voorval in te grijpen. In afdeling 19.1 van de Omgevingswet staan de bevoegdheden van het bevoegd gezag om in te grijpen, preventieve of herstellende maatregelen te treffen (art. 19.5) en de kosten te verhalen op de veroorzaker (art. 19.6).

Het bevoegd gezag verplicht de veroorzaker tot het treffen van maatregelen om de nadelige gevolgen te voorkomen en te herstellen, voor zoverre die redelijkerwijs van hem kunnen worden verlangd (art. 19.4). Het bevoegd gezag is bij bodemverontreiniging vrijwel altijd de gemeente waarin de verontreiniging zich voordoet. In het geval de verontreiniging in oppervlaktewater is ontstaan, is meestal het waterschap bevoegd, of Rijkswaterstaat (ingeval van Rijkswateren). De bevoegdheid om op te treden ligt in alle gevallen bij het bevoegd gezag, en als de bevoegdheid onduidelijk is, bij het college van B&W van de betreffende gemeente.

Lozing / milieubelastende activiteit

De langdurige lozingen van drugsafval wordt aangewezen als milieubelastende activiteit volgens artikel 3.1 (lozen op oppervlaktewater of zuivering (riool) of 3.40b, lid 1 BAL (lozen op/in de bodem). Deze activiteiten vallen onder de specifieke zorgplicht op grond van artikel 2.11 BAL. In dit artikel onder 2^e lid punt e doorverwezen naar artikel 19.1 van de Omgevingswet, waar het gaat om het treffen van maatregelen bij ongewone voorvallen². De verdere afhandeling van de ontstane verontreiniging kan daarbij op identieke wijze geschieden als vermeld onder de eenmalige dumpingen.

Aanpak

Deze aanpak geldt daarmee voor vrijwel alle dumpingen en lozingen van drugsafval, met uitzondering van zogeheten zorgplichtgevallen die vóór inwerkingtreding van de Omgevingswet zijn veroorzaakt (zie paragraaf 2.4). Bij een ongewoon voorval kan het college van B&W van de betreffende gemeente een gedoogplicht aan de terreineigenaar opleggen voor onderzoek naar de verontreiniging en het treffen van sanerende maatregelen (art. 10.21a, OW). Indien het oppervlaktewater bedreigd wordt, of verontreinigd is, is ook het waterschap bevoegd tot het treffen van maatregelen.

Als blijkt dat een sanering nodig is, dan is de gemeente bevoegd voor de bodemverontreiniging en de provincie voor het grondwater. De provincie kan in de Omgevingsverordening instructieregels hebben opgenomen die de gemeente moet opnemen in het Omgevingsplan. De provincie stelt uiteindelijk eisen aan de grondwaterkwaliteit en kan daarmee ook eisen stellen aan bijvoorbeeld het saneren van de bronzone van de verontreiniging. Ook de gemeente kan eisen stellen aan de grondwaterkwaliteit, bijvoorbeeld wanneer een bepaalde kwaliteit is gewenst voor de functie van of activiteit op de bodem.

² Hoewel in de begrippenlijst (bijlage A OW) de suggestie kan ontstaan dat een ongewoon voorval moet worden gezien als een calamiteit, is volgens artikel 2.11 van het BAL ook het ontstaan van een milieuverontreiniging als gevolg van een overtreding van de specifieke zorgplicht aan te merken als een ongewoon voorval.

2.3 Normen en risico's

Een groot deel van de te verwachten stoffen bij drugsafval zijn niet genormeerd voor bodemverontreiniging. Dat houdt in dat er geen landelijke interventiewaarden of signaalwaarden zijn vastgesteld. De landelijke normen zijn te vinden in:

- Omgevingswet:
 - Interventiewaarden bodem zijn opgenomen in Bijlage IIa van het Besluit Activiteiten Leefomgeving (Bijl. IIa, BAL).
 - Voor het grondwater geldt de term “signaleringsparameter beoordeling grondwatersanering”, waarvan de landelijke lijst is opgenomen in het Besluit Kwaliteit Leefomgeving, bijlage Vd (Bijl. Vd, BKL).
 - Achtergrondwaarden zijn niet genoemd, of ze worden getoetst aan de drinkwaterkwaliteit, afhankelijk van de normen die de provincie heeft opgenomen in haar Omgevingsverordening.
- Wet bodembescherming:
 - streef- en interventiewaarden zijn opgenomen in de Circulaire bodemsanering, bijlage 1 en verder;

Veel van de stoffen die vrijkomen bij drugsdumpingen zijn niet-genormeerd. Het vaststellen van een toetsingscriterium vindt in die gevallen in principe plaats op basis van de bepalingsgrens. Voor een uitgebreidere analyse van de werkelijke risico's moet door het RIVM een Indicatief Niveau voor Ernstige Verontreiniging (INEV) worden vastgesteld op basis van een risicoanalyse.

Praktische tip:

Voor het aanmaken van toetsingstabellen op basis van de laboratoriumanalyses wordt algemeen gebruik gemaakt van de BoToVa-toetsingsmodule.

Voor veel stoffen die in drugsafval aanwezig zijn geldt dat de detectiegrens hoger ligt dan de toetsingswaarde. Daarom komt het voor dat, wanneer de onderzochte stoffen gerapporteerd zijn als lager dan de detectiegrens, de toetsingsmodule toch aangeeft: 'Klasse matig verontreinigd'. Deze toetsing moet daardoor handmatig worden gecontroleerd.

Vanuit Wbb, artikel 13 geldt de verplichting om herstelmaatregelen te treffen waarbij de verontreiniging of de aantasting en de directe gevolgen daarvan moeten worden beperkt en zoveel mogelijk ongedaan gemaakt, voor zover redelijkerwijs mogelijk. Als er geen achtergrondwaarde bekend is, zoals bij niet-genormeerde stoffen, wordt hiervoor de bepalingsgrens aangehouden, of kan de achtergrondwaarde worden bepaald door controlemonsters in de omgeving³ te analyseren. Ingeval volledig herstel redelijkerwijs niet mogelijk is, dienen in elk geval wel de risico's weggenomen te worden. Voor het bepalen van de risicogrenswaarden is een risicoanalyse nodig. In bijlage 6 van de Circulaire bodemsanering is beschreven hoe, bij Wbb-gevallen, deze risicoanalyse wordt uitgevoerd en hoe “niet-genormeerde stoffen” worden getoetst.

³ Dit kan worden gedaan bij ammonium in het buitengebied. Als gevolg van bemesting is dit een stof die in het grondwater voorkomt. Om een saneringscriterium vast te stellen is het dan raadzaam om de lokale achtergrondwaarde te kennen.

2.4 Wet bodembescherming

Indien een bodemverontreiniging met drugsafval vóór 1 januari 2024 is ontstaan, kan overgangsrecht van toepassing zijn. In de Aanvullingswet Bodem Omgevingswet staat onder artikel 3.2a dat, bij bestuursrechtelijke handhaving van een overtreding in het kader van zorgplicht artikel 13 Wbb, de artikelen 13, 27, 88 en 95 Wbb van toepassing blijven. Wanneer artikel 13 van de Wet bodembescherming (Wbb) volgens het bevoegd van kracht is, geldt overgangsrecht, en gelden de richtlijnen volgens de Wbb.

2.5 Samenvatting beleidsmatig kader

De aanpak van bodemverontreiniging kan onder de “oude regeling” van de Wbb vallen en onder de Omgevingswet. Beide wetgevingen kennen zorgplichtbeginselen en een verplichting herstelmaatregelen te treffen bij ongewone voorvallen. Daarbij gaat het om herstel “zover als redelijkerwijs mogelijk” met als doel “behoud en herstel van de functionele waarden van de bodem” Deze “curatieve zorgplicht” of “herstelplicht” geldt voor de dader/veroorzaker van het ongewone voorval. Uit jurisprudentie blijkt dat de zorgplichtovertreding lang niet altijd bij de eigenaar is te leggen, omdat die niet op de hoogte was van de handeling (dumping of productielocatie) en ook geen maatregelen had kunnen treffen. In sommige gevallen kan bij een drugsproductielocatie de eigenaar wel aansprakelijk worden gesteld voor de activiteiten op zijn locatie.

Voor een deel van de stoffen zijn toetsingswaarden opgenomen in de bijlagen bij de verschillende wetgevingen. Een belangrijk deel van de bij drugsproductie betrokken stoffen is daarin echter niet gedefinieerd en valt onder de “niet-genormeerde stoffen”. Wanneer er sprake is van herstelplicht ligt het voor de hand om voor deze verbindingen de bepalingsgrens aan te houden als criterium, immers deze stoffen zaten voorafgaand aan de lozing niet in de bodem en horen er na de sanering ook niet meer meetbaar in te zitten. In de praktijk is deze “nul-norm” voor niet-genormeerde stoffen veelal niet haalbaar. De wetgeving geeft bijvoorbeeld in de Wbb (art. 13) dan ook de nuance aan van: “alle maatregelen die redelijkheid kunnen worden gevergd”.

Wanneer de dader niet te achterhalen is, en er geen verantwoordelijke is aan te wijzen voor de milieuverontreiniging, worden de saneringskosten gedragen door de maatschappij. Vanuit dat oogpunt is het redelijk om ook het saneringsregime daarop af te stemmen. Zowel voor de Omgevingswet (OW) als de Wet bodembescherming (Wbb) geldt daarbij het saneringscriterium “wegnemen van de risico’s” in de breedste zin van het woord: humane risico’s, ecologische risico’s en verspreidingsrisico’s, waarbij ook toekomstige risico’s moeten worden inbegrepen. Hoewel vanuit de Omgevingswet niet direct gestuurd wordt op ecologische risico’s, kan dit wel gaan spelen als dumpingen in natuurgebieden hebben plaatsgevonden. In de OW en het Besluit Activiteiten Leefomgeving (BAL) zijn voor bodemonderzoek en bodemsanering geen rijksregels opgenomen ten aanzien van ecologische risico’s. Hierover kunnen decentraal wel regels zijn vastgelegd in provinciale omgevingsverordeningen of gemeentelijke omgevingsplannen. De saneringsgrenzen worden daarbij bepaald op basis van interventiewaarden, signaleringsparameters (grondwater), instructieregels vanuit de Omgevingsverordening van de provincie, maximale omgevingswaarden, risicoanalyses op genormeerde en niet genormeerde stoffen en een ‘systeemanalyse’ van de situatie ter plaatse.

In tabel 2.1 is een eenvoudige weergave opgenomen van de wetgeving en het saneringsdoel en hoe in voorliggende handreiking deze regels zijn toegepast op bodemverontreiniging bij drugsafval/-dumpingen. In bijlage 6 is het overgangsrecht nader toegelicht.

Tabel 2.1: overzicht wet- en regelgeving, toegepast op bodemverontreiniging bij drugsafval

Tijdstip ontstaan	1-1-1987 tot 31-12- 2023		na 1-1-2024	
Dader bekend	ja	nee	ja	nee
Wettelijk kader	Wbb, art. 13	OW*	OW	OW
Onderzoek	Vaststellen omvang verontreiniging t.b.v. saneringskosten en risico-inschatting**			
Sanering	Indien verhaal mogelijk: de verontreiniging zoveel mogelijk ongedaan te maken voor zover redelijkerwijs geveegd kan worden	Saneren indien er sprake is van risico's. Zo ja: wegnemen risico's	Indien verhaal mogelijk: zoveel mogelijk herstel omgevingskwaliteit, voor zover geveegd kan worden	Saneren indien er sprake is van risico's. Zo ja: wegnemen risico's
Saneringsdoel	Kosteneffectief saneren	Directe blootstelling en verspreidingsrisico's wegnemen	Kosteneffectief saneren	Directe blootstelling en verspreidingsrisico's wegnemen

* Voor verontreinigingen die tot 31-12-2023 zijn ontstaan kan de regeling die geldt bij een toevalsvondst als vangnet fungeren (bron: website IPLO, d.d. 06-01-2025).

** vergaand afperken is in alle gevallen raadzaam, om de volledige milieuschade aan het strafdossier te kunnen toevoegen en deze kosten te kunnen verhalen.

3 Identificatie drugsafval

Voor dit deel van het onderzoek is van de volgende websites informatie verzameld:

- www.bijtendebende.nl van het Trimbosinstituut
- Website RIVM, briefrapport 2022-0104, De gevaren van dumpingen en lozingen van drugsproductieafval voor de kwaliteit van drinkwaterbronnen;
- van de UN-convention-2021, notitie "chemicals required for the illicit manufacture of drugs".

Vervolgens zijn interviews gehouden met de politie Regio Oost, een voormalig medewerker van het NFI (apotheker) en twee milieulaboratoria. Een uitgebreide beschrijving van het onderzoek en de samenvattingen van de interviews zijn opgenomen in de bijlagen 1 en 2. In de onderstaande paragrafen zijn de belangrijkste bevindingen weergegeven.

3.1 Soorten drugsafval

Het overgrote deel van het drugsafval komt vrij bij de productie en het schoonwassen van synthetische drugs. Drugsafval van synthetische drugsproductie bestaat meestal uit 4 ingrediënten:

- 1 grondstoffen waarvan de drugs worden gemaakt;
- 2 oplosmiddelen, aceton en methanol;
- 3 sterke zuren en basen als HCl en ammonium om de grondstoffen om te zetten in drugs;
- 4 resten van de geproduceerde drug.

Het afval dat na productie overblijft is in de volgende hoofdgroepen te verdelen:

- BMK (precursor): sterk zuur (HCl), in combinatie met ammonium-bezinksel (NaOH)
- Amfetamine: zwak zure waterige oplossing met ammoniumformiaat, formamide en mierenzuur
- XTC/MDMA: aceton en methanol

Het grootste deel van de drugsproductie is momenteel amfetamine of XTC gerelateerd (ca 80 % in 2024). Met amfetamine komt er veel waterig afval vrij met een lage pH en een drijvende fractie met olieachtige producten en andere verontreinigingen. Het afval van MDMA-productie betreft meestal aceton in combinatie met methanol. Dit aceton/methanol mengsel verspreidt zich snel in het milieu en het is erg brandbaar. Bovendien is aceton sterk alkalisch, waardoor planten worden aangetast.

Ook bij sterke zuren en basen worden planten aangetast. Bovendien is dit soort afval acuut risicovol voor mensen die in aanraking komen met het afval (bijvoorbeeld spelende kinderen). Op de langere termijn, milieutechnisch gezien, zit het gevaar in de olielaag. Daarbij gaat het om de olieachtige producten als naftaleen, maar ook de grondstoffen voor de drugsproductie worden nog in de olielaag aangetroffen. Een groot deel van deze grondstoffen is mogelijk niet te via een regulier lab te analyseren.



Figuur 3.1: Een IBC (1.000 liter) aan Amfetamine afval. Duidelijk zichtbaar is het donkere laagje met de olielaag aan de bovenzijde.

Onderstaand zijn typische kenmerken en chemische samenstellingen opgesomd die te verwachten zijn bij het afval dat vrijkomt bij de productie van Amfetamine en MDMA.

Amfetamine productie

Afval:

- Twee lagen vloeistof, bestaande uit een dunne bruine olieachtige bovenlaag op een zwakzure (pH 4-6) waterige kleurloze onderlaag
 - Bovenlaag: N-formylamfetamine
 - Onderlaag: wateroplossing bevattende formamide, mierenzuur
- Twee lagen vloeistof, bestaande uit een dunne (donker)bruine olieachtige bovenlaag op een sterk alkalische (pH > 12) waterige kleurloze onderlaag
 - Bovenlaag: amfetamine en gerelateerde verontreinigingen
 - Onderlaag: wateroplossing waarin o.a. diverse zouten
- Kleurloze vloeistof, sterk alkalisch (pH > 12)
 - Wateroplossing van natriumhydroxide of ammonium, al dan niet met diverse zouten
- (Donker)bruine viskeuze substantie
 - Voornamelijk hoogkokende syntheseverontreinigingen met een lage concentratie amfetamine
- Kleurloze vloeistof, pH sterk zuur (< 1)
 - Wateroplossing van zoutzuur (of zwavelzuur of fosforzuur), ammoniumzouten

Chemicaliën:

- Kleurloze vloeistof, pH (nagenoeg) neutraal (5-7)
 - Formamide, water en/of methanol
- Kleurloze rokende vloeistof, pH sterk zuur (<1)
 - (Geconcentreerd) zoutzuur
- Kleurloze vloeistof, pH sterk zuur (1-3)
 - Mierenzuur
- Kleurloze vloeistof, pH sterk zuur (<1)
 - (Geconcentreerd) zwavelzuur
- Kleurloze vloeistof, pH sterk basisch
 - Natronloog/natriumhydroxide en ammonium



Figuur 3.2: Verbrande sloot door amfetamine afval

MDMA (XTC) productie

Afval:

- Lichtgele alkalische vloeistof (pH >10)
 - Water met methanol of isopropylalcohol, methylamine en lage concentraties MDMA
- Helder tot bruine vloeistof, sterk zuur (<1)
 - Wateroplossing van zoutzuur met aceton en lage concentraties MDMA en evt. PMK

Chemicaliën:

- Kleurloze vloeistof, pH neutraal
 - Methanol, isopropanol, aceton of evt. ethanol of ether
- Kleurloze vloeistof, pH sterk zuur (<1)
 - (Geconcentreerd) zoutzuur
- Kleurloze vloeistof, pH alkalisch (>10)
 - Methylamine in water of methanol met oplosmiddelen zoals dichloormethaan

Cocaïne

Een relatief klein deel van het drugsafval is afkomstig van cocaïnewaterrijen. De cocaïne wordt in het land van productie (bijvoorbeeld Colombia) verstoep in exportproducten. Dit kan kleding zijn, waarbij cocaïne vloeibaar wordt gemaakt en vervolgens in de kleding verwerkt. In Nederland wordt de cocaïne met behulp van oplosmiddelen als aceton of benzine weer uit de kleding geweekt, waarna het eindproduct wordt verhandeld. Als afval blijft het vervuilde aceton of benzine over.

3.1.1 Aandachtpunten bij de verschillende stoffengroepen

Bij onderzoek naar de verontreinigende stoffen kan onderscheid gemaakt worden drie type stoffen:

- 1 Organische oplosmiddelen zijn vaak vluchtig en lossen goed op in het grondwater en zijn daarmee mobiel. Bij het bepalen van de mate van de verspreiding via het grondwater en via bodemlucht zijn deze oplosmiddelen vaak de maatgevende stoffen.
 - Gechloreerde oplosmiddelen, zoals dichloormethaan zijn zwaarder dan water en kunnen als puur product is geloosd gemakkelijk naar diepere bodemlagen zakken tot op klei- of veenlagen.
 - De vluchtige organische oplosmiddelen kunnen bedwelmend zijn waarvoor adembescherming noodzakelijk is.
 - Sommige van deze organische oplosmiddelen tasten (met name) PVC-riolering aan. Deze aantasting kan bestaan uit het verslappen van de PVC waardoor PVC-buizen dichtgedrukt kunnen worden en uit het bros worden doordat de weekmakers in de PVC in oplossing gaan en het PVC 'uitdroogt'.
 - HDPE wordt niet aangetast door de oplosmiddelen, maar HDPE-drinkwaterleiding zijn wel gevoelig voor het doorlaten van oplosmiddelen die zich in het grondwater of in de bodemlucht bevinden. Hierdoor kan drinkwater in een HDPE-leiding verontreinigd raken.
- 2 De zuren en basen die bij de drugsproductie worden toegepast kunnen zeer agressief zijn en metalen en ook beton aantasten.
 - De agressieve werking kan zichtbaar zijn op (beton)verhardingen, maar ook minder zichtbaar in bijvoorbeeld betonnen riolering.
 - Daarnaast lossen zuren en basen gemakkelijk op in water. In dat geval kan grondwater onnatuurlijk zuur of basisch worden, waardoor bijvoorbeeld metalen in oplossing gaan. De mate van verspreiding van zuren en basen in het grondwater is in de regel minder dan van de oplosmiddelen.
- 3 De drugsstoffen, de grondstoffen en eventuele halffabricaten. Dit zijn vaak wat grotere complexe moleculen, die minder vluchtig en minder goed oplosbaar zijn in het (grond)water. Deze stoffen zijn toxisch en zeer schadelijk, maar verspreiden zich niet heel snel in het milieu.
 - Opgelost in een oplosmiddelen kunnen deze stoffen zich wel verspreiden, maar dan zal ook het oplosmiddel in zeer hoge gehalten (puur product) aanwezig zijn.
 - Deze stoffen zijn over het algemeen voor de aanpak van onderzoek en de sanering minder relevant omdat de drugsstoffen en halffabricaten niet als afval worden gedumpt.
 - Er kunnen nog sporen van deze stoffen aanwezig zijn in het drugsafval.

Samenvattend

Gezondheidsrisico's bij onderzoek worden in belangrijke mate veroorzaakt door de vluchtige oplosmiddelen en de agressieve zuren en basen. Bij het bepalen van de mate van de verspreiding via het grondwater en de bodemlucht zijn het de oplosmiddelen die zich het gemakkelijkst en dus het snelst verspreiden. Met name de oplosmiddelen met een hoge wateroplosbaarheid.

3.2 Analyses

De milieulaboratoria hebben verschillende analysepakketten voor grond- en grondwatermonsters bij onderzoek naar drugsafval. We deden navraag bij twee erkende milieulaboratoria⁴.

⁴ De laboratoria Eurofins in Barneveld en SGS in Hoogvliet

Het eerste geïnterviewde laboratorium heeft twee pakketten vastgesteld in overleg met politie, justitie en het RIVM. Pakket 1 is een totaalpakket voor afvalstoffen, ongeacht de soort drugsafval. Pakket 2 is een pakket waarbij geanalyseerd wordt op de drugs zelf. Tot 2023 was deze laatste analyse alleen kwalitatief (het resultaat geeft alleen ja of nee, of de drugs aangetroffen wordt). Sinds 2023 is deze laatste analyse ook kwantitatief, zodat een concentratie/gehalte bepaald kan worden. Uiteindelijk bepaalt het adviesbureau wat geanalyseerd moet worden. Wanneer daar om gevraagd wordt adviseert het laboratorium het volgende:

- Laat in elk geval van een verdacht monster “pakket 1” analyseren (totaalpakket met alle soorten afval), omdat je er niet van mag uitgaan dat er maar één soort afval is gedumpt;
- Analyseer ook minimaal eenmalig de drugs (pakket 2), zodat het duidelijk is van welke drugsproductie het afval afkomstig is. Dit helpt justitie bij de opsporing en geeft voor het vervolgonderzoek richtlijnen voor te kiezen analyses;
- Bepaal op basis van de eerste analyses enkele gidsparameters om de verontreiniging in kaart te brengen. Dit scheelt analysekosten en analysetijd.

Het tweede geïnterviewde laboratorium heeft geen specifieke standaardpakketten. Men stelt bij de aanvraag het pakket samen op basis van de wensen van het onderzoeksbureau. Daarbij wordt in de meeste gevallen de soort afval als input gekozen (XTC, amfetamine of MDMA - zie paragraaf 3.1). De analyse op drugs wordt uitbesteed aan hun laboratorium in Antwerpen, deze analyses zijn alleen kwalitatief. Ook zij geven aan dat het adviesbureau de analyses bepaalt, mocht erom gevraagd worden, dan geven ze advies:

- Bepaal op basis van veldwaarnemingen (zuurgraad en/of PID-metingen) of informatie van de eerste bereddering het soort drugsafval en stel op basis daarvan een pakket samen;
- Mocht deze kennis ontbreken, hanteer dan stel dan een breed pakket samen;
- Analyseer vervolgens enkele gidsparameters (bijvoorbeeld methanol en aceton) om kosten te besparen en het onderzoek snel te kunnen uitvoeren.

Beide laboratoria geven aan dat het wenselijk is om een vast analysepakket samen te stellen en dit te delen met andere laboratoria. Daarbij kan dan directer worden ingesprongen op ‘marktontwikkelingen’, in geval nieuwe drugstypes of hulpstoffen gangbaar worden. Bovendien geeft men aan dat ‘de standaarden voor drugs zelf vrijgegeven zouden moeten worden, zodat de commerciële laboratoria ook de drugs kwantitatief kunnen meten. Momenteel is de chemische informatie van drugs ook voor laboratoria verboden, zodat deze kwantitatieve analyses niet kunnen worden uitgevoerd. De laboratoria geven ook aan dat het analysepakket voor grond- en grondwatermonsters identiek is. Luchtonderzoek wordt zelden tot nooit gedaan. Slechts enkele analyses vallen onder AS3000 certificering.

3.3 Ontwikkelingen

Productie en afval

De ontwikkeling van synthetische drugsproductie (en schoonwassen) gaat razendsnel. De ervaring leert dat bij het proces chemicaliën worden gebruikt die geschikt zijn, beschikbaar zijn en goedkoop. Dat kan per situatie verschillen. Het is daarom van groot belang om de ontwikkelingen in de gaten te houden en bij het (standaard) analysepakket daarop in te spelen.

De politie ziet een verschuiving naar steeds grootschaliger en professionelere netwerken. Al voor een drug op de verboden lijst staat, is de ontwikkeling en productie van een nieuwe stof al gaande. Dat bij de productie van nieuwe drugs andere chemicaliën gebruikt kunnen worden is evident.

Analysetechnieken

Voor het opsporen van drugsafval kan gebruik gemaakt worden van drones voorzien van een E-nose (een elektronisch meetinstrument dat met behulp van sensoren veranderingen in luchtsamenstelling signaleert) of van speciaal getrainde honden. Om de stoffen te analyseren is nog steeds een grondmonster of watermonster nodig dat vervolgens in het laboratorium wordt geanalyseerd op de verdachte stoffen. De laboratoria geven aan dat in dit kader wordt onderzocht of screeningstechnieken mogelijk zijn, waarmee een grote hoeveelheid onbekende stoffen kan worden geïdentificeerd. Daarna zouden gerichte analyses uitgevoerd kunnen worden. Hiermee wordt voorkomen dat nieuwe drugsrecepten onder de radar blijven.

Van andere soorten van analysetechnieken, zoals DNA-onderzoek, wordt (op dit moment nog) niet verwacht dat ze bijdragen in het onderzoek naar drugsafval.

3.4 Samenvatting en aanbevelingen identificatie

De (illegale) drugsproductie en -behandeling gaat gepaard met veel verschillende chemicaliën. De ontwikkelingen gaan snel en zodra een standaardstoffenlijst is vastgesteld is deze wellicht weer achterhaald. We hebben te maken met een snel en sterk bewegende markt. Wel is de productie gebaseerd op een aantal basisprincipes, van waaruit algemene stoffenlijsten te differentiëren zijn, waarmee een groot deel van de drugs en afvalstoffen is te ondervangen. Dat laat onverlet dat we adviseren om deze stoffenlijsten periodiek te herijken.

Onderstaand zijn de aanbevelingen ten aanzien van het bureauonderzoek en de interviews samengevat voor het vaststellen van analysepakketten, inzetten van deze analyses bij bodemonderzoeken en de te verwachten ontwikkelingen.

Analysepakket

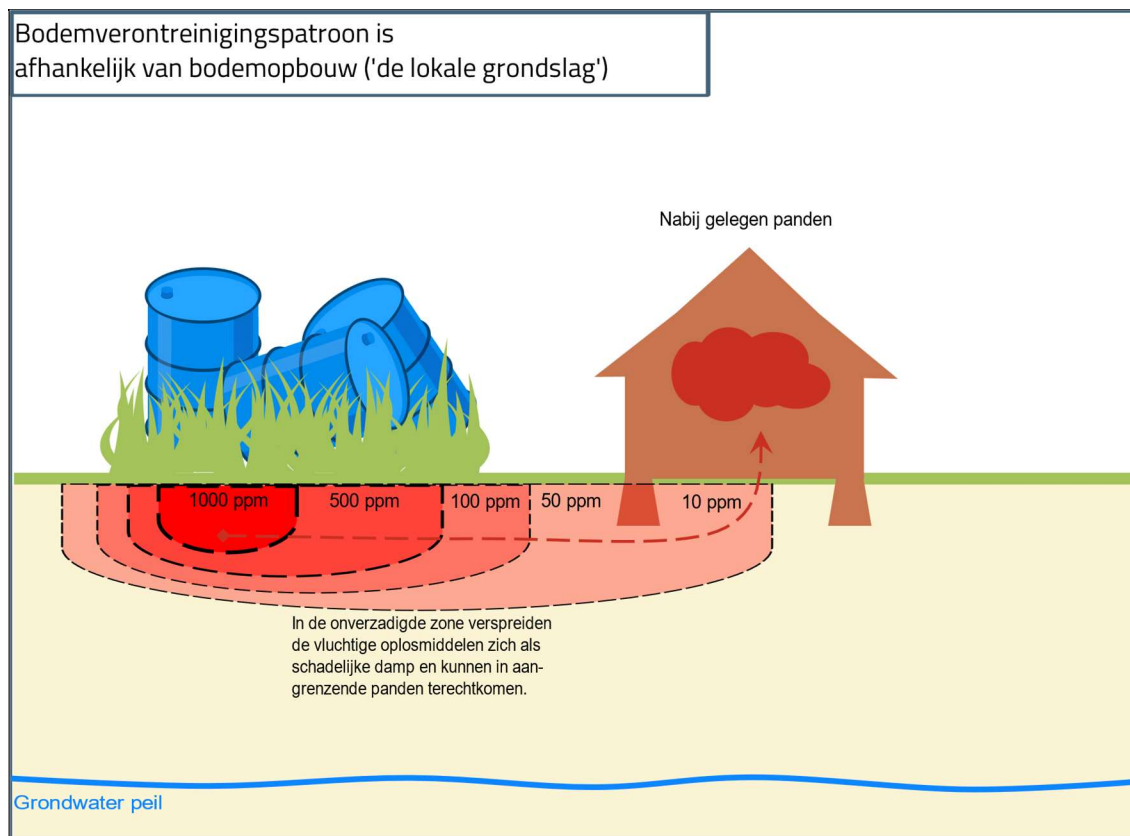
- Vaststellen van één basispakket voor alle soorten drugsafval – het analysepakket 1 dat in een grote samenwerking tot stand is gekomen, voldoet hieraan. Het pakket is volledig en afgestemd met de verschillende partners. Het analysepakket is opgenomen in bijlage 4.
- Tevens een analysepakket vaststellen met daarin de meest gangbare drugs (zie bijlage 4, analysepakket 2). Dit kan het forensisch/justitieel onderzoek helpen en geeft een input voor het bepalen van de soort drugsafval dat aanwezig kan zijn.

Onderzoek

- Bij het onderzoek in eerste instantie het volledige pakket analyseren, tenzij vaststaat dat er specifiek drugsafval is geloozd.
- Tevens minimaal eenmalig het pakket drugs analyseren om vast te stellen om welke drugs het gaat en welk afval daarbij hoort.
- Bij het vervolgonderzoek gidsparameters vaststellen en die gebruiken voor de afperking van de verontreiniging. Bij MDMA-producties kan dat aceton, methanol en/of dichloormethaan zijn, bij amfetamine bijvoorbeeld ammonium.

- Het afperken kan ook aan de hand van PID-metingen, waarna het monsternameplan wordt vastgesteld op basis van de resultaten van deze metingen.
- Wanneer er gesaneerd is, op enkele kritieke punten uitkeuren met het volledige pakket, zodat ook de meest schadelijke stoffen weer worden meegenomen in de analyse.

Onderstaande figuur schematiseert de verspreiding aan van vluchtige stoffen via de bodemlucht in een zandbodem. In werkelijkheid kan het concentratieverloop grilliger zijn en hebben de vracht aan vluchtige oplosmiddelen in de bodem en de aanwezigheid van een bovenafdekking, zoals verhardingen invloed op reikwijdte de vluchtige dampen via de bodemlucht.



Figuur 3.3: Verspreiding vluchtige dampen via de bodemlucht in zandgrond

Aanbevelingen/ontwikkelingen op basis van interviews

- Er is een grote behoefte aan een landelijk vastgesteld analysepakket. De voorliggende handreiking kan hierbij worden gebruikt.
- Dit standaardpakket moet periodiek (stel jaarlijks) worden gescreend op volledigheid in overleg met de partners justitie, RIVM en collega-milieulaboratoria.
- Het is wenselijk om een screeningsmethode te ontwikkelen, waarbij ook onbekende stoffen worden geïdentificeerd.
- Er is grote behoefte aan vrijgave van de standaarden voor de kwantitatieve analyse van drugs (pakket 2). Hierdoor is er een gelijk speelveld tussen de verschillende concurrerende laboratoria én kunnen drugs door de reguliere milieulaboratoria kwantitatief én op identieke wijze geanalyseerd worden. Dit is niet alleen noodzakelijk voor het milieutechnisch onderzoek, voor bijvoorbeeld het bepalen van de risico's, maar het helpt ook het forensisch onderzoek naar de daders.

4 Bodemonderzoek

Voor een efficiënt bodemonderzoek naar risico's voor mens en milieu is het belangrijk om een goede hypothese (verwachting) van de vermoede bodemverontreiniging op te stellen en vervolgens te verifiëren of die verwachting klopt, dan wel dat de aard en omvang van de bodemverontreiniging mee- of tegenvalt. Voor een onderbouwde hypothese en het opstellen van een goed onderzoeksplan moet, indien deze informatie beschikbaar is, kennis van de verschillende stoffen en hun gedrag in de bodem gecombineerd worden met kennis van de bodemopbouw en andere locatie specifieke kenmerken, waaronder een indicatie van de omvang en de duur van het morsen, de lozing of dumping, de zogeheten systeemanalyse.

De navolgende adviezen en afwegingen zijn gebaseerd op een aantal casussen (bijlage 3) en (niet openbare) praktijkervaringen van de auteurs. Onderstaand is ingegaan op een aantal processtappen die daarbij doorlopen moeten worden. Bij dumpingen of lozingen met kleine gevolgen kunnen stappen beperkt worden uitgevoerd, maar belangrijk is wel om alle facetten gedurende de systeemanalyse en het bodemonderzoek in beeld te houden.

4.1 Systeemanalyse

4.1.1 Kennisoverdracht

De politie is in veel gevallen het eerst op de bronlocatie aanwezig. Zij voert sporenonderzoek uit naar strafbare feiten en probeert die feiten te linken aan daders. Dit onderzoek richt zich dus niet op oorzaak en gevolg, maar bevat wel veel informatie over soort drugs en soort afval. Als het forensisch onderzoek wordt belemmerd door puur product (dampen en andere risico's), kan de politie de locatie laten opruimen door de brandweer.

Zodra de politie de Plaats Delict verlaat, draagt ze de verantwoordelijkheid over aan de gemeente of Omgevingsdienst voor een eerste bereddering (indien de brandweer dit nog niet heeft gedaan), teneinde acute risico's weg te nemen. In het algemeen wordt bij de eerste bereddering alle bovengronds zichtbare verontreiniging weggenomen, waardoor veel informatie verloren kan gaan, waaronder exacte dumpplekken, samenstelling drugsafval en geschatte hoeveelheden geloosde drugsafval en de hoeveelheid die is opgeruimd. Het is derhalve belangrijk dat de politie bij de overdracht zoveel mogelijk informatie deelt. Het is echter de vraag of alle informatie wel vrijgegeven kan worden vanwege het strafrechtelijk onderzoek. Vanuit het milieuonderzoek zou dit wel gewenst zijn, met name omdat een beter onderzoeksresultaat uiteindelijk ook de strafrechtelijke vervolging kan ondersteunen.

Hoeveelheid en soort

Een indicatie in de hoeveelheid van de gelekke of geloosde verontreinigende stoffen en de duur daarvan geeft inzicht over de mogelijke omvang van een grondwaterverontreiniging en de kans op risico's voor derden. Hiermee kan op voorhand een betere inschatting gemaakt worden over het benodigde grondwateronderzoek en ook de omvang van een eventuele grondwatersanering. Het aantal leeggelopen vaten bij een drugsdumping is een relevante indicatie voor de ernst van de bodemverontreiniging.

Praktische tip:

Het achteraf met het bodemonderzoek achterhalen welk soort drugsstof is geproduceerd is kostbaar en tijdrovend. Gestructureerde kennisoverdracht vanuit het justitiële onderzoek na de eerste beredding is waardevol voor een kosteneffectief bodemonderzoek.

4.1.2 Veldinspectie

Bij een dumping is het belangrijk om te onderzoeken of er op meerdere plekken in de nabijheid drugsafval is gedumpt, zonder dat zichtbaar afval, zoals vaten zijn achter gelaten. Soms kunnen deze plekken worden herkend door de (penetrante) geur of andere terreinkenmerken. Daarom is het belangrijk dat de aanvullende veldinspectie wordt uitgevoerd door mensen met kennis van het terrein. Een terreinbeheerder of boswachter kan wellicht afwijkingen in het veld herkennen die op recente betreding kunnen wijzen.

Het is raadzaam om de dossieroverdracht van de eerste beredding direct aan te vullen met een veldinspectie, om het aantal verdachte (te onderzoeken) locaties vast te stellen. Drugsafval bestaat vaak uit zuren, basen en vluchtige verbindingen. Zonder verder inhoudelijk te moeten weten om welk stoffen het gaat, kan een bronlocatie opgespoord worden met pH-testen en PID-metingen, bijvoorbeeld met gebruik van de PID-meetlans. De potentiële bronlocaties kunnen daarbij aangewezen worden op basis van terreinkennis, vermoedens of vergroeiingen van de planten in het veld. De veldinspectie bestaat uit de volgende onderzoekstappen:

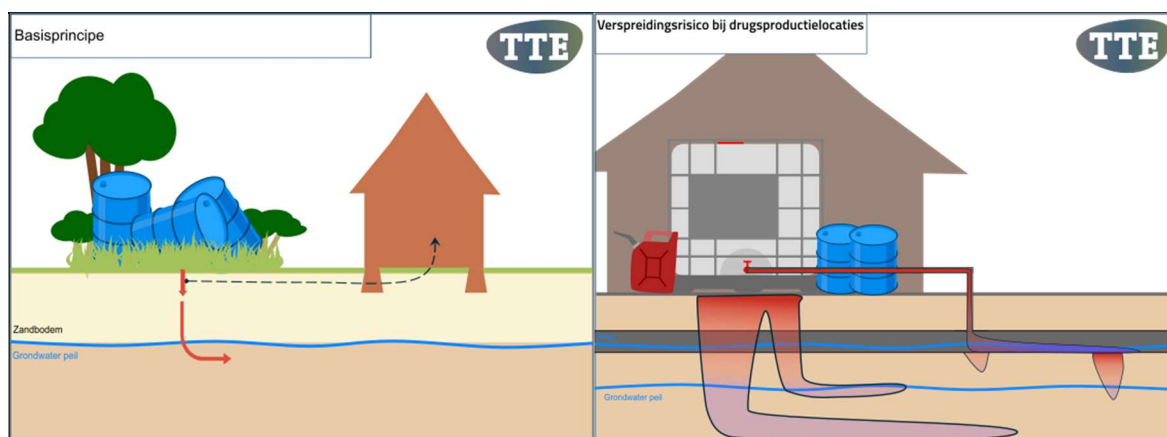
- Bepaling potentiële dumpplekken op basis van terreinkennis;
- Beoordeling van afwijkingen in plantengroei (verbrand/vergeeld etc.);
- pH-meting van de bovengrond;
- PID-meting van de bodemlucht in ondiepe boringen met behulp van head-space metingen of meetlans.

Op basis van deze kennis over oorzaak en bronlocatie kan het boorplan worden opgesteld.

4.1.3 Omgevingsfactoren

Het onderzoek dient zich te richten op omvang van de verontreiniging en de milieu- en gezondheidsrisico's. De risico's worden in kaart gebracht door de maximale verontreiniging te toetsen aan omgevingsfactoren. De belangrijkste factoren zijn:

- Terreingebruik en toegankelijkheid
- Bodemopbouw
- Grondwaterstand en -stromingsrichting en snelheid.
- Kwetsbare objecten, zoals (drink)waterwinningen, in de omgeving.



Figuur 4.1: Principe van verspreiding naar de omgeving bij afvaldumpingen en vanuit productielocaties

Terreingebruik

Het gebruik van de locatie bepaalt of er een toetsing moet plaatsvinden van humane en/of ecologische risico's⁵. Het is daarbij van belang om duidelijk vast te leggen of het terrein(vrij) toegankelijk is voor derden en in gebruik als bedrijfsterrein, woongebied, moestuin, natuurgebied of bijvoorbeeld braakliggend. Dit is van belang voor het gehele verdachte gebied en dient duidelijk op kaart te worden vastgelegd. De informatie is te herleiden uit het *omgevingsplan* van de gemeente. Voor het bepalen van de risico's is niet alleen het werkelijke gebruik, maar ook het gebruik volgens het omgevingsplan van belang.

Daarnaast moeten verharding, aanwezigheid van sloten, duikers, bermen, riolering en dergelijke worden vastgelegd. Dit is niet alleen noodzakelijk voor een beeld van de mogelijke verspreidingsroutes van de verontreiniging, maar kan ook inzicht geven in nog niet geïdentificeerde potentiële bronlocaties.

Praktische tip:

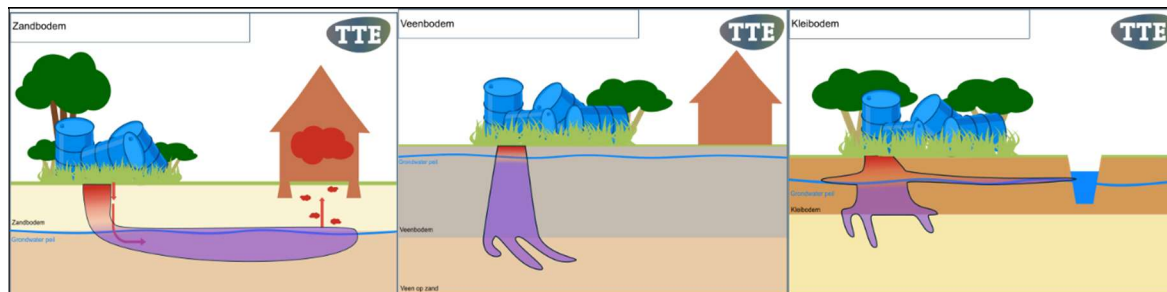
PVC kan verweken, maar minder bekend is dat PVC-rioolbuizen bros en kwetsbaar worden door organische oplosmiddelen in het afvalwater. HDPE wordt niet aangetast door oplosmiddelen, maar HDPE-drinkwaterleiding zijn wel gevoelig voor het doorlaten van oplosmiddelen die zich in het grondwater of in de bodemlucht bevinden. Hierdoor kan drinkwater in een HDPE-leiding verontreinigd raken.

Bodemopbouw

Voor het opstellen van een boorplan is een goede onderbouwing van de potentiële verspreiding van de verontreiniging noodzakelijk. Het potentiële verspreidingspatroon wordt bepaald door de periode waarover is geloosd, de bodemopbouw, diepte van het grondwater en de stromingsrichting en -snelheid. Informatie over bodemopbouw en regionale grondwaterstroming staat in bijvoorbeeld de website van *dinoloket* met data van de Nederlandse ondergrond. Lokaal kan de grondwaterstroming afwijken door afwijkende bodemopbouw en lokale (infiltratie)sloten en/of onttrekkingen.

⁵ Hoewel vanuit de Omgevingswet niet direct gestuurd wordt op ecologische risico's, kan dit wel gaan spelen als dumpingen in natuurgebieden hebben plaatsgevonden.

De invloed van de bodemopbouw is van grote invloed op de risico's naar de omgeving en het te verwachten verspreidingspatroon. De verschillen tussen zand-, veen- en kleibodem zijn in figuur 4.2 schetsmatig weergegeven.



Figuur 4.2: Versil in verspreidingspatroon bij zand-, veen- en kleibodems.

Bij zandbodems zullen de veelgebruikte oplosmiddelen snel naar het grondwater uitspoelen en verspreiden in de stromingsrichting. De vluchtige verbindingen vormen daarbij tevens het risico op uitdamping naar de omgeving.

Een veenbodem heeft een soort sponswerking op dit soort stoffen. Er zal veel absorberen, maar na verloop van tijd lekt het wel aan de onderzijde naar de watervoerende lagen. Het risico zit hier vooral in langdurige nalevering naar het grondwater.

Bij kleibodems zal de verontreiniging oppervlakkig afstromen naar bijvoorbeeld de naastgelegen sloot, of via voorkeursstromingen naar het grondwater lekken. Ook hier is kans op langdurig nalevering naar de watervoerende lagen en uitdamping vanuit de plas die op de kleilaag blijft liggen.

Kwetsbare objecten

Voor het bepalen van verspreidingsrisico's is de afstand tot het dichtstbijzijnde bedreigde object van belang. Veel Kwetsbare objecten, zoals grondwateronttrekkingen, -beschermingsgebieden en natuurgebieden, staan op de website van *atlas leefomgeving*. Maar er zijn soms ook niet geregistreerde grondwateronttrekkingen van boeren en particulieren voor besproeien van tuinen en gewassen.

4.2 Stofeigenschappen

Bij de productie van synthetische drugs worden veel verschillende stoffen gebruikt, zoals toegelicht in hoofdstuk 3. Er kan gesproken worden van verschillende stofgroepen met elk specifieke eigenschappen en kenmerkend gedrag ten aanzien van verspreiding in het milieu. Verschillende stofeigenschappen resulteren in verschillende risico's voor mens en milieu, maar maken soms ook eenvoudige veld-detectiemethoden mogelijk. Kennis van deze eigenschappen is relevant voor een efficiënt bodemonderzoek.

4.2.1 Oplosmiddelen en waterige oplossingen

De stoffen die in belangrijke mate de omvang van verspreiding in het milieu bepalen zijn de gebruikte oplosmiddelen. Oplosmiddelen (en de waterige oplossingen) zakken bij een drugsfabriek gemakkelijk de bodem in door gaten of kieren in de verharding of via lekkage van een eventueel gebruikte riolering en andere lozingspunten. Waar sprake is van dumping van drugsafval met lekke of leeg gekiepte vaten zakken oplosmiddelen direct de bodem in. Veel oplosmiddelen zijn goed oplosbaar in water en kunnen daardoor makkelijk verspreiden. Bij dumplocaties wordt niet zelden hoog geconcentreerde stoffen

gedumpt, die kunnen zorgen voor 'puur product' op of in het grondwater. Puur product kan het grondwater over een lange periode voeden met verontreinigingen. Deze stoffen zijn veelal ook vluchtig en giftig, zodat er een schadelijke damp kan ontstaan, met risico's op bedwelming van mens en dieren, maar die ook brand- en explosiegevaar vormen. Bij bodemonderzoek moeten de Arbo risico's als gevolg van vluchtige stoffen goed in acht worden genomen. Bij de aanwezigheid van een drijfslag met dergelijke vluchtige verbindingen kunnen zeer hoge concentraties in de bodemlucht aanwezig zijn.

4.2.2 Zuren en basen

Naast oplosmiddelen worden vloeistoffen gebruikt om de pH (zuurgraad) in het productieproces te beïnvloeden. Sterke zuren en basen zijn qua Arbo risico's gevaarlijke stoffen. Huidcontact dient beslist te worden vermeden, adembescherming en bescherming van ogen is noodzakelijk. Vrijkomend buiten de geconditioneerde opslag(vaten) kunnen sterke zuren en basen zichtbare verontreiniging op of schade aan de verharding veroorzaken (het cement in beton lost dan op). Beplanting zal snel afsterven als er sterke zuren of basen overheen zijn gemorst of in hun wortelstelsel aanwezig zijn. Bij verdere verspreiding in de bodem van zuren en basen zal de afwijkende zuurgraad vaak vanzelf herstellen worden, bij schrale zandgronden zal neutralisatie van nature slechter gaan. De achtergrond pH in de bodem varieert van pH 4-5 (arme verzuurde zandgronden) tot een pH van 7-8 in kleigronden. Een afwijkende zuurgraad in de bodem kan een indicator zijn voor de aanwezigheid van drugsafval in de bodem.

4.2.3 Grondstoffen/halffabricaten en eindproducten

De meeste grondstoffen en eindproducten zijn vaste stoffen en weinig mobiel. In het algemeen zullen de zichtbare vaste stoffen bij de eerste bereddering zijn verwijderd, maar resten daarvan die op de bodem of een verharding liggen zijn risicovol (giftig) voor argeloze mensen, spelende kinderen (hand-mondgedrag) en (huis)dieren. De geproduceerde drugs, misproducten of tussenproducten daarvan komen ook verdund voor in de oplosmiddelen, waarmee ze met de oplosmiddelen zich in het milieu kunnen verspreiden. Het zijn meestal niet de maatgevende stoffen die de ernst en omvang van de bodemverontreiniging bepalen.

4.3 Onderzoekstechnieken

Vaak is het bij drugsdumpingen niet duidelijk wat de exacte plekken met grond- en grondwaterverontreiniging zijn. Op het moment dat de Plaats Delict wordt onderzocht richt het onderzoek zich vooral op de zichtbare zaken, zoals lege vaten, natte plekken op het maaiveld, verkleuringen van de sloot. Het is niet uitgesloten dat binnen hetzelfde gebied andere dumpingen of lozing heeft plaatsgevonden zonder dat daar nog uiterlijke kenmerken van aanwezig zijn. Om een gebied daarop te screenen zijn verschillende technieken effectief. Onderstaande lijst met genoemde technieken is niet limitatief, maar wel bewezen effectief.

Op de site van Stichting Infrastructuur Kwaliteitsborging Bodembeheer (<https://www.sikb.nl/>) is veel informatie te vinden over onderzoekstechnieken en kwaliteitszorg. Erkende intermediairs zijn gehouden aan de voorgeschreven beoordelingsrichtlijnen (BRL's) voor de betreffende onderzoeks- en bodemsaneringsactiviteiten.

Praktische tip:

Niet alle technieken die in deze handreiking zijn beschreven, zijn opgenomen in een BRL. Toch kunnen die technieken zeer nuttig zijn voor het onderzoek. De kwaliteitszorg voorziet hierin: het is toegestaan om, met de juiste motivatie, van de BRL af te wijken. De voorliggende handreiking beschrijft de nuttige toepassingen van enkele technieken (bv PID-metingen), waarmee deze afwijking van de BRL duidelijk is gemotiveerd.

4.3.1 Omgeving

Afwijkende plantengroei

Aan de hand van plantengroei en afwijkingen in aanwezige beplantingen kan een indicatie verkregen worden of de bodem zuur of juist basisch is ten opzichte van de omgeving. Verkleuring van bladeren is een indicatie voor verstoring van het bodemleven. Deze methode vereist een gedegen plantenkennis, maar is uiterst effectief bij het inventariseren van bijvoorbeeld een groot natuurgebied.

pH-metingen

Drugsafval bestaat vaak uit sterke zuren of sterke basen. Sterke afwijking van de achtergrond pH van de bodem is daarmee een indicatie van de aanwezigheid van drugsafval. Omdat het (zeker in schrale zandgronden) enige tijd duurt voordat de zuurgraad van de bodem is hersteld, is deze methode ook in te zetten voor het opsporen van dumplocaties die in het verleden hebben plaatsgevonden. Dit kan bijvoorbeeld een bevestiging zijn voor geconstateerde afwijkende plantengroei.

Veldmeting pH

Bij de pH-meting van grondmonsters wordt de opgeboorde grond in een monsterpot verzameld. De pot wordt gevuld met ongeveer 100 gram grond en vervolgens aangevuld met 100 ml demiwater (pH=7,0). Het zand en het water worden geschud, waarna de pH van het water wordt gemeten. De zuurgraad van het water is een indicatie van de zuurgraad van de bodem. Het verdient aanbeveling om een referentiemeting uit te voeren door dezelfde handeling uit te voeren met vergelijkbare grond die niet verdacht is van drugsafval.

Laboratoriummeting pH

In het laboratorium kunnen pH-metingen worden uitgevoerd met andere extractiemiddelen (KCl of CaCl_2). Deze metingen wijken soms af van de veldmetingen, resultaten kunnen daarom niet zondermeer vergeleken worden.

4.3.2 Bodemlucht

Er zijn verschillende methoden/technieken om in het veld de mate van vluchtige verbindingen in de bodem vast te stellen.

PID-metingen

Binnen een gebied dat verdacht is van drugsdumpingen, kunnen meerdere bronnen aanwezig zijn met drugsafval. Het opsporen van de bronnen kan daarbij gedaan worden met behulp van een draagbare Photo Ionisation Detector (PID), waarmee semi-kwantitatief concentraties vluchtige verbindingen kunnen worden opgespoord. De PID is niet kwalitatief, dus er kan geen onderscheid gemaakt worden in verschillende stoffen. De kwantiteit is vervolgens afhankelijk van de meetcorrectie, elke stof heeft een

andere meetcorrectie. De uitslag van de PID-meter is de som van alle vluchtige verbindingen die worden gemeten in het monster. In de PID wordt vaak een standaardlamp van 10,6 eVt gebruikt, waarmee vrijwel alle druggerelateerde vluchtige verbindingen worden gemeten⁶. In bijlage 5 is nadere informatie opgenomen over de PID-meter ([A guideline for PID instrument response](#), PID-meetlans).

Praktische tip:

Er zijn voor de PID verschillende detectielampen met elk een eigen bereik. Het is belangrijk om te realiseren dat bij PID-metingen niet alle type vluchtige verbindingen worden gedetecteerd vanwege de te hoge ionisatie potentiaal van sommige stoffen. Standaard wordt veelal de 10,6 eV lamp gebruikt, waarbij methanol, acetonitril en dichloormethaan niet worden gemeten. Er is een PID-lamp met een sterkere ionisatielamp (11,7 eV). Met deze lamp kan ook o.a. het veel toegepaste methanol in de lucht en bodemlucht worden meten. Nadeel van deze lamp is de korte levensduur en de hoge prijs. Voor industrieel gebruik is er een nauwkeuriger type PID-meter dan normaliter wordt toegepast bij bodemonderzoek.

Headspace metingen (on site meting)

Bij headspace metingen wordt de opgeboorde grond verzameld in een monsterpot. Deze monsterpot wordt maximaal 50% gevuld, en daarna geschud. Door de pot te schudden komen vluchtige verbindingen vrij. Vervolgens wordt de lucht boven het monster geanalyseerd met de PID. Deze methode wordt vaak ingezet om in het veld een monsterselectie te maken zodat gericht monsters genomen kunnen worden met een steekbus. De headspacemeting is een methode die het mogelijk maakt om in het veld tot in het grondwater gradaties aan te brengen in verontreinigingsniveau, zonder dat de veldwerker daarbij reukwaarnemingen hoeft in te zetten.

Praktische tip:

Vanuit oogpunt ARBO-regelgeving zijn actieve geurwaarnemingen niet geoorloofd, daarom zijn PID-metingen een veelgebruikte maatregel om inademing van vluchtige stoffen tegen te gaan. PID-detectie met Headspace-methode of met de meetlans is veel toegepast bij olie- en benzineverontreinigingen en bij bodemverontreiniging met gechloreerde oplosmiddelen. Bij gebruik van de meetlans wordt niet in de bodem geboord, waardoor de veiligheidsmaatregelen (adembescherming) in overleg met de HVK-er afgeschaald kunnen worden. Juist de gegevens die uit deze metingen komen, kunnen input leveren voor de HVK-er om het veiligheidsregime tijdens boorwerk te onderbouwen.

⁶ PID-meters die vooral bedoeld zijn voor situaties met vluchtige aromaten hebben vaak een 9,8 eVt lamp. Hiermee worden veel druggerelateerde oplosmiddelen niet gedetecteerd.

Meetlans (in situ meting)

Een handig hulpmiddel is de PID-meetlans (zie bijlage 5), die relatief eenvoudig tot 80 á 100 cm in zandige grond kan worden gebracht. Door de lans omhoog te trekken, te meten en weer dieper te slaan, kan op meerdere dieptes de bodemlucht worden beoordeeld op aanwezigheid van vluchtige verbindingen. Met deze techniek kunnen in een korte tijd veel punten op verschillende dieptes gecontroleerd worden op de aanwezigheid van vluchtige verbindingen in de bovenste meter van de bodem, waarmee bronlocaties kunnen worden opgespoord.

Het gebruik van de PID-meetlans kan leiden tot verlaging van het veiligheidsregime, omdat er immers geen (verontreinigde) grond wordt opgeboord.



Figuur 4.3 Meetlans voor PID-metingen in de bodem

Drägerbuisjes

Dräger heeft een groot arsenaal stof specifieke gasdetectie buisjes. Door met een Dräger-handpompje een vast volume lucht aan te zuigen kan vrij nauwkeurig de werkelijke concentratie van die specifieke stof worden bepaald. Bij meerdere aanwezige stoffen treedt mogelijk kruisbesmetting op en neemt de nauwkeurigheid van de stof specifieke concentratie af. Voor onderzoek op een locatie met drugsafval kan naast de PID-detectie een Dräger-meting op methanol worden uitgevoerd, om ook deze stof in het veld te kunnen detecteren.

Gaschromatograaf

Er zijn mobiele gaschromatografen waarmee in het veld stof specifiek (kwalitatief) en vrij nauwkeurig (kwantitatief) de verontreinigingen in de (bodem)lucht kunnen worden bepaald. Deze methode is vereist een deskundige bediening en kan ingezet worden als bij hoge PID-uitslagen meer inzicht is gewenst in de aanwezige stoffen om bijvoorbeeld het risico van de bodemluchtverontreiniging vast te kunnen stellen.

Laboratoriumonderzoek op (bodem)luchtmonsters

Er kunnen (bodem)luchtmonsters genomen worden door een luchtvolume door een buisje met actiefkool te leiden, waarna in een laboratorium alle op het actiefkool geadsorbeerde stoffen en de concentraties nauwkeurig kunnen worden bepaald.

Bij onderzoek naar druggerelateerde stoffen in de bodem kan het nuttig zijn om bijvoorbeeld in de bronzone(s) een bodemluchtmonster te nemen voor laboratoriumonderzoek, waarmee snel inzicht kan

worden verkregen in de verschillende geloosde vluchtige oplosmiddelen. Op deze wijze kan in sommige gevallen bespaard worden op onnodige (dure) laboratoriumanalyses in alle grond(water)monsters.

4.3.3 Grond

Met grondboringen wordt inzicht verkregen in de feitelijke lokale bodemopbouw en de eventuele heterogeniteit van aangetroffen bodemlagen. Bij het boren in verontreinigde grond wordt op basis van visuele waarnemingen, geholpen door een PID-detectie op vluchtige verbindingen, een eerste indruk verkregen over de mate van verontreiniging in de verschillende bodemlagen. Op basis hiervan worden monsters geselecteerd voor laboratoriumonderzoek. Vanwege de aanwezigheid van vluchtige verbindingen wordt een steekbus gebruikt bij het nemen van grondmonsters.

De in het laboratorium gemeten waarden worden vervolgens vergeleken met de toetsingswaarden die voor het type grond(monster) worden bepaald op basis van gehalten aan organische stof en lutumfractie (kleigehalte). Hoge gehalten aan verontreinigingen in de grond zijn een belangrijke maat voor de totale aanwezige vracht aan verontreinigende stoffen in de bodem en daarmee een maat voor de duur van de nalevering aan het grondwater en de duur van uitdamping(srisico).

4.3.4 Grondwater

Voor het nemen van een representatief monster van het grondwater worden een peilbuis geplaatst volgens de in NEN-norm NEN 5744 voorgeschreven methode(n).

Afhankelijk van de situatie kan grondwateronderzoek nodig of wenselijk zijn op de volgende locaties:

- in de bij de grondboringen geconstateerde sterkst verontreinigde (bron)zone of juist stroomafwaarts daarvan.
- stroomafwaarts van de bronzone om de mate en dus de ernst van de verspreiding te kunnen vaststellen.
- op de perceelgrens om inzicht te krijgen in de risico's voor derden.
- In geval van sterk verhoogde concentraties of sterke inzijging op een of meer plaatsen beneden de geconstateerde grondwaterverontreiniging.
- stroomopwaarts van de verdachte locatie om te beoordelen of bepaalde verhoogde concentraties in het grondwater niet al stroomopwaarts aanwezig zijn, zodat dat geen bepalende parameters meer zijn voor het bodemonderzoek en eventuele sanering.

4.4 Onderzoeksplan

Het onderzoeksplan wordt bij voorkeur opgesteld op basis van een hypothese van de ontstane bodemverontreiniging, gegeven de vele aspecten die hieraan ten grondslag liggen zoals in dit hoofdstuk staan beschreven.

4.4.1 Hypothese

De onderzoekshypothese wordt gebaseerd op de systeemanalyse en idealiter opgesteld door iemand met kennis en ervaring met onderzoek en sanering en die op basis van regionale informatie over bodemopbouw en grondwaterstroming het (perceelgrens overschrijdende) verspreidingspatroon kan inschatten. Er moet onderscheid worden gemaakt tussen recente dumpingen met nog beperkte verspreiding in de bodem en een langdurige lozing (drugslab) waarbij gedurende langere tijd drugsafval in

de grond is gebracht. Bij (recente) dumpingen is het van belang om snel te handelen om verdere verspreiding via het grondwater te vermijden. Voor het bodemonderzoek bij langdurige lozingen moet onderzocht worden hoe ver en in welke richting de verontreiniging zich vanuit het lozingspunt verspreid kan hebben. In nabijheid van woningen of gebouwen moet daarbij rekening houden met potentiële uitdamping naar binnenlucht.

4.4.2 Omvang

Onderzoek altijd de omvang van de verontreiniging, ook al weet je vooraf al dat je niet alles gaat wegnemen. Voor het bepalen van risico's is een vergaande afperking wellicht niet nodig maar het in kaart brengen van de totale milieuschade kan helpen bij een eventueel strafproces en schadeclaim.

4.4.3 Analyses

Belangrijk is om per bronlocatie een analyse van grond- en grondwater op het totaal pakket te hebben gedaan. De eerste indicatie op basis van labels of geproduceerde drugs, kan verhullen dat op dezelfde plek eerder een ander type dumpingen hebben plaatsgevonden. Door alleen te richten op de gevonden labels, kan het gebeuren dat de grondwaterpluim niet op de juiste (mobiele) stoffen wordt geanalyseerd.

Drugscriminelen houden zich immers niet altijd netjes aan één vaste methode, maar werken met middelen die voorhanden zijn, goedkoop of zonder risico (om gepakt te worden) verkregen kunnen worden. Na het eerste onderzoek (ook breed pakket inzetten op verschillende dumpplekken!) kan het vervolg van het afperkende onderzoek plaatsvinden op basis van gidsparameters.

4.4.4 Veiligheid

Het onderzoek dient, vanwege de mogelijke aanwezigheid van hoge concentraties vluchtige/bedwelmende stoffen, zoals aceton en/of methanol, bij aanvang te worden uitgevoerd met adembescherming. Daarnaast wordt soms metallisch kwik aangetroffen (zichtbare kwikbolletjes), dit levert een hoog en specifiek ARBO-risico. Bovendien moet rekening gehouden worden met extreem hoge en lage zuurgraden. Het boorplan moet daarbij worden getoetst door een veiligheidkundige. Op aanwijz van de veiligheidkundige kunnen de veiligheidsmaatregelen, bij het bereiken van een acceptabel niveau worden afgeschaald. Dit kan aan de hand van veldmetingen met de PID of pH-metingen van de grond en het grondwater. De veldwerkzaamheden dienen altijd te worden uitgevoerd door een BRL-SIKB 2000 gecertificeerd boormedewerker. De veiligheidkundige dient bereikbaar te zijn voor overleg. Bij kritische onderzoeken dient de veiligheidkundige aanwezig te zijn tijdens het veldwerk.

5 Stappenplan

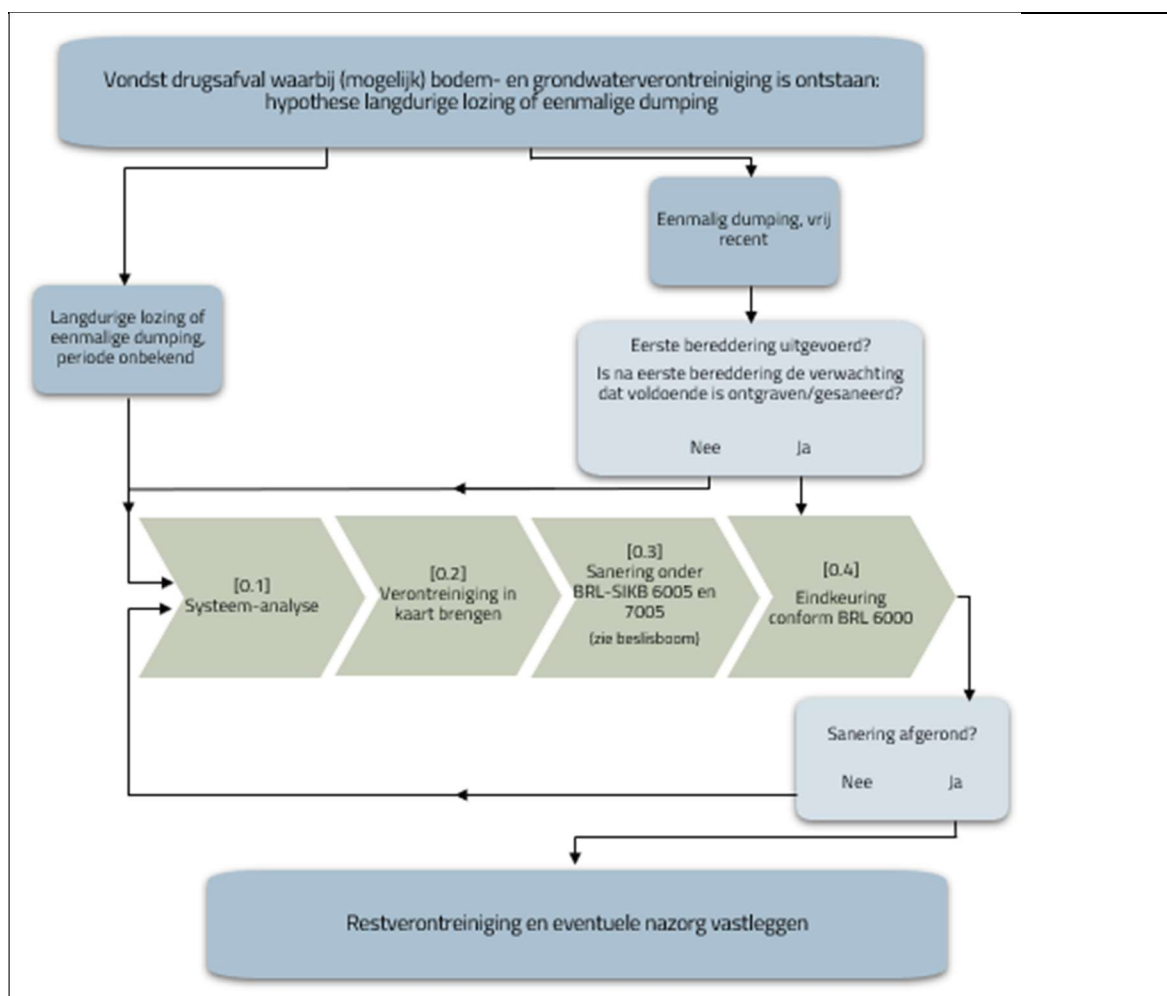
Onderzoek naar de aanwezigheid van bodemverontreiniging bij drugsafvaldumpingen is gebaat bij eenvoud, snelheid en eenduidigheid. Na uitvoering van onderzoek en sanering mag geen onduidelijkheid overblijven of risico's wel op de juiste wijze en volgens de juiste wetgeving zijn gecontroleerd en of alle geloosde stoffen wel zijn meegenomen in de analyses. Anderzijds is kostenbeperking relevant, ook omdat de bodemschade lang niet altijd op de daders kan worden verhaald. Voorliggend stappenplan is daarom gericht op:

- snelle handeling;
- vermijden van verdere verspreiding;
- optimale onderzoeksinspanning en vermijden van onnodige (analyse)kosten);
- wegnemen van risico's;
- vastleggen totale milieuschade.

Daarbij zijn keuzes gemaakt in het analysepakket door enerzijds volledigheid te betrachten om vervolgens in nadere onderzoekstappen te kiezen voor gidsparameters afhankelijk van de te verwachten afvalsoort.

5.1 Stappenplan onderzoek

Het stappenplan voor bodemonderzoek is opgesteld aan de hand van een stappenplan/beslisboom. Vanuit die beslisboom volgen bepaalde stappen met een nadere toelichting. Daaronder volgt de onderzoeksstrategie en onderzoeksmethode, die aansluitend zijn. Vervolgens zijn de strategieën uitgewerkt. De analysepakketten zijn opgenomen in bijlage 4.



Figuur 5.1: Beslisboom bodemonderzoek en - sanering bij drugsdumping

5.2 Onderzoek in de praktijk

Om het onderzoek uit de beslisboom op een juiste en efficiënte wijze uit te voeren, is het noodzakelijk om bij de verschillende onderdelen stapsgewijs (Onderzoekstap 0.1 t/m 0.4) de volgende strategie en werkwijze aan te houden.

5.2.1 Stap 1 Systeemanalyse

De systeemanalyse is bedoeld om een zo compleet mogelijk beeld te krijgen van de potentiële (milieu)risico's en het te verwachten verspreidingspatroon in de bodem en grondwater. Zeker bij een (langdurige) lozing is het raadzaam om deze analyse uit te voeren vóór de werkzaamheden in het veld starten. Een onjuiste aanpak kan leiden tot een versnelde verspreiding (zie fig. 5.1).

- 1 In kaart brengen van de omgeving (verharding, begroeiing, woningen/panden in de omgeving etc.)
- 2 Vaststellen bodemopbouw
- 3 Grondwaterstand, stromingssnelheid en -richting (www.dinoloket.nl en www.grondwatertools.nl)
Kwetsbare objecten in de omgeving. Voor drinkwaterwinningen zie www.atlasleefomgeving.nl. De provincies beheren de drinkwaterwinningen en de grote industriële onttrekkingen, de waterschappen beheren de kleine industriële onttrekkingen.
- 4 In kaart brengen tijdstip of periode en omvang van de dump (op basis van politierapport) en potentiële verspreiding van het drugsafval
- 5 Opstellen boorplan / onderzoeksplan

5.2.2 Stap 2 Verontreiniging in kaart brengen

- 1 Basisveiligheidsmaatregelen treffen, onder andere
 - KLIC-melding (inventarisatie ondergrondse infra om schade te vermijden en risico's op aantasting te bepalen)
 - Afzetten locatie (contactrisico's voor derden vermijden), eventueel Verkeersmaatregelen
- 2 door veiligheidskundige: vastgestelde aanvullende veiligheidsmaatregelen treffen
 - Adembescherming (tijdens veldwerk/onderzoek)
 - Explosiemetingen (in afgesloten ruimtes om risico op brand en explosie te bepalen)
- 3 Uitvoeren veldwerk
 - Bovengrond zuurgraad meten door schudtest (100 demi-water schudden met ca 100 gram grond, daarna pH-meting van water uitvoeren)
 - Controlemeting pH op onverdacht monster van gelijksoortige grond
 - PID-meting per boring is noodzakelijk voor bepalen noodzaak veiligheidsmaatregelen voor veldwerkers en kan als maatstaf dienen voor afperking vluchtige verontreiniging
 - PID-meetlans: voor opsporing van bronlocaties, indicatie voor verspreiding in zandige bodems, opsporen van lekkage van vluchtige stoffen uit rioleringen. Vermijdt veiligheidsmaatregelen bij veldwerk doordat er geen grond wordt opgeboord.
 - Omdat bij drugsafvalstoffen vrijwel altijd sprake is van vluchtige stoffen is voor grondmonsternamen het gebruik van steekbussen voorgeschreven (NEN 5743).
- 4 Minimaal één monster per kern van lozing analyseren op "drugsafval pakket 1" (zie bijlage 4)

- 5 Indien gewenst voor juridisch onderzoek: ook “drugspakket 2” kwantitatief analyseren van de drugs (zie bijlage 3)

Praktische tip:

Op basis van stap 4 en 5 kan vastgesteld worden welk type drugs is geproduceerd .

- 6 Vaststellen om welke drugs en/of drugsafval het gaat en op basis daarvan en de gidsparameters vaststellen voor het afperkende bodemonderzoek.
- 7 Afperken van de verontreiniging met analyses op gidsparameters in monsters van afperkende boringen en peilbuizen

Praktische tip:

Gidsparameters worden vastgesteld op basis van verspreidingsgedrag (welke stof vormt drijfslag of zinklaag, welke stof lost goed op in water) en gemeten concentratie. Bovendien is vaak op basis van het soort drugsafval een voorkeurslijst samen te stellen van de stoffen die hoofdzakelijk in het afval aanwezig zijn. Met deze (maximaal 5) stoffen kan de verontreiniging in beeld gebracht worden. Bij risicovolle stoffen, grote verontreinigingen of kwetsbare gebieden in de omgeving, kan het noodzakelijk zijn om aan de randen van de verontreiniging de overige verdachte stoffen (het volledige pakket 1) ook te analyseren, om de totale milieuschade in kaart te kunnen brengen. Dit laatste is maatwerk en zal per geval moeten worden beoordeeld.

- Afperken met behulp van PID-metingen, met name waardevol in geval van naastgelegen verblijfsruimtes en om de bronlocatie van een bodemlozing vast te stellen.
- Keuze voor steekbussen/analyse in te zetten op gidsparameters
- Keuze voor eventueel extra analyses op overige verontreinigende stoffen, bijvoorbeeld voor het vaststellen van risico's, of ten behoeve van de afvoer naar een verwerker .
- Vaststellen omvang in grond en grondwater (en eventueel bodemlucht)

Praktische tip:

Zorg voor een volledig analysepakket wanneer grond moet worden afgevoerd naar een verwerker. De aanwezigheid van bestaande bodemverontreiniging met zware metalen en/of PFAS kan effect hebben op de verwerkingskosten.

5.2.3 Conclusie onderzoek

Als het onderzoek is afgerond zijn er drie mogelijke conclusies:

- 1 geen bodem verontreiniging van betekenis aanwezig
 - afronden
- 2 wel bodemverontreiniging aanwezig, maar geen risico's eventueel monitoringsplan en/of nazorgplan opstellen
 - omvang van de verontreiniging en nazorgplan vastleggen
 - sanering uitvoeren wanneer (toekomstige) kostenonzekerheid of andere nadelige gevolgen voor de eigenaar in het geding is: saneringsdoel nader specificeren
- 3 bodemverontreiniging aanwezig met potentiële risico's
 - noodzakelijke saneringsmaatregelen uitvoeren (zie par 5.3)

Risico

Aan de hand van de systeemanalyse kan vastgesteld worden welke risico's meegewogen moeten worden in de beoordeling. In binnenstedelijk gebied gelden over het algemeen humane risico's en verspreidingsrisico's naar kwetsbare objecten. In het buitengebied kan sprake zijn van bedreiging van grondwaterbeschermingsgebieden of van ecologische risico's. Hoewel vanuit het BAL/de Omgevingswet niet direct wordt gestuurd op ecologische risico's, kan het in een natuurgebied wel degelijk van belang zijn om ecologische risico's mee te wegen in de saneringsafweging.

Milieuschade

In de juridische strijd bij het verhalen van de kosten op de daders, zijn niet alleen de onderzoeks- en saneringskosten van belang, maar de totale milieuschade. Denk daarbij naast de directe saneringskosten ook aan beschadigde/vernietigde flora en fauna en de negatieve waarde van een perceel als gevolg van de restverontreiniging na saneren.

Het is daarom van belang om de volledige omvang van de verontreiniging vast te stellen, ook wanneer vooraf al vaststaat dat niet alles wordt gesaneerd. Nazorg en negatieve restwaarde zijn ook kosten die meegewogen moeten worden bij de totale milieuschade als gevolg van de dump of lozing.

5.3 Saneren in de praktijk

De saneringsverplichting van de bodem is onder de Omgevingswet minder vastomlijnd voorgeschreven dan onder de Wet bodembescherming het geval was. Het lokale bevoegde gezag heeft nu meer mogelijkheden om lokaal beleid vast te stellen en te hanteren. Maar de rol en de bevoegdheid van het bevoegd gezag is niet wezenlijk veranderd. In alle gevallen zal het bevoegd gezag vooraf moeten instemmen met de voorgenomen saneringsmaatregelen of de beslissing om geen (fysieke) saneringsmaatregelen te treffen. De initiatiefnemer van de saneringsmaatregelen doet er goed aan om het bodemonderzoek en de beoogde saneringsmaatregelen tijdig met het bevoegd gezag af te stemmen.

Praktische tip:

Deze handleiking heeft niet tot doel om een complete handleiding voor bodemsaneringen op te stellen. Er is voldoende adequate kennis en ervaring in Nederland. Deze kennis is verzameld in de Richtlijn herstel en beheer (water)bodemkwaliteit van Rijkswaterstaat. Op de site van Rijkswaterstaat (www.bodemrichtlijn.nl) is deze informatie te vinden over onderzoeks- en saneringstechnieken.

Hieronder zijn de saneringsaspecten die typisch rond de drugsafvalproblematiek spelen beschreven om tot goede afweging van saneringsmaatregelen te komen.

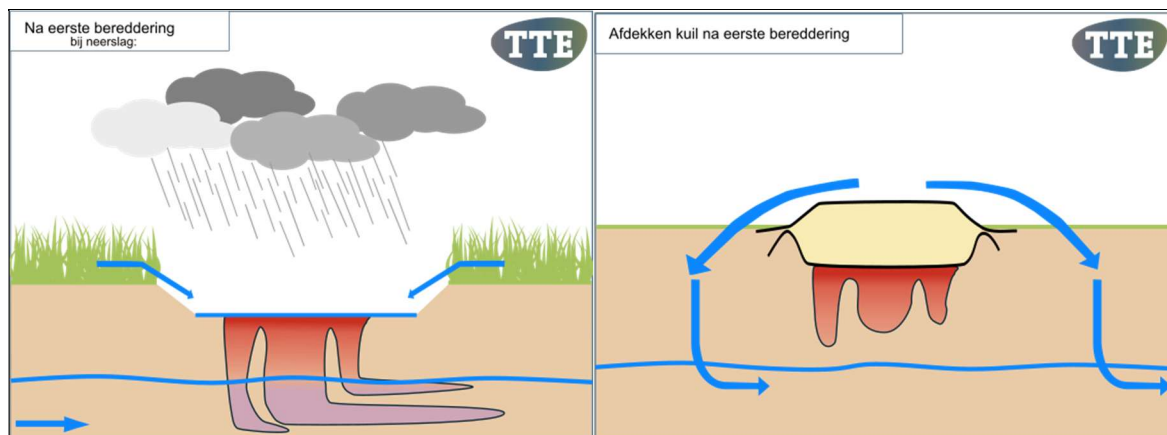
5.3.1 Stap 3 Saneren – beslisboom saneren

In sommige gevallen is de eerste bereddering al uitgevoerd. In feite is dat de eerste opruimactie om acute risico's en een grotere milieuschade te voorkomen. Bij een langdurige lozing kan het ook zijn dat een eerste bereddering niet is uitgevoerd en dat eerst de verontreiniging in kaart wordt gebracht. De vraag of en hoe gesaneerd moet worden en welke terugsaneerwaarden aangehouden moeten worden kan van geval tot geval verschillen. Onderstaand zijn puntsgewijs de beslismomenten uitgewerkt.

5.3.2 Eerste bereddering

De eerste bereddering is erop gericht om directe contact- en verspreidingsrisico's weg te nemen. Open vaten, zichtbare rommel en verontreiniging worden verwijderd. De niet-zichtbare verontreiniging die al dieper in de bodem is gedrongen, wordt daarbij vaak niet weggehaald.

Onderstaand is in het linker plaatje gevisualiseerd wat er kan gebeuren als in de hotspots van verontreiniging bij de eerste bereddering wordt ontgraven, zonder de gaten weer aan te vullen.



Figuur 5.1: Restrisico na eerste bereddering, te voorkomen door afdekken

In de situatie van het linker plaatje is de bovengrond (hotspot) verwijderd, waarmee feitelijk een infiltratiegat voor neerslag uit de nabije omgeving is ontstaan. Daarmee zullen de restverontreinigingen onder die spots extra snel verspreiden naar het grondwater. Deze situatie kan langdurig blijven voortbestaan als de financiering niet snel geregeld wordt en er een vacuüm ontstaat in besluitvorming. Gevolg is dat de kosten voor de noodzakelijke acties / sanering verder zullen toenemen.

Bovenstaande risico is te voorkomen door snel door te pakken met het onderzoek en de sanering of door ontgraven spots (de kuil) te beschermen tegen indringen van neerslagwater door deze tijdelijk af te dekken (zie linker plaatje van figuur 5.1). Bij deze eerste bereddering moet rekening gehouden worden met hoge risico's als gevolg van aanwezigheid van vluchtige verbindingen, metallisch kwik of extreem hoog of lage zuurgraad.

5.3.3 Bepalen saneringsdoel

Zorgplicht

Wanneer de dader wel bekend is en deze ook tot betaling van de kosten gedwongen kan worden, geldt het algemene zorgplichtbeginsel (art 1.7 en 1.7a OW). In dat geval is de dader gedwongen, of kan de overheid namens de dader overgaan, tot het zoveel mogelijk beperken of ongedaan maken van de schade aan de fysieke leefomgeving, voor zover dat redelijkerwijs van hem kan worden gevraagd. In het voorgaande is aangegeven dat volledig herstel in sommige situaties niet het maximale milieurendement betekent. In die situaties moet de volledige milieuschade verhaald worden, waarbij uiteraard wel gekozen wordt voor de milieutechnisch beste aanpak.

Praktische tip:

De schade kan daarbij groter zijn dan de uiteindelijke saneringskosten, omdat de restverontreiniging en de schade aan bomen, bodem en overig groen ook schadekosten vertegenwoordigen.

Risico's wegnemen

In paragraaf 2.5 is verwoord wat het minimale saneringsdoel is wanneer de overheid het saneren van de bodem voor haar rekening neemt. In de meeste gevallen betekent dit het wegnemen van humane risico's, en wanneer er sprake is van potentiële bedreiging van een kwetsbaar object, ook het voorkomen van verspreiding. Dit saneringsdoel kan, afhankelijk van de lokale situatie, aangescherpt worden. Zo is het raadzaam om in een natuurgebied ook de ecologische risico weg te nemen. Dit kan betekenen dat er lagere terugsaneerwaarden gelden (ecotoxicologische normen liggen soms lager dan humaan toxicologische normen), of het verwijderen van de verontreinigde contactzone. In veel gevallen zal het afdekken van de verontreiniging (als standaard saneringsoplossing volgens het BAL, par 4.121) in natuurgebieden geen optie zijn.

Wanneer de bodemsanering uitgevoerd wordt door de overheid, wordt dit bekostigd met gemeenschapsgeld. Het verhalen van de kosten (en de totale milieuschade) op de daders is vaak een langdurig proces, waarbij maar zelden de schade werkelijk betaald wordt. Houdt daar dus rekening mee bij het vaststellen van het saneringsdoel.

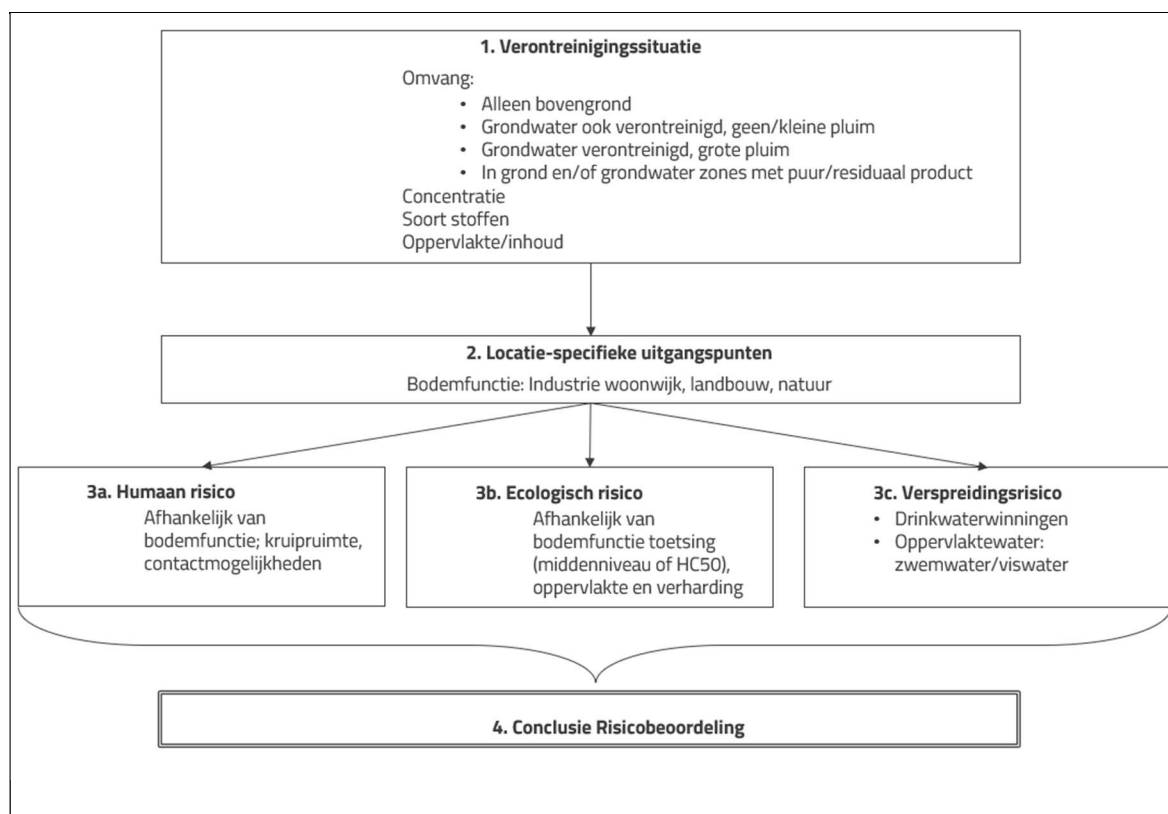
Milieurendement

Naast deze afweging dient ook beoordeeld te worden of het milieu gebaad is bij de voorgenomen saneringsactie. Zo kun je je bijvoorbeeld afvragen of het gerechtvaardigd is om een boom te kappen om zodoende verontreiniging onder het wortelstelsel te kunnen verwijderen, of een langdurige grondwaterbemaling uit te voeren, terwijl droogte desastreus is voor het natuurgebied. In die gevallen kan de saneringsafweging gesteund worden door de technieken en inzichten die beschikbaar zijn voor de betreffende situaties.

5.3.4 Saneringskeuze

De onderstaande beslisboom richt zich op algemene situaties, keuzes die gemaakt kunnen worden bij vergelijkbare omstandigheden als hieronder genoemd. Natuurlijk kan daarvan worden afgeweken. Het is vanzelfsprekend noodzakelijk om elke situatie op zichzelf te beoordelen. Deze beslisboom kan helpen bij het maken van die keuzes.

Teneinde de optimale saneringstechniek of combinatie van technieken te kiezen is het nodig om de verontreinigingssituatie duidelijk te hebben. De systeemanalyse en de onderzoeksresultaten helpen daarbij om de risico's te identificeren (zie figuur 5.2).



Figuur 5.2: Schematische weergave risico-inventarisatie

Opmerking: Ecologische risico's worden meegenomen wanneer sprake is van verontreiniging in bijvoorbeeld een natuurgebied

Op basis van deze risico's en het te behalen saneringsdoel wordt de saneringstechniek bepaald. De onderstaande plus/min-tabel kan daarbij helpen. Uitgangspunt bij de tabel is een saneringsdoel, waarbij het primair draait om het verwijderen van de risico's.

Tabel 5.1: plus/min tabel saneringstechnieken verwijderen risico's

Saneringstechniek	graven	zuigen	bodemluchtextractie	grondwateronttrekking	Natuurlijke afbraak
Systeemanalyse - bodemsoort					
Zandgrond	+	+	+	+	+
Kleigrond	+	-	-	-	+/-
Veengrond	+	-	-	-	+
Systeemanalyse - locatie					
Natuurgebied	-	+	+	+/- (verdroging)	+
Landbouw	+	+	+	+	+
Woonwijk	+	+/-	+	+	+
Industrie	+	+/-	+	+/- (geen risico)	+
Resultaat onderzoek - omvang van de verontreiniging					
Bovengrond	+	+	+	-	+
Grondwater met kleine pluim	-	-	+	+/-	+
Grote pluim	-	-	+	+	+
Puur product	+	-	-	+	-
Conclusie risicobeoordeling					
Humaan contact	+	+	-	-	-
Humaan uitdamping	-	+	+	+	-
Verspreiding	-	-	+/-	+	+
Ecologisch	+	+	+	+	+

De verschillende technieken hebben elk hun eigen sterke kanten en zwakke punten.

5.3.5 Toelichting technische mogelijkheden:

Graven (of zuigen rondom wortelzones)

Door de verontreiniging weg te graven wordt snel resultaat bereikt. Die variant is vooral van belang wanneer de verontreiniging zich hoofdzakelijk in de bovengrond bevindt en de humane (contact)risico's of ecologische risico's worden opgeheven, of wanneer er sprake is van zones met puur product. Wanneer de verontreiniging zich in bosgebied bevindt, en de bodem uit zand bestaat, kan een zuigwagen uitkomst bieden, door de verontreinigde grond niet te graven, maar te zuigen. Het opzuigen van verontreinigde klei of veen is niet mogelijk.

Bodemluchtextractie

In vrijwel alle gevallen bestaat drugsafval uit vluchtige verbindingen. Bodemluchtextractie (BLE) bestaat uit het onttrekken van bodemlucht in de hotspot en luchtreiniging met een luchtfilter. Als de vluchtige

verbindingen worden afgezogen, zullen de vloeistoffen sneller verdampen en ook worden afgezogen. De minder mobiele stoffen zullen achterblijven, maar in de zuurstofrijke bodemlucht zullen veel van deze stoffen op termijn van nature afbreken en vervallen tot onschadelijke componenten. De techniek leent zich uitermate in zandgronden die verontreinigd zijn met vluchtige verbindingen en kan toegepast worden op industriegebieden, stedelijk gebied, maar ook in natuurgebieden. Via onttrekkingsfilters wordt in een straal van circa 10 meter de bodemlucht onttrokken.

Praktische tip:

Om efficiënte te werken, kunnen de filters tijdens het bodemonderzoek aangebracht worden op de plekken met de hoogste PID-uitslag. Op die plekken moet toch een peilbuis worden geplaatst voor controle van het grondwater. Wanneer die peilbuis de juiste diameter en filterlengte heeft (af te stemmen met de saneerder), kan het onderzoeksbureau het filtersysteem aanleggen ten behoeve van de sanering. Dat scheelt kosten en overlast voor het natuurgebied.

Filters die doorlopen tot in het grondwater kunnen gecombineerd worden met grondwateronttrekking.

In verontreinigingssituatie door dumpingen waarbij de verontreinigende stoffen het grondwater nog niet hebben bereikt, met name op hoge zandgronden kan een snelle actie met Bodemluchtextractie (BLE) tegen relatief lage kosten de bodemverontreiniging elimineren.

Grondwateronttrekking

Mobiele stoffen zijn goed te saneren door middel van grondwateronttrekking. Dit geldt vooral voor de verontreinigingen in watervoerende lagen. Bij grondwateronttrekking spelen verschillende afwegingskaders:

- rekening houden met verdroging/grondwaterstandsverlaging
- bij verlaging van grondwater kans op rebound-effect nadat onttrekking is uitgezet
 - tip: beide punten kunnen vermeden worden door intermitterend te onttrekken
- grondwater moet gezuiverd worden (plek zuivering, elektriciteitsvoorziening). In een natuurgebied zonder stroom moet je je afvragen of de langdurige overlast van een dieselgenerator een goed idee is.
- afvalwater lozen op bodem (tegengaan verdroging), oppervlaktewater of riool

Natuurlijke afbraak

Als er geen sprake is van actuele risico's, kan natuurlijke afbraak meehelpen om het gewenste saneringsresultaat te bereiken. Enkele bepalende stoffen en veelgebruikte stoffen, zoals aceton, ammonium en methanol, breken van nature vrij snel af. De halfwaardetijd van aceton in de luchtfase wordt geschat op 22 dagen, die van methanol nog korter (www.toxicologie.org). Ammonium is biologisch afbreekbaar, wordt opgenomen als voedingsstof door planten, maar bij hoge concentraties is de stof ook toxisch voor planten en waterleven.

Natuurlijke afbraak is afhankelijk van het bodemtype. In zandgrond zal de afbraak van de genoemde stoffen gemiddeld verlopen, ook vanwege uitdamping vanuit de waterfase en natuurlijke afbraak in de luchtfase. In veengrond is natuurlijke afbraak waarschijnlijk een goede optie, vanwege de natuurlijke processen in organisch materiaal. In kleigrond zal natuurlijke afbraak minder goed verlopen, omdat uitdamping naar luchtfase veel minder speelt en afbraak in organisch materiaal vrijwel ontbreekt. Anderzijds is de verspreidingsrisico vanuit kleilagen ook weer minder, zodat natuurlijke afbraak in

kleibodems een optie is als de aanwezigheid in de kleilagen geen andere nadelige effecten met zich meebrengt.

Herstel zuurgraad

Door drugsafval kan de natuurlijke pH-waarde van de bodem verstoord zijn. De bodem heeft een bufferend vermogen, waardoor pH-waarden op termijn weer normaal zullen zijn. Dit geldt vooral voor klei- en veengronden en in mindere mate voor zandgronden. Zandgronden die van nature al sterk verzuurd zijn, zullen niet of nauwelijks herstellen na een verzurende drugsdumping. In die gevallen kan het (zeker in een natuurgebied) alsnog nodig zijn om de bovengrond te verwijderen (graven of zuigen) en te vervangen door (bij voorkeur) lokale grond.

Praktische tip:

Afwegingen in een natuurgebied

In plaats van de kostbare gang van ontgraven afvoeren naar een reiniger en schone grond aanbrengen, kunnen pH-corrigerende maatregelen zonder te ontgraven ook een adequate oplossing zijn die minder milieubelastend is. Een voorbeeld hiervoor is bekalken van te zure grond.

De pH-corrigerende maatregelen in een natuurgebied moeten dan aanwezige waardevolle natuur niet benadelen. Maar dit moet worden afgewogen tegen het feit dat bij ontgraven de gehele vegetatie (ecologie) wordt weggenomen en deze op de nieuw aangebrachte grond zich vaak maar langzaam kan herstellen.

Een dergelijke afweging geldt niet alleen voor pH-corrigerende maatregelen. Ook bij ontgraven over grotere oppervlakten dan alleen de bronlocatie en bij grondwatersaneringen wordt de aanwezige natuur vaak sterk verstoord. Een grondwateronttrekkingen heeft o.a. verdroging tot gevolg en de tegenmaatregel retourbemaling kan ook ongewenste effecten hebben op de natuurlijke vegetatie.

5.4 Evaluatie

Het saneringsresultaat moet na afloop worden gerapporteerd aan het bevoegd gezag en het verificatieonderzoek moet daarbij voldoen aan de richtlijn BRL 6000. Indien bij de eerste bereddering alle verontreinigde grond lijkt te zijn verwijderd, kan worden besloten om een verificatie onderzoek uit te voeren in combinatie met of in plaats van een verkennend bodemonderzoek.

Praktische tip:

De eindkeuring met PID-metingen valt niet onder BRL, maar kan wel een bruikbare techniek zijn om tijdens de ontgraving de saneringsgrenzen voor vluchtige stoffen te bepalen.

Het verificatieonderzoek moet gericht zijn op de stoffen die bepalend waren voor de sanering.

Vooraf met het bevoegd gezag afstemmen of eindverificatie op de gidsparameters voldoet, of dat een uitgebreider analysepakket wordt verlangd

Voor monitoring en verificatie van het saneringsresultaat in grondwater is het gebruikelijk om te richten op gidsparameters, waarbij pH bepalingen in deze nuttige informatie kunnen opleveren.

6 Leerpunten en aanbevelingen

6.1 Leerpunten

Uit de bestudeerde cases en interviews zijn de volgende leerpunten of risico's naar voren gekomen:

- Het graven bij een eerste bereddering om de ergste bodemverontreiniging weg te nemen is een logische stap. De contactrisico's moeten immers worden weggenomen. Maar als deze gaten vervolgens langdurig open blijven, kunnen het infiltratieputten worden voor het neerslagwater uit de wijdere omgeving. Het risico bestaat dan dat de restverontreinigingen daarna juist sneller wegspoelen naar het grondwater. Het komt regelmatig voor dat het (vele) maanden duurt voordat vervolgmaatregelen worden genomen.
- Voor de uitvoering van bodemonderzoek is het effectiever als er gestructureerde kennisoverdracht vanuit het justitiële onderzoek plaatsvindt
- Het toetsen van de verontreinigingssituatie bij drugsafval is gebaat bij risicogrenswaarden (INEV) voor de meest voorkomende stoffen. Dit voorkomt dat per bevoegd gezag een afweging moet worden gemaakt in geval het weghalen tot de detectiegrens onevenredig hoge maatschappelijke kosten met zich mee brengt. Het is kostenefficiënt om regionaal te investeren in normstellende kennis van drugs gerelateerde afvalstoffen. Het is efficiënter om dit landelijk te doen.
- Het sporenonderzoek en een onduidelijke medeverantwoordelijkheid van de perceeleigenaar neemt soms veel tijd in beslag, waarmee veel tijd verstrijkt voor met het bodemonderzoek en de sanering kan worden gestart. Zeker bij eenmalige dumpingen kan de omvang van de bodemverontreiniging en dus de maatschappelijke kosten onnodig toenemen.
- Bij bodemsanering van verontreiniging met mobiele stoffen is de ervaring dat onderzoek kostbaar en tijdrovend is en dat tijdens de sanering blijkt dat de benodigde saneringsmaatregelen en -kosten onderschat zijn. De bijgevoegde praktijkcasussen zijn daar representatieve voorbeelden van.
- De veroorzaker draait zelden op voor de volledige saneringskosten. Daarmee is het niet effectief als bevoegd gezag onnodig lang wacht met het namens de overheid oppakken van de het bodemonderzoek en de sanering.

6.2 Aanbevelingen

Onderzoek en sanering technisch

- Alvorens wordt gegraven een goede systeemanalyse maken en indien in de bronlocaties wordt gegraven, deze afschermen zodanig dat er geen (extra) neerslagwater infiltreert die de restverontreinigingen versneld laat verspreiden.
- RIVM opdracht geven om voor de meest voorkomende stoffen risicogrenswaarden (INEV) vast te stellen.
- Meer kennis in hoeverre bij 'geen PID-detectie' toch schadelijke oplosmiddelen in de ademplucht kunnen voorkomen is ook vanuit de ARBO-veiligheid waardevol. Stimuleren om bij de eerste bereddering van drugslabs, in pandig PID-metingen uit te voeren en tevens luchtmonsters te nemen voor laboratoriumonderzoek om meer inzicht te krijgen in de mate waarin een PID-detectie voldoende betrouwbaar kan zijn om de ernst van de verontreiniging te duiden, dan wel uit te sluiten. Dit kan bijvoorbeeld bij een eerste bereddering waar in pandig een damp hangt.

- Wellicht kan met een nauwkeurigere en stof specifieke PID-detectie apparatuur sneller een screening op de bodemverontreiniging worden uitgevoerd. Geadviseerd wordt om te onderzoeken of industriële luchtdetectieapparatuur geschikt is voor bodemonderzoek naar drugsafval.
- Geadviseerd wordt om bij geschikte gevallen praktijkervaring op te bouwen met in situ maatregelen en monitoring van de natuurlijke afbraak van de drugsproductie gerelateerde verontreinigende stoffen.
- Met inzet van bodemluchtexttractie kort na een dumping is het denkbaar dat veel kosten en tijd kan worden bespaard, zeker bij dumpingen op hoge zandgronden. Aanbevolen wordt om te onderzoeken of dit een kostenbesparende methode kan zijn om direct na een eerste bereddering in te zetten. Gedacht kan worden aan de inzet van een standaard systematiek met een vooraf voor drugsafval goed gekeurd luchtfiltratie.

Financieel

- De veroorzaker draait slechts zelden op voor de (volledige) saneringskosten. Dit komt enerzijds omdat de saneringskosten vooraf slecht worden ingeschat en anderzijds omdat de saneringskosten geen issue zijn bij de strafvervolgning.
 - In de strafvervolgning moet meer aandacht komen voor het verhalen van de saneringskosten;
 - Niet alleen de saneringskosten, maar de totale milieuschade dient hierin meegewogen te worden;
 - Voor het bepalen van de totale milieuschade is het noodzakelijk om de volledige omvang van de verontreiniging (inclusief risico's voor mens, milieu en verspreiding) in kaart te brengen.
- Overwogen kan worden om een sanering met een relatief "lage" doelstelling (wegnemen risico's) op kosten van de overheid uit te voeren (eea conform regelgeving Omgevingswet).
- Nadat de dader bekend is en de kosten verhaald kunnen worden, kan overwogen worden om deze verontreiniging verder op te ruimen.
- Het oprichten van een landelijke pot voor de financiering van onderzoek naar en saneren van bodemverontreiniging als gevolg van drugsafval. Je laat dan de kosten en aanpak niet liggen bij een individuele gemeente of particulier. Vanuit die pot kunnen de saneringen zoals hierboven bedoeld bekostigd worden. De pot kan gevuld worden via kostenverhaal bij de daders.

Procesmatig

- Beter samenwerken tussen politie/opsporing en milieuonderzoek is noodzakelijk voor:
 - A Informatieoverdracht (systeemanalyse)
 - B Verhalen van milieuschade (gebeurt nu vrijwel nooit, omdat de milieuschade niet wordt meegenomen in het strafproces).
- Opstellen van een eenduidige richtlijn voor de overdracht van de informatie nadat het researchewerk gereed is. Zodra de politie de PD verlaat, dient op een volledige en eenduidige wijze de informatie overgedragen te worden aan de Omgevingsdienst of gemeente, om een kennisvacuüm naar het onderzoek/sanering te voorkomen.

Tot 2024 onder de Wbb

- Bij bodemsaneringen is de natuurlijke afbraak (NA) van organische verontreinigingen een veel gehanteerde methode geworden om verontreiniging (die niet kosteneffectief volledig konden worden verwijderd) op een gecontroleerde wijze te beheren en zo risico's voor de volksgezondheid te vermijden. Voor de hardnekkige grondwaterverontreinigingen met aromaten en gechloreerde

oplosmiddelen is veel kennis opgebouwd over de natuurlijke afbraak snelheid in de bodem en in de mogelijkheden om de afbraak te versnellen.

- Omdat drugslabs en dumpingen van drugsafval per definitie illegaal zijn en een zogenaamd nieuw geval werd tot 2024 vooral ingezet op volledige verwijdering van alle verontreinigde stoffen die in de bodem terecht kwamen. Hierdoor is voor drugs en drugsafval nog weinig praktijkervaring opgedaan met natuurlijke afbraak.

Per 2024 onder de Omgevingswet

- Nu onder de Omgevingswet de mogelijkheden zijn verruimd om ook bij nieuwe gevallen van bodemverontreiniging en bij afwezigheid van actuele risico's minder scherp te sturen op volledige verwijdering van alle verontreinigende stoffen kan het zinvol zijn om de vaak voordeligere In situ saneringsmethoden, zoals het stimuleren van natuurlijke afbraak en monitoring vaker in te zetten als maatregel. Zeker omdat in veel gevallen de samenleving opdraait voor de uiteindelijke saneringskosten, lijkt dit een maatschappelijk waardevolle investering.
- Om versnippering tegen te gaan en een gelijk speelveld te creëren voor een subsidieregeling, is het logisch de er een landelijk handelingskader bodemonderzoek en -sanering bij drugsafval komt. Voorliggende handreiking kan daarvoor als eerste opzet voor worden gebruikt.
- De gemeenten kunnen de specifieke zorgplicht nader uitwerken in hun lokale omgevingsplannen. Nadat er een landelijk handelingskader is gesteld, kunnen gemeenten in hun omgevingsplan eenvoudig naar dat kader verwijzen en daarmee de zorgplichtbenadering voor drugsafval in lokaal beleid vastleggen.

6.3 Adviezen van de geïnterviewden.

- Laboratoria dienen de standaarden te krijgen van (nieuwe) synthetische drugs, om zodoende een bijdrage te kunnen leveren in de aanpak van de drugscriminaliteit. Op dit moment is dat verboden vanwege de Opiumwet. Hier zou vanuit het Rijk wat aan gedaan moeten worden.
- In feite hebben we meer aan een landelijk handelingskader.
- Beter samenwerken tussen politie/opsporing en milieuonderzoek is noodzakelijk voor:
 - Informatieoverdracht (systeemanalyse)
 - Verhalen van milieuschade (gebeurt nu vrijwel nooit, omdat de milieuschade niet wordt meegenomen in het strafproces)
- Er zou meer aandacht mogen zijn voor strafvervolging op grond van het milieudelict (drugsdumping en/of lozing vanuit een productielocatie). Hierdoor zouden meer daders verantwoordelijk gehouden kunnen worden dan nu het geval is. Met het oog daarop is het van belang dat de totale milieuschade op een juiste manier wordt vastgelegd en wordt opgenomen in het strafdossier.
 - Opmerking: De maximale straf voor een milieudelict gelijk is aan het hebben van een drugsfabriek, namelijk 6 jaar.

Bijlage 1: Opzet en uitvoering onderzoek

Drugsherkenning

De handreiking dient te voorzien in een hanteerbare lijst met stoffen voor chemische analyse. Met het oog daarop is onderzocht uit welke chemische samenstelling de verschillende drugsafvalstromen bestaan en in hoeverre deze stoffen in reguliere laboratoria geanalyseerd kunnen worden. Tot slot is onderzocht wat de te verwachten ontwikkelingen zijn. Het onderzoek naar de drugsherkenning heeft bestaan uit een dossierstudie op internet en interviews met betrokken instanties en personen.

Dossierstudie internet

Op internet is nagezocht in hoeverre informatie vrijgegeven is over de samenstelling van drugsafval bij verschillende afvalstromen. Belangrijke informatie is gevonden op de websites van het RIVM en van de UN.

Interviews

Voor de identificatie van drugsafval zijn gesprekken gevoerd met medewerkers van de milieulaboratoria van Eurofins en SGS, een chemisch adviseur van het Nederlands Forensisch Instituut en met een medewerker van het drugsteam van de politie Regio Oost.

Met alle geïnterviewden werd een gesprek aangegaan op basis van enkele hoofdvragen:

- Hoe zijn jullie ervaringen bij drugsonderzoek?
- Welke analyses worden uitgevoerd of geadviseerd?
- Zijn er verschillende benaderingen bij verschillende drugsdumpingen?
- Wat zijn de ervaringen met veldtesten?
- Welke ontwikkelingen zijn te verwachten?

Op basis van deze vragen zijn gedurende de gesprekken vervolgvragen ontstaan, specifiek gericht op de betreffende geïnterviewde. De interviews zijn opgenomen in bijlage 1. De resultaten zijn verwerkt in hoofdstuk 4.

Casussen

Door de opdrachtgever en op basis van eigen ervaringen heeft het onderzoeksteam enkele casussen geselecteerd waar in het recente verleden dumplocaties zijn onderzocht. De selectie vond plaats op basis van eigen kennis, beschikbaarheid van de informatie en maatschappelijke impact van de dumping. Enkele casussen zijn geanonimiseerd vanwege de gevoeligheid van de materie en de status van het onderzoek/sanering.

De onderzoeksrapporten zijn onder andere beoordeeld op de onderzoeksmethodiek, geanalyseerde stoffen, doorlooptijd en kosten. Kortom: wat ging goed en wat ging mis in deze voorbeeldprojecten en wanneer het misging, waar werd dat door veroorzaakt en wat waren de gevolgen.

Praktijkcasus – sanering drugslab

Lange voorbereidingsperiode meer fasen van bodemonderzoek door verschillende bureaus, geen systeemanalyse. Uiteindelijk veel meer bodemverontreiniging te saneren dan gedacht op basis van ogenschijnlijk adequaat bodemonderzoek. Waarschijnlijk heeft juist door de ontgravingen bij de eerste

bereddering een toename van de verspreiding van verontreinigende stoffen plaatsgevonden door extra infiltratie van neerslagwater in de ontstane kuilen.

Er heeft tussentijdse aanpassing van de saneringsdoelstelling plaatsgevonden om langdurige (eindeloze) onttrekking van licht verontreinigd grondwater te beperken en ook (maatschappelijke) kosten te beperken.

Baarn, diverse dumplocaties in bos, vooral bodemlucht verontreinigd

Situatie

In een bosperceel van Staatsbosbeheer zijn in 2021 op meerdere plekken vaten en/of resten gevonden met drugsafval. Uit het politierapport is op te maken dat er sprake is van afval die te maken heeft met de productie van crystal meth (methamfetamine). Vrijwel alle locaties lagen op het perceel van Staatsbosbeheer, één locatie bevond zich op privéterrein. Na de vondst is een eerste bereddering uitgevoerd, waarbij bomen en grote struiken zijn gespaard. De ontstane kuilen zijn aangevuld met lokale bosgrond, de gaten werden daarbij min of meer dichtgeschoven met bosgrond die uit het bos werd geschraapt. De dumpplek op het privéterrein is niet opgeschoond, noch verder onderzocht.

Ik interpreteer Baarn iets anders dan jullie rapporteren:

- Na de eerste bereddering (sept. 2021) is veel tijd (1,5 jr.) verstreken voordat vervolgonderzoek is uitgevoerd (zomer 2023). Wellicht heeft er door tussentijdse uitdamping in de forse onverzadigde zone een verlaging van de concentraties aan restverontreiniging plaatsgevonden.
- Die lange tijd kan gunstig zijn geweest voor de uiteindelijke saneringskosten, maar er zijn mogelijk gezondheidsrisico's geweest voor ecologie en spelende kinderen.

Belangrijkste leerpunten

- Na de eerste bereddering zijn conclusies getrokken, die niet zijn gebaseerd op de juiste onderzoeksresultaten. Hierdoor is onterecht de schijn gewekt dat er geen bodemverontreiniging is ontstaan.
 - Onderzoek door een BRL-6000 gecertificeerd persoon. Op het moment dat er geen restverontreiniging wordt gevonden, kan direct de eindkeuring plaatsvinden;
- In het bos werkt de GPS niet altijd goed
 - inmeten ten opzichte van vaste punten en duidelijk vastleggen;
- Onder de boomwortels kan niet worden gegraven en evenmin worden geboord. De verontreiniging kan zich daar wel ophopen en nog langdurig voor nalevering naar de bodemlucht zorgen. Hiervoor is een alternatieve aanpak nodig
 - onderzoek met PID in de boring
 - sanering door middel van bodemluchtextractie
 - uitkeuren met PID,

Bijlage 2: Interviews samenstelling afval

Aan Intern
Van BB

Onderwerp Protocol drugsdumping: Interview laboratorium Eurofins
Datum 4 april 2024
Ons kenmerk C23020

Het interview heeft plaatsgehad via Teams.

Datum: 2 april 2024
Tijdstip: 14:00 – 15:00
Aanwezigen: PB, EL

Ervaringen

Hoe zijn jullie ervaringen bij drugsonderzoek?

We hebben vorig jaar in overleg met politie, justitie en RIVM twee analysepakketten samengesteld: pakket 1 voor afvalstoffen van alle soorten van drugsproductie en pakket 2 voor specifiek de drugs zelf. Je ziet dat er bij dumpingen ook altijd resten drugs aanwezig zijn. Die zijn interessant, want schadelijk voor ecologie, maar wellicht ook interessant voor politie/justitie.

Vooraf dumpingen of ook drugslabs zelf?

Wij kijken vooral en alleen met de bril op van het laboratorium. We krijgen monsters aangeleverd en die onderzoeken we. Waar de monsters vandaan komen is niet belangrijk voor ons.

Monsters via grond, water, materiaal of ook lucht?

*Tot nog toe alleen grond (steekbussen) en water.
Interessant om ook luchtmonsters te analyseren!*

Vragen in het algemeen:

- 1 Welke analyses voeren jullie uit bij drugsafval?
 - één volledig pakket?
 - > ja
 - pakket afgestemd op de soort drugs?
 - > Ja, pakket 1 is afvalstoffen voor alle soorten drugsproductie, pakket 2 betreft de drugs zelf.
 - > Sinds kort kunnen we niet alleen kwalitatief, maar ook kwantitatief meten.
 - > We zijn in overleg met politie om het pakket bij te sturen zodra nodig.
 - Wordt dit pakket ook met collega-laboratoria gedeeld?
 - > Lastige vraag: we willen concurrerend blijven, maar zijn we geneigd om het pakket met collega-laboratoria af te stemmen.
- 2 Analyseer je ook op de drugs zelf?
 - Ja, pakket 2
- 3 Weet je vooraf met welke drugs je te maken hebt?
 - Meestal niet: het komt voor dat op één plek meerdere afvalsoorten door elkaar liggen. We adviseren daarom altijd om in elk geval een totaalpakket te analyseren, omdat je nooit 100% zeker weet waar je mee te maken hebt.
- 4 Bij vluchtige verbindingen: verplichting van steekbus?

- *Zoals dat standaard is bij ons. Niet alles wordt in steekbus aangeleverd. Let er trouwens op dat bij zeer zure monsters het zuur kan door blijven werken in de monsterpot en daarmee producten kan afbreken.*
- 5 Zijn er screeningsmethoden voor drugsafval? Zo ja, met behulp van:
 - Grondmonster
 - > *Ja, dat is pakket 1*
 - Watermonster
 - > *Ja, dat is pakket 1*
 - Luchtmonster
 - > *Nog niet mee te maken gehad. Natuurlijk kunnen we koolbuisjes analyseren op een grote range aan vluchtige verbindingen*

Er zijn verschillende soorten drugsdumping:

- Vatendump
- Drugsafvalverbranding
- Dumping met lozing
- Opzettelijke lozing
- Opslag of achtergelaten op productielocatie

Zijn er verschillende analysestrategieën te bedenken bij de verschillende soorten dumping?

Er is ook nog het dumpen van drugsafval in mestkelders. Dat maakt het voor ons helemaal lastig, omdat in mestkelders van nature stoffen voorkomen die erg lijken op drugsafval.

Er zijn verschillende strategieën denkbaar, maar dat is niet altijd raadzaam. De keuze voor monstername ligt bij de onderzoeker/adviseur. Qua analyse adviseren wij om in elk geval pakket 1 te kiezen en op basis van de resultaten daarvan gidsparameters te kiezen waarop je de rest van het onderzoek afstemt. Dit kunnen voor grond en grondwater verschillende parameters zijn.

Erg belangrijk is om met PID op pad te gaan als veldmedewerker en eerst met PID te meten om risico in te kunnen schatten. Daarna is afperken met PID ook een goede optie. Het zijn altijd de vluchtige verbindingen die het snelst verspreiden en daarmee is het in kaart brengen van de vluchtige verbindingen de meest voor de hand liggend. Daarna monstername met steekbus om te analyseren op gidsparameters. Na sanering altijd eindcontrole op hele pakket, om juiste uitkeuring te kunnen doen.

Er zijn verschillende soorten drugsproductie met de volgende hoofdcategorie afvalstoffen:

- XTC: basen (NaOH)
- Amfetamine: zuur (HCl)
- MDMA: aceton

Wordt er onderscheid gemaakt tussen deze hoofdcategorieën?

Nee, niet wat betreft analyse. Je weet vooraf niet zeker of er verschillende afvalstromen gemengd zijn. Daarom minimaal eenmalig het hele pakket. Neem ook een pakket 2 mee om te weten welke drugs geproduceerd zijn.

We vragen altijd om een controle(referentie-)monster te nemen uit de omgeving om bijvoorbeeld natrium te vergelijken. NaOH en HCl vergaan heel snel in grond en grondwater. Natrium blijft achter. Op basis van natriumanalyse kun je een inschatting maken van de hoeveelheid natronloog er is gedumpt.

Dit kan in het veld nl eenvoudig worden getest dmv lakmoesproef en/of PID-meting.

Altijd doen, zie ook opmerking over veiligheid. Zuurgraad meten is niet altijd even betrouwbaar, omdat soms drugsafval van XTC en Amfetamine door elkaar wordt gegoooid. Dan heb je vervolgens vrij neutrale omgeving, terwijl er wel van alles is gedumpt. PID-metingen zijn daarbij betrouwbaarder.

Zou het handig zijn om dit vooraf aan het laboratoriumwerk te weten?

Vooraf de PID-metingen zijn wel handig, om een inschatting te kunnen maken van de aanwezigheid van vluchtige verbindingen.

Welke potjes / flessen / bodempluchmonsters nodig?

Potjes: gewone monsterpot en steekbus

Flessen: zie website, afhankelijk van analysepakket

Bodempluch: koelluisjes of luehtzakken

Dan zijn er 4 hoofdcategorieën afval (ingrediënten)

- Grondstoffen waarvan de drugs worden gemaakt
- Oplosmiddelen
- Sterke zuren en basen
- Resten van de geproduceerde drug

Wordt er bij de analyses onderscheid gemaakt in deze categorieën?

Nee, zie hiervoor

Welke potjes / flessen / bodempluchmonsters nodig?

Zie hiervoor

Afwijkingen van "normaal onderzoek"

Vallen deze analyses wel of niet onder AS3000?

Gedeeltelijk wel, de "normale analyses". De exoten (drugs e.d.) niet. Ze worden sinds kort wel kwantitatief gemeten.

Je weet vooraf niet welke stoffen je kunt verwachten. Zijn er screeningsmethoden voor de verschillende categorieën?

Nee

Zo ja: hoe moet dan het monster worden aangeleverd?

-

We hebben voor een groot deel te maken met niet-genormeerde stoffen.

Hoe bepalen we de schadelijkheid?

RIVM

Wie bepaalt de gewenste meetnauwkeurigheid?

Laboratorium. Niet de gewenste, maar de haalbare nauwkeurigheid. Op basis van NEN 7777.

Discussie en ontwikkelingen

Vaak nieuwe gevallen: onder Omgevingswet worden dat "ongewone voorvallen". Daarvoor bestaat een zorgplicht-beginsel van het volledig herstellen. Dat geldt dan voor alle nieuw aangetroffen stoffen, dus ook de mix aan afvalstoffen, omzettingen producten, hoofdproducten, etc. We moeten daarbij keuzes maken wat we wel en niet gaan analyseren. En eventueel gidsparameters/-analyses bepalen. Dit hebben we bijvoorbeeld al gedaan met PID-onderzoek op een dumpingsplek.

Vreemd: analytisch geen verhoogde gehalten, wel zeer hoge PID-uitslagen. Zeer vluchtige verbindingen, die wel zeker schadelijk zijn voor de volksgezondheid. Hoe gaan we analytisch daarmee om?

De ontwikkeling van drugs staat niet stil. Die gaat zelfs razendsnel. Dat betekent waarschijnlijk ook dat er nieuwe afvalproducten vrijkomen. Om niet achter de feiten aan te blijven lopen, zouden we een methode moeten bedenken voor onderzoek om de ontwikkeling voor te blijven.

DNA-onderzoek van de bodem?

Doen wij niet

Screeningsmethoden?

Is zeker een optie

Andere technieken?

Zoals??

Hoe houden we de kosten voor analyses in bedwang?

Gidsparameters kiezen?

Ja, is ook ons advies

Hoofdbestanddelen kiezen?

Ja, als gidsparameter

Meest schadelijke stoffen kiezen?

Zou kunnen, maar hoogste concentratie of vluchtige verbinding (verspreiding) ligt meer voor de hand. Na afronding sanering altijd uitkeuren met volledig pakket, dan pak je de meest schadelijke stoffen ook weer meer. NB. De meest schadelijke stoffen zijn vaak dure analyses. Als gidsparameter kun je veel handiger goedkopere analyses kiezen (aceton, methanol).

Bijlage: Productinformatieblad drugsonderzoek 24-08-2023

Drugsonderzoek

Regelmatig komt in het nieuws dat er een drugslaboratorium is opgerold of dat er illegale drugsdumpingen zijn gevonden. Dit brengt een stroom van (schadelijke) afvalstoffen met zich mee. Eurofins is gespecialiseerd in het kwantitatief analyseren van zowel de oplosmiddelen, hulpstoffen als eindproducten die hier veelvuldig bij voorkomen. Zo kunt u laten onderzoeken welke verontreinigingen aanwezig zijn en of deze stoffen het grondwater hebben bereikt.

Vervuiling door drugsafval

Met enige regelmaat worden in verlaten buitengebieden vaten en jerrycans gevuld met giftig drugsafval aangetroffen. De giftige stoffen komen via deze dumpingen in het milieu terecht, met alle mogelijke schadelijke gevolgen van dien. Het is dan ook belangrijk om de getroffen gebieden zo snel mogelijk te saneren.

Drugsafval, waar bestaat dat uit?

Om naar de juiste parameters op zoek te gaan, is het belangrijk om te begrijpen welke schadelijke stoffen aangetroffen kunnen worden.

De meeste dumpingen hebben een relatie tot de productie van (meth-)amfetaminen of cocaïne. Vaak bestaan dumpingen uit diverse soorten grondstoffen, intermediairs, metalen, oplosmiddelen, hulpstoffen of zelfs het eindproduct. Een aantal van deze stoffen zijn zeer mobiel en goed oplosbaar in water.

De hulpstoffen zijn stoffen die nodig zijn tijdens

de productie, maar geen onderdeel zijn van het eindproduct. Veel voorkomende hulpstoffen zijn zoutzuur en natronloog, maar ook katalysatoren op basis van kwik, die nodig zijn voor de productie, worden vaak aangetroffen bij drugssaneringen.

Voorzorgsmaatregelen

Elke dumping is uniek, maar ook de locaties zijn uniek. Graag helpen wij u met het uitzoeken van de mogelijkheden en wensen. Wat u als eerste kunt doen om de veiligheid van de locatie in te schatten is een luchtmeting gericht op de aanwezigheid van vluchtige stoffen en kwik.

Wet- en regelgeving

De gemaakte drugs vallen onder de opium wetgeving, wanneer er drugs (eindproducten) worden aangetroffen, wordt een dumping, als zij er niet al bij betrokken is, een zaak voor justitie.

De drugs, intermediars, en bepaalde grondstoffen zijn niet genormeerd in de wet bodem bescherming (Wbb), maar vallen onder de zorgplicht (artikel 13 Wbb).

Wanneer er dus vluchtige componenten, oplosmiddelen, zware metalen en/of eindproducten aangetoond zijn dient er volgens deze zorgplicht gesaneerd te worden.

In december 2022 is er door het RIVM een rapport opgesteld waarin wordt gewaarschuwd voor de gevolgen van drugsafval voor de gezondheid van onze samenleving. 20% van de drugsdumpingen vindt plaats in de buurt van grondwaterbeschermingsgebieden. Het RIVM adviseert dan ook om gerelateerde stoffen mee te nemen bij analyse en monitoring van rioolwater, oppervlaktewater en grondwater.

Voor meer informatie over het rapport van het RIVM, zie 'De gevaren van dumpingen en lozingen van drugs-productieafval voor de kwaliteit van drinkwaterbronnen - RIVM-briefrapport 2022-0104'.

Aanbod Eurofins

Eurofins biedt diverse analysemogelijkheden, gericht op de verschillende situaties, aan.

Allereerst bieden wij een pakket aan waarin naar de meest voorkomende oplosmiddelen en hulpstoffen worden geanalyseerd. Dit betreffen voornamelijk (vluchtige) stoffen als BTEX, diverse alcoholen, enkele metalen en de zuurgraad.

Tevens bieden wij twee pakketten aan voor analyse op de meest voorkomende eindproducten, te weten een pakket op amfetaminen en XTC en een pakket voor cocaïne. Deze stoffen kunnen volledig kwantitatief worden geanalyseerd. De analyses kunnen worden uitgevoerd in zowel bodem als (grond)water. Daarnaast kunnen onze medewerkers met u meedenken over analysemogelijkheden voor het onderzoekstraject bij een dumping. Deze analyses vallen niet binnen ons reguliere proces en hebben een doorlooptijd van circa 15 werkdagen.

Het is helaas niet mogelijk om zuivere stoffen te analyseren, dit soort onderzoeken dienen via justitie te verlopen.

Accreditatie/erkenning

De meeste stoffen zijn niet genormeerd, dat betekent dat deze niet geanalyseerd kunnen worden

Over Eurofins Environment Testing

Eurofins Environment Testing Nederland is onderdeel van Eurofins Scientific en uw partner voor milieuonderzoek.

Ons doel is om u te helpen bij het realiseren van uw doelstellingen. Met efficiënte en kwalitatieve analysetechnieken ondersteunen wij uw business processen.

Onze klantendienst staat tot uw beschikking met specialistische kennis en vergaande ervaring.

Hierbij kunt u gebruik maken van onze eigen emballage en logistieke dienst. Onze betrouwbare koeriers verzorgen de monsterverdracht op locatie en transporteren de monsters dezelfde dag nog naar het desbetreffende laboratorium.

Eurofins Environment Testing Nederland streeft naar bescherming van het milieu. Met onze producten en diensten ondersteunen wij het verantwoorde gebruik en de minimalisering van stoffen die schadelijk zijn voor mens en planeet. Voorbeelden hiervan zijn hormonen, bestrijdingsmiddelen, dioxines en zware metalen. Door het gebruik van water, grondstoffen en energie te beperken dragen wij bij aan duurzaamheid.

Onze laboratoria hebben speciale programma's ontwikkeld om milieurisico's te minimaliseren, zoals veilig gebruik van chemicaliën en afvalverwerking.

met een AS3000 of AP04 accreditatie/erkenning. De stoffen die wel genormeerd zijn zullen ook als zodanig gerapporteerd worden. Al deze analyses zijn gevalideerd en zullen uitgevoerd worden volgens onze ISO17025 accreditatie.

Meer informatie

Monsters kunnen op een gewenste locatie of op een depot worden opgehaald. Hiervoor kunt u contact opnemen met onze logistieke dienst via 0800-0991180 of logistiek@eurofins.com.

Voor aanvullende informatie over analyses, rapportage, tarieven, levertijden, service en meer kunt u contact met ons opnemen via uw contactpersoon of onze klantenservice tijdens kantooruren.

Overzicht drugspakketten- en testen

Drugsmonitoring		
Matrix:	Grond:	Water:
Pakket code:	PRC7X	PRC7W
Emballage:	1x 053; 1x 055 (steekbus)	1x 062, 063, 064, 066, 080; 2x 067
Snelste levertermijn:	72 uur	5 werkdagen
Standaard levertermijn:	5 werkdagen	5 werkdagen
Bevat:	Metalen: Kwik, natrium, zwavel (S en SO ₄). Vluchtige Aromatische Koolwaterstoffen: Benzeen, toluen, ethylbenzeen, o-Xyleen, m,p-Xyleen, naftaleen, styreen. Populaire organische koolwaterstoffen: Methanol, ethanol, methylethylketon, iso-Propanol, aceton, n-Butanol, is-Butyl-alcohol, acetonitril, diethylether, t-Butanol, 2-Butanol, 1,4-Dioxaan. Esters: Ethylacetaat, isobutylacetaat, methylacetaat, butylacetaat. Anorganische verbindingen: Ammonium (als NH ₄ - en NH ₄), chloride. Overige: Droge stof, zuurgraad, methyl-isobutylketon.	Metalen: Kwik, natrium, zwavel (S en SO ₄). Vluchtige Aromatische Koolwaterstoffen: benzeen, toluen, ethylbenzeen, o-xyleen, m,p-xyleen, naftaleen, styreen. Populaire organische koolwaterstoffen: methanol, ethanol, methylethylketon, iso-propanol, aceton, n-butanol, is-butyl-alcohol, cyclohexanon, acetonitril, diethyl-ether, n-propanol, t-butanol, 2-butanol, 1,4-dioxaan. Esters: Ethylacetaat, isobutylacetaat, methylacetaat, butylacetaat. Anorganische verbindingen: Ammonium (NH ₄ en NH ₄ -N), chloride. Overige: zuurgraad, methylisobutylketon.

Drugsmonitoring Cocaïne		
Matrix:	Grond:	Water:
Pakket code:	FFKY4	FFAI2
Emballage:	1x 053*	1x 065*
Snelste levertermijn:	12 werkdagen	12 werkdagen
Standaard levertermijn:	12 werkdagen	12 werkdagen
Bevat:	Cocaïne, benzolecgonine (BZE)	

Drugsmonitoring Amfetamine		
Matrix:	Grond:	Water:
Pakket code:	FF290	FFAH2
Emballage:	1x 053*	1x 065*
Snelste levertermijn:	12 werkdagen	12 werkdagen
Standaard levertermijn:	12 werkdagen	12 werkdagen
Bevat:	Amfetamine/speed, 3,4-methyleendioxyamfetamine (MDA), 3,4-methyleendioxy-N-ethylamfetamine (MDEA), 3,4-metyleendioxy-N-methylamfetamine (MDMA/XTC), methamfetamine, N-acetylamfetamine	

* In het geval van zowel cocaïne als amfetamine in hetzelfde monster: 1x 053 of 1x 065 is voldoende voor beide.

Aan Intern
Van BB

Onderwerp Protocol drugsdumping: Interview laboratorium SGS
Datum 4 april 2024
Ons kenmerk C23020

Het interview heeft plaatsgehad via Teams.

Datum: 4 april 2024
Tijdstip: 14:00 – 15:00
Aanwezigen: MH, VS, BB

Ervaringen

Hoe zijn jullie ervaringen bij drugsonderzoek?

Tot nog toe weinig ervaring hiermee. Specialistische analyses besteden we uit aan ons laboratorium in Antwerpen. We lopen daar tegen het probleem aan dat we wel drugs kunnen analyseren, maar alleen kwalitatief en niet kwantitatief.

Vooraf dumpingen of ook drugslabs zelf?

Dat is ons onbekend. We doen soms analyses voor adviesbureaus, vooral op verzoek.

Monsters via grond, water, materiaal of ook lucht?

Tot nog toe alleen grond (steekbussen) en water.

Vragen in het algemeen:

- 1 Welke analyses voeren jullie uit bij drugsafval?
 - één volledig pakket?
 - > *Nee, verschillende pakketten, op verzoek van het onderzoeksbureau wordt een pakket samengesteld.*
 - pakket afgestemd op de soort drugs?
 - > *Waarschijnlijk wel, maar die informatie ligt bij het onderzoeksbureau.*
 - Wordt dit pakket ook met collega-laboratoria gedeeld?
 - > *Het zou wel makkelijk zijn om 1 gezamenlijk pakket te hanteren en om dat landelijk vast te stellen. Maar dan moeten eigenlijk ook de standaarden voor de drugs worden afgestemd op elkaar, zodat we de drugs zelf ook kwantitatief kunnen meten.*
- 2 Analyseer je ook op de drugs zelf?
 - *Die analyse besteden we uit aan ons laboratorium in Antwerpen*
- 3 Weet je vooraf met welke drugs je te maken hebt?
 - *Meestal niet: als die kennis er al is, dan ligt die bij het onderzoeksbureau. Wij krijgen monsters en analyseren die.*
- 4 Bij vluchtige verbindingen: verplichting van steekbus?
 - *Zoals dat standaard is bij ons. Niet alles wordt in steekbus aangeleverd.*
- 5 Zijn er screeningsmethoden voor drugsafval? Zo ja, met behulp van:
 - Grondmonster

- > Een interessante vraag: we zouden eigenlijk een kwalitatieve screening kunnen doen op drugsafval, bij organische verbindingen kan dat natuurlijk wel, maar bij overige verbindingen wordt dat dan toch lastig.
- Watermonster
 - > idem
- Luchtmonster
 - > Nog niet mee te maken gehad.

Er zijn verschillende soorten drugsdumping:

- Vatendump
- Drugsafvalverbranding
- Dumping met lozing
- Opzettelijke lozing
- Opslag of achtergelaten op productielocatie

Zijn er verschillende analysestrategieën te bedenken bij de verschillende soorten dumping?

Dat moet vooral uit het vooronderzoek komen. Als er inzicht is in het productieproces, dan kunnen we daar de analyse op afstemmen.

Er zijn verschillende soorten drugsproductie met de volgende hoofdcategorie afvalstoffen:

- XTC: basen (NaOH)
- Amfetamine: zuur (HCl)
- MDMA: aceton

Wordt er onderscheid gemaakt tussen deze hoofdcategorieën?

Het zal altijd lastig zijn om vooraf hier informatie over in te winnen. Als het allemaal helder is, dan kun je hier het analysepakket op afstemmen (dat gebeurt nu eigenlijk ook). Als er onduidelijkheden zijn, is het veel handiger om een brede screening te doen van allerhande te verwachten stoffen, om daarna het pakket te analyseren stoffen in te perken tot enkele gidsparameters (voorbeeld: vluchtige stoffen). Bijvoorbeeld aceton en methanol, dat zijn relatief goedkope analyses.

Dit kan in het veld nl eenvoudig worden getest dmv lakmoesproef en/of PID-meting.

Natuurlijk kun je dit altijd doen, als je (adviesbureau) maar weet hoe die gegevens te interpreteren. De zuurgraad is daarbij een mogelijk parameter, veel drugsdumpingen zijn of basisch of erg zuur (vanwege het productieproces). Dat het zuur of basisch is verandert niet, ongeacht de stoffen die men gebruikt heeft. Met de PID kun je vooral vluchtige verbindingen opsporen. Vanuit die gegevens kunnen gericht monsters worden genomen. Dat is altijd handig om te doen.

Zou het handig zijn om dit vooraf aan het laboratoriumwerk te weten?

Nou, wij doen weinig met die gegevens.

Welke potjes / flessen / bodemluchtmonsters nodig?

Potjes: gewone monsterpot en steekbus

Flessen: zie website, afhankelijk van analysepakket

Bodemlucht: koalbuisjes of luchtzakken

Dan zijn er 4 hoofdcategorieën afval (ingrediënten)

- Grondstoffen waarvan de drugs worden gemaakt
- Oplosmiddelen
- Sterke zuren en basen
- Resten van de geproduceerde drug

Wordt er bij de analyses onderscheid gemaakt in deze categorieën?

Dan moet het adviesbureau dat aangeven bij de labopdracht.

Welke potjes / flessen / bodempluchtmonsters nodig?

Zie hiervoor

Afwijkingen van "normaal onderzoek"

Vallen deze analyses wel of niet onder AS3000?

Gedeeltelijk wel, de "normale analyses". De exoten (drugs e.d.) niet. Die worden in Antwerpen geanalyseerd, alleen kwalitatief.

Je weet vooraf niet welke stoffen je kunt verwachten. Zijn er screeningsmethoden voor de verschillende categorieën?

Nee, alleen voor vluchtige organische verbindingen zou je dat kunnen doen.

Zo ja: hoe moet dan het monster worden aangeleverd?

-

We hebben voor een groot deel te maken met niet-genormeerde stoffen.

Hoe bepalen we de schadelijkheid?

RIVM

Wie bepaalt de gewenste meetnauwkeurigheid?

Dat doen we hier op het laboratorium. Volgens de NEN 7777.

Discussie en ontwikkelingen

Vaak nieuwe gevallen: onder Omgevingswet worden dat "ongewone voorvallen". Daarvoor bestaat een zorgplicht-beginsel van het volledig herstellen. Dat geldt dan voor alle nieuw aangetroffen stoffen, dus ook de mix aan afvalstoffen, omzettingsproducten, hoofdproducten, etc. We moeten daarbij keuzes maken wat we wel en niet gaan analyseren. En eventueel gidsparameters/-analyses bepalen. Dit hebben we bijvoorbeeld al gedaan met PID-onderzoek op een dumpingsplek.

Vreemd: analytisch geen verhoogde gehalten, wel zeer hoge PID-uitslagen. Zeer vluchtige verbindingen, die wel zeker schadelijk zijn voor de volksgezondheid. Hoe gaan we analytisch daarmee om?

De ontwikkeling van drugs staat niet stil. Die gaat zelfs razendsnel. Dat betekent waarschijnlijk ook dat er nieuwe afvalproducten vrijkomen. Om niet achter de feiten aan te blijven lopen, zouden we een methode moeten bedenken voor onderzoek om de ontwikkeling voor te blijven.

DNA-onderzoek van de bodem?

Doen wij niet

Screeningsmethoden?

Is zeker een optie

Andere technieken?

Nee,

Hoe houden we de kosten voor analyses in bedwang?

Gidsparameters kiezen?

Ja, is ook ons advies

Hoofdbestanddelen kiezen?

Ja

Meest schadelijke stoffen kiezen?

Zou ik voorlopig niet doen, ga eerst de stoffen meten die het meest aanwezig zijn. Als je verontreiniging achterlaat, kun je altijd nog richten op de schadelijkheid van de stoffen. Denk daarbij ook aan natuurlijke afbraak

Overigens is het ook wel handig om op de kosten van de analyses te letten. Natuurlijk willen we graag een grote omzet, maar in dit soort gevallen krijg je vaak veel meer informatie over de omvang en verspreiding als je gericht op de stoffen analyseert die in de hoogste gehalten aanwezig zijn en het snelst verspreiden..

Bijlage: Analyse-overzicht afvalstoffen drugs

Amfetamine (Leuckart-synthese)		
Gebruikte stoffen	Product	Afval
Stap 0 APAAN – BMK	oliefase	waterfase
APAAN	BMK	Sterk (rokend) zuur (bijtend!)
Zuur (zoutzuur/zwavelzuur)	Niet omgezet APAAN	Ammoniumzout (wit/geel bezinksel)
	Naftalenen/onverzadigde ketonen	Lage conc. BMK/APAAN
Stap 1 BMK → N-formylamfetamine		
BMK	N-formylamfetamine (lichtbruin)	Water met mierenzuur (afvangen mierenzuurdampen)
Formamide (evt ammoniumformiaat)	+ verontreinigingen in lage concentraties (PM)	(zwak zuur)
Mierenzuur		
Stap 1a wassen met water	oliefase	waterfase
water	Olie-achtige laag (lichtbruin) N-formylamfetamine	Water met overtollig formamide en mierenzuur (zwak zuur)
	+ verontreinigingen in lage concentraties (PM)	BMK (indien niet volledig gereageerd)
		Olielaag agv onvolledige scheiding (N-formylamfetamine)
Stap 2 N-formylamfetamine → amfetamine	oliefase	waterfase
	Amfetamine (donkerbruin/bruinrood)	
Zoutzuur	HCOOH	
Stap 2a wassen met caustic soda	oliefase	waterfase
Caustic soda (50% NaOH oplossing)	Amfetaminebase (60%) (donker)bruine olie	Water met hoge pH (overmaat aan laag gebruikt)
	'teer': (hoogkokende verbindingen)	NaOH, NaCl, Naformiaat
	DPIA (belangrijkste)	NH3
	Imine/metimine	Olielaagje agv onvolledige scheiding
	1,3-dimethyl-2-fenyl-naftaleen (polymerisatie BMK)	
	1-benzyl-3-methylnaftaleen	
	Resten:	
	BMK	
	Amfetamine	
	N-formylamfetamine	
Stap 3a Stoomdestillatie	Olie-achtig, op waterige laag	Waterige laag
-	Gezuiverde amfetaminebase	Zwak basisch
		Vooraf water
		Lage concentratie amfetamine en evt BMK
		Residu
		Donkerbruine olie of viskeuze substantie
		'teer' (hoogkokende verbindingen)
		Lage concentraties amfetamine en verontreinigingen
Stap 3b Omzetten in amfetaminepasta		
Methanol	Amfetaminepasta (amfetaminesulfaat)	
zwavelzuur		

MDMA (reductieve aminering)		
Gebruikte stoffen	Product	Afval
Stap 0 safrol → PMK		Waterfase
Safrol		
Permierenzuur →	PMKglycidaat	
Zuur (zoutzuur/zwavelzuur) →	PMK	
		Vgl met APAANomzetting
Stap 1a PMK → MDMA in methanol		
PMK	MDMA	
methylamine	Methanol	
Oplosmiddel: Methanol (of isopropanol)		
Reductiemiddel (H ₂ /Pt)/(NaBH ₄)/(Al)/Hg)		
Stap 1b destillatie	olieachtig	wateroplosbaar
	MDMA-olie (base)	Lichtgele vloeistof, pH>12
		Oplosmiddel (methanol bv)
		methylamine
		Lage conc. MDMA en evt PMK, PMK-OH
Stap 1c kristallisatie		Donkerbruine vloeistof, deels mengbaar met water (afh. Conc MDMA)
Zoutzuur	MDMA HCL	aceton
		Zoutzuur
		Evt water
		Lage conc MDMA
Aceton (oplosmiddel)	(MDMA hydrochloride)	Verontr. PMK, PMK-OH
Fase 1d Filtratie		
	MDMA kristallen	aceton

Aan Intern
Van BB

Onderwerp Protocol drugsdumping: Interview MH, vm NFI
Datum 8 april 2024
Ons kenmerk C23020

Het gesprek heeft plaatsgehad via telefoon.

Datum: 8 april 2024
Tijdstip: 16:00 – 16:45
Aanwezigen: MH, BB

Ervaringen

MH vertelt dat hij ruim 15 jaar heeft gewerkt bij het NFI, de laatste jaren op gebied van drugsdumpingen. Hij heeft een chemische opleiding en is apotheker. Hij geeft aan dat er veel ontwikkelingen gaande zijn op gebied van de chemische samenstelling van drugsproducties. Samengevat zijn volgens hem:

- analyses in de commerciële laboratoria niet afgestemd op de werkelijke afvalstromen
- werkt het NFI niet op de juiste wijze samen met de commerciële laboratoria;
- is het forensisch gezien zinloos om kennis achter te houden voor onderzoeksbureaus, de NFI/recherche kan gewoon zonder probleem haar kennis omtrent drugsdumpingen delen;
- zou hier landelijk afspraken over gemaakt moeten worden
- lijkt het erop dat die afspraken van boven opgelegd moeten worden (ministerie)
- wordt bijna nooit de dader gepakt, hooguit een stroman
- de tips die de politie krijgt over drugslabs of -dumpingen komen vaak van de drugsproducenten zelf om:
 - concurrent weg te werken;
 - aandacht af te leiden
 - soms geven ze een eigen drugsfabriek aan, om de grotere eigen labs te maskeren
 - soms offeren ze “kleine jongens” op
 - het is erg eenvoudig om kwetsbare jonge jongens in te palmen en onder druk te zetten door drugsdelinquenten
 - etc. er gaat veel mis
- er zou een landelijke pot moeten komen voor forensisch onderzoek en voor het saneren van de bodem
- 100% opruimen is niet altijd handig: je kunt beter efficiënt opruimen en dingen die geen risico vormen laten liggen;
- Uiteindelijk betaalt de burger.

Hij biedt zich aan mee te werken bij advisering over het vervolg of een aanbeveling schrijven voor het delen van informatie over chemische samenstelling van drugsafval door NFI.

Aan Intern
Van BB

Onderwerp Protocol drugsdumping: Interview politie, CP
Datum 19 april 2024
Ons kenmerk C23020

Het gesprek heeft plaatsgehad op locatie politiebureau in Z

Datum: 19 april 2024

Tijdstip: 9:30 – 11:00

Aanwezigen: CP, BB

Ervaringen

CP geeft aan dat hij sinds 2000 werkzaam is geweest als bodemadviseur. Tussen 2005 en 2012 heeft hij bij een adviesbureau als adviseur bodem gewerkt. In 2023 maakte hij de overstap naar de politie en daar heeft hij jaren gewerkt aan opsporing van drugsdelicten. (periode 2013 -2021). Sindsdien werkt hij voor andere opsporingszaken (verwerking afvalhout in verwarmingsbranche).

Tijdens het opsporen van drugsdelicten was zijn ervaring dat de milieu-impact onderbelicht werd. Met het oog daarop heeft hij, samen met collega's, meer aandacht gezocht voor het aanwijzen van lozingspunten en de verhouding van chemicaliën bij plaatsen delict (PD's). Daarover heeft hij een boek geschreven als een soort manifest/handvat voor politie-onderzoek bij drugsdelicten.

Samengevat zijn bevindingen en opmerkingen

- Er zijn verschillende soorten drugsafval. De politie/recherche heeft vanuit de opsporing vaak al een indicatie waar het om gaat. Tevens doet zij onderzoek. Drugslaboratoria worden eerst ontmanteld door de afdeling van de politie LFO (Landelijk faciliteit ontmantelen). Na het forensisch onderzoek en eventueel ontmantelen van het drugslab worden de Omgevingsdienst en brandweer ingeschakeld om de locatie (bodem/milieudelict) op te ruimen. Hierbij weet men vaak niet om welke afvalproducten het gaat. Er wordt samengewerkt met een aantal vaste bedrijven, die ervaring hebben met drugsafval en die doen de eerste bereddering.
- Bij een incidentele lozing is dat vrij gemakkelijk: er ligt bijvoorbeeld een vat in de sloot: ruim het vat en de rommel op en je bent klaar. Bij een drugslaboratorium of een langdurige lozing is het spul al in het grondwater getrokken, dan is een vlek veel groter, de impact voor het milieu slecht in te schatten en kun je bij de eerste bereddering veel informatie kwijtraken die nodig is voor het milieuonderzoek.
- Het opruimen wordt nu door de OD gedaan (eerste bereddering), maar dat gebeurt niet altijd even zorgvuldig. Daarna is het wachten tot er geld is voor de vervolgsanering. Daarbij is de recherche niet meer betrokken en wordt ze ook niet op de hoogte gehouden.
- Bij de politie Oost-Nederland worden de milieufeiten wel meegenomen in het strafdossier als een subparagraaf. Het forensisch team is daarbij speciaal getraind om te letten op lozingspunten (kraantjes, afvalputten, leidingwerk etc).
- Wist je dat de straf voor een milieudelict even groot is als voor het beheren van een drugslab? Namelijk beiden 6 jaar. De recherche zou er goed aan doen om beide zaken aanhangig te maken in het

strafdossier in plaats van te focussen op het drugslaboratorium. De pakkans wordt dan groter, de op te leggen straf zwaarder en de drugscriminelen leren dat ze er niet zomaar mee weg komen. Dat laatste is nu wel vaak het geval, omdat er veel te weinig gecommuniceerd wordt tussen opdrachtgever voor het milieuonderzoek/adviesbureau en de recherche (gebeurt eigenlijk vrijwel nooit dat de milieuschade in het strafproces wordt meegenomen).

- Het NFI mag analysegegevens en -standaarden niet delen met commerciële laboratoria, omdat dit niet is toegestaan vanuit de drugswetgeving (Min V&J).

Zijn advies samengevat:

- Het ministerie (V&J) zou de wetgeving iets moeten wijzigen en/of aanpassen dat de commerciële labs onder voorwaarden de standaarden van de drugsanalyses van NFI kunnen uitwisselen, om zodoende de analysetechnieken vooruit te helpen.
- Meer samenwerken tussen recherche en milieubureaus
- Uitwisseling van informatie kan beide partijen vooruit helpen
 - Enerzijds besparen op onderzoeks- en saneringskosten
 - Anderzijds bij het strafproces om drugsdelinquenten aan te pakken
- Het protocol zou moeten voorzien in samenwerking met recherche en vice versa.
- Voor de eerste analyse van een drugsdumping/drugslocatie zou landelijk een mobiele wagen ingezet moeten worden met bijvoorbeeld een GC-MS aan boord, die een nieuwe locatie binnen een dag in beeld brengt – soort verontreiniging, globale omvang. Met die informatie kan het onderzoeksbureau aan de slag. Dit zou een stap kunnen zijn tussen het forensisch onderzoek en de eerste bereddering/vervolgonderzoek.
- er zou een landelijke pot moeten komen voor onderzoek en voor het saneren van de bodem na drugsdumpingen.
- Die pot moet gevuld worden met geld van drugscriminelen
- 100% opruimen is niet altijd handig: je kunt beter efficiënt opruimen en dingen die geen risico vormen laten liggen;
- Uiteindelijk betaalt de burger --> dus gezamenlijke pot aanleggen!!!!.

Bijlage 3: Casussen onderzoek en sanering

Handreiking aanpak bodemverontreiniging door drugsafval

Onderwerp:	Analyse onderzoek en sanering van bodemverontreiniging als gevolg van drugsproductie gerelateerde afvalstoffen	Projectcode:	P03737
		Opgesteld:	Hans de Waal
Datum:	Februari 2025	Email:	hans.dewaal@greenhouse-advies.nl

Uit deze geanonimiseerde praktijkcase, met een zoals gebleken omvangrijke bodemverontreiniging, is goed te zien welke stappen er allemaal doorlopen moeten worden om tot een geslaagde bodemsanering te komen. Daarbij is in blauw beschreven met welke onzekerheden de onderzoeker en de saneerder te maken hebben bij het trekken van conclusies op een beperkt aantal steekproeven.

In deze memo is de case per fase/rapport met de resultaten van onderzoeken en sanering de case sterk samengevat met zoveel de mogelijk letterlijke tekst uit de rapporten (in zwart), gericht op die elementen waar lering uitgetrokken kan worden.

In de omkaderde blauwe tekst is een toelichting gegeven waar, zoals soms later pas bleek andere conclusies getrokken hadden kunnen worden.

De opmerkingen zijn geenszins bedoeld als (gemakkelijke) kritiek achteraf, maar bedoeld om lering uit te trekken, voor onderzoekers en opdrachtgevers om onzekerheden tijdig te elimineren of bewust en bekwaam met de risico's om te gaan.

Proces van bodemonderzoek tot saneren

Bij bodemonderzoek is het altijd een afweging tussen extra onderzoek(-skosten) voor meer zekerheid of tot een volgende stap te besluiten om de voortgang erin te houden. Ook na ogenschijnlijk uitstekende bodemonderzoeken komt de werkelijkheid pas aan het licht als je gaat graven en verontreinigd grondwater gaat onttrekken. Bodemonderzoek is conclusies trekken en vervolgstappen zetten op basis beperkte kennis en van aannames. Iedere boring is slechts een steekproef. En een opdrachtgever ziet graag dat de onderzoekskosten beperkt blijven.

Wees er voortduren bewust van en maak samen keuzes t.a.v. risico's elimineren of bewust accepteren.

1. Eerste bereddering maart 2020

Bij de eerste bereddering is het doel duidelijk. Er is sprake van ernstige risico's voor milieu en volksgezondheid en ten minste dit laatste moet z.s.m. worden weggenomen. In deze fase zal er weinig onduidelijkheid zijn omtrent wat moet gebeuren. Maar zonder goede vastlegging van de oorspronkelijke situatie, zal het daaropvolgende bodemonderzoek minder kosten efficiënt zijn. Aandacht voor kennisoverdracht is noodzakelijk.

De eerste bereddering ('Damage control') is uitgevoerd op basis van het bodemonderzoek dat onder het volgende kopje wordt beschreven. In 4 dagen is 147 m³ van de sterkt verontreinigde grond verwijderd door een gecertificeerde aannemer (SIKB-protocol 7001), onder begeleiding van het onderzoeksbureau. Het plan van aanpak 'damage control' is aan de Omgevingsdienst voorgelegd en akkoord bevonden.

Het is positief dat de eerste bereddering (ontgraving van de hotspots) en het bodemonderzoek in gezamenlijkheid is uitgevoerd, zodat er een complete rapportage is van wat er is ontgraven en wat er aan concentraties is achtergebleven.
Soms zijn de werkzaamheden en onderzoeksresultaten van een eerste bereddering (ontgraving) i.g.v. een calamiteit minder overzichtelijk gerapporteerd.

Onderstaand zijn alle stappen van deze eerste bereddering vrij letterlijk overgenomen uit het Evaluatierapport uit april 2020 ter illustratie wat er allemaal komt kijken bij een dergelijke calamiteit.

Saneringsdoelstelling en uitgangspunten en voorbereiding

1 Uitgangspunten en randvoorwaarden

Voor de sanering de volgende uitgangspunten en randvoorwaarden worden gehanteerd:

- De ontgraving zal plaatsvinden ter plaatse van de bron (drugs laboratorium) van de met drugs gerelateerde stoffen, waarbij de ontgravingsgrenzen worden geverifieerd door middel van analyses.
- De parameters benzeen, toluen, methanol, dichloormethaan, MEK, ammonium en aceton worden als maatgevend voor de verontreinigingen met drugs gerelateerde verontreinigingen beschouwd. De te nemen controlemonsters zullen derhalve uitsluitend worden geanalyseerd op de bovengenoemde parameters.

2 Saneringsdoelstelling en saneringsmaatregelen

Voor deze sanering geldt geen formele saneringsdoelstelling, de ontgraving heeft enkel plaatsgevonden vanuit damage control: wegnemen grond met de grootste lading aan verontreinigde stoffen voor nalevering. De sanering is uitgevoerd door het ontgraven en afvoeren van verontreinigde grond.

3 Plan van aanpak

Met het bevoegd gezag en opdrachtgever is voorafgaand aan de uitvoering van de werkzaamheden de uitgangspunten en doelstelling afgestemd, vanwege de spoedeisendheid en de wens om snel om snel te handelen, is een V&G uitvoeringsplan gecombineerd met een werkplan opgesteld. Hierin is een beknopte beschrijving opgenomen van de werkzaamheden voor de hot-spot sanering/ waarin een plan van aanpak is beschreven.

4 Goedkeuring door bevoegd gezag

Door het bevoegd gezag (Omgevingsdienst) is aangegeven akkoord te zijn met de sanering vanuit het principe van 'damage control'.

Uitvoering sanering en milieukundige processturing

De saneringswerkzaamheden bestonden uit het ontgraven en afvoeren van de aan met gerelateerde drugs-productie verontreinigde grond. In de volgende paragrafen zijn de diverse uitvoeringsaspecten nader uitgewerkt.

1 Vergunningen en meldingen

Ten behoeve van de bodemsanering zijn de volgende meldingen verricht:

- Op 20 maart 2020 is door middel van het verstrekken van de opdracht voor de sanerende werkzaamheden vanuit Gemeente de '*melding start bodemsanering*' gedaan;
- Melding beëindiging sanering 'damage control' april 2020.

2. Veiligheid en gezondheid

Tijdens de uitvoering van de saneringswerkzaamheden is gewerkt volgens een veiligheids- en gezondheidsplan voor de uitvoeringsfase (V&G-plan uitvoeringsfase). In dit V&G-plan uitvoeringsfase staan de voorzieningen en maatregelen voor de veiligheid op het werk vermeld.

3. Voorbereidende werkzaamheden

Voorafgaand aan de feitelijke sanerende werkzaamheden is het terrein door de aannemer ingericht. De saneringslocatie is afgezet met hekwerk en er is een mobiele decontaminatie-unit geplaatst. Tevens zijn de aanwezige opstallen op de locatie waar grond wordt ontgraven ontmanteld en afgevoerd.

4. Uitgevoerde werkzaamheden

De saneringswerkzaamheden zijn uitgevoerd binnen 1 week door een gecertificeerde aannemer in het bezit van de vereiste erkenning voor het SIKB protocol 7001 'Uitvoering van landbodemsanering met conventionele methoden'.

5. Ontgravingswerkzaamheden

De ontgraving heeft plaatsgevonden tot 0,2 m -mv. De ontgravingsgrenzen zijn tijdens het werk vastgesteld door de milieukundig begeleider op basis van visuele waarnemingen en de in het bodemonderzoek aangegeven contour. In totaal is 147 m³ verontreinigde grond ontgraven.

6. Afvoer verontreinigde grond

In totaal is 250,74 ton (147 m³) sterk verontreinigde grond afgevoerd naar een verkende verwerker

7. Milieukundige processturing

De milieukundige processturing is uitgevoerd door een MKB'er (BRL SIKB 6001). Tijdens het ontgraven en afvoeren van de verontreinigde grond is de milieukundig begeleider continu aanwezig geweest.

8. Milieukundige verificatie

Tenslotte is er een milieukundige verificatie (grond, grondwater en slib) uitgevoerd, waarvan de resultaten in het bodemonderzoeksrapport zijn verwerkt.

2. Bodemonderzoek maart 2020

Bij het eerste (verkennde) bodemonderzoek is het doel om de milieurisico's in beeld te brengen en daarbij volgt altijd inzicht in de globale omvang van de bodemverontreiniging. Maar zolang niet vaststaat dat er een ernstige bodemverontreiniging is, is de benodigde onderzoeksinspanning lastig goed te voorspellen.

- Als er uit een Verkennend bodemonderzoek blijkt dat er weinig aan de hand is wordt het rapport als een 'schone grond verklaring' gebruikt. Dan moet dus wel worden getoetst of binnen de opdracht wel afdoende informatie naar voren is gekomen.
- Als er uit een Verkennend bodemonderzoek blijkt dat er wel een ernstige bodemverontreiniging aanwezig is en sanering nodig is, dan is het vooral de basis voor een goed plan voor aanvullend/nader bodemonderzoek.

Op de locatie, een voormalig boeren erf (perceelgrootte 11.250 m²) is een drugslaboratorium in gebruik geweest en heeft illegale lozing met drugsafval gerelateerde (afval)producten in vijvers en op het maaiveld plaatsgevonden. Centraal op het terrein is een drugslaboratorium aangetroffen in enkele kleine opstallen. Op diverse locaties zijn (zeer veel) vaten met chemicaliën en met extreme pH's (pH 1 en pH 12) aangetroffen die een relatie hebben met de productie en de restproducten van drugs. Op de locatie bevinden zich enkele slootjes en vijvertjes, waarin waarschijnlijk afvalproducten van drugs zijn geloosd. Rondom de slootjes/vijvers is het maaiveld zeer drassig, mogelijk is ook op het maaiveld afvalwater terecht gekomen.

Regionale bodemopbouw

Diepte (m -mv)	Geohydrologische eenheid	Geologische formatie	Lithologie
0 – 8	Goed doorlatende deklaag	Formatie van Bostel	zand
8 – 14	Slecht doorlatend pakket	Formatie van Woudenberg	zand, veen en klei
> 14	Watervoerende laag	Formatie van Drenthe	zand

De grondwaterstroming van het ondiepe freatische grondwater wordt sterk beïnvloed door omgevingsfactoren zoals drainerende of infiltrerende sloten. Regionale was een west tot noordwestelijke grondwaterstroming te verwachten. De locatie is niet gelegen in een grondwateren/of bodembeschermingsgebied.

Voorafgaand aan het bemonsteren van het slib en grond in de slootjes/vijvers is het water ter plaatse afgezogen en in een vloeistofdichte container afgevoerd (als onderdeel van de 1^e bereddering).

In maart 2020 is in opdracht van de gemeente een eerste bodemonderzoek uitgevoerd volgens het protocol voor een Verkennend bodemonderzoek. Als uitgangspunt is gesteld dat er sprake was van een calamiteit met zeer specifieke stoffen. Het onderzoek heeft zich met name gericht op humaan toxicologische-, verspreidings- en ecologische risico's. Het onderzoek heeft minder gericht op de exacte omvang van de bodemverontreiniging. Diverse grond- en grondwatermonsters zijn geanalyseerd op een zogenaamd drugs-pakket, (vluchtige) aromaten en aanvullend onderzocht op een XTC-screening.

Drugs-pakket:	De XTC-screening:
• pH, EC;	• Amfetamine;
• ammonium;	• Methyldamfetamine;
• methanol;	• MDA;
• ethanol;	• MDEA;
• 1-propanol, 2-propanol (IPA), 1-butanol, iso-butanol, tert-butanol;	• MDMA
• methylacetaat, ethylacetaat, butylacetaat, aceton;	
• diethylether;	
• methylisobutylketon (MIBK);	
• MEK (methyl ethylketon);	
• acetonitril	

Onderzoeksresultaten

Er zijn 18 boringen verricht, waarvan 9 met peilbuis. Het maaiveld ter plaatse van de onderzoekslocatie is overwegend onverhard. De bodem bestaat tot de maximale boordiepte van 2,3 m -mv uit (zeer) fijn zand.

Er zijn 24 grondmonsters onderzocht op: 16 x drugspakket, 6 x XTC-screening, 5x NEN5740-pakket, 5 x PFAS. Er zijn 9 grondwatermonsters onderzocht op: 9 x drugspakket, 4 x XTC-screening, 3x NEN5740-pakket, 6 x vluchtige aromaten.

Bij het veldwerk zijn nauwelijks kleurafwijkingen waargenomen. Het grondwaterniveau is aangetroffen tussen 0,2 en 1,1 m -mv. Er kon geen eenduidige grondwaterstroming worden opgemaakt uit de grondwaterstandsmetingen. Er zijn geen verhoogde concentraties gemeten met de PID-meter. Ondanks dat er geen actieve geurwaarnemingen zijn verricht, zijn er plaatselijk passieve geurwaarnemingen gedaan, die duiden op het gebruik van zuren en andere stoffen die gebruikt zijn bij de productie van drugs.

De grond en het grondwater ter plaatse van met name het slootje waarop is geloosd zijn sterk verontreinigd met stoffen die te relateren zijn aan de productie/afvalproducten/dump/lozing van drugsgerelateerde stoffen: benzeen, toluen, methanol, MEK, ammonium, methyldamfetamine, amfetamine en aceton.

Lokaal op het terrein (met name op het centraal zuidelijke en het noordwestelijk terreindeel) zijn eveneens (sterk) verhoogde gehalten met benzeen, toluen, methanol, dichloormethaan, MEK, ammonium, amfetamine en aceton gemeten. Deze verhoogde gehalten lijken met name gerelateerd te zijn aan lokale dumps drugsgerelateerde stoffen.

De streef-, achtergrond-, en interventiewaardecontouren zijn globaal vastgesteld voor grond en grondwater.

Conclusies

Humane risico's

Op basis van de gemeten gehalten aan benzeen dient een deel van de locatie met spoed gesaneerd te worden als gevolg van acute humane risico's.

Ecologische risico's

Op basis van de gemeten gehalten bestaan er momenteel geen acute ecologische risico's. Opgemerkt wordt dat er geen volledige ecologische scan is uitgevoerd.

Verspreidingsrisico's

Gezien het vermoeden dat er geen zaklaag (gemeten sterk verhoogde gehalten zijn alle lichter dan water) aanwezig is, de gemeten gehalten niet duiden op een drijfslaag, er geen kwetsbare objecten in de directe omgeving zijn en er naar alle waarschijnlijkheid geen bodemvolume van meer dan 6.000 m³ verontreinigd met stoffen gerelateerd aan de ontplooiende activiteiten op het perceel bestaat er geen verspreidingsrisico.

Het uitgangspunt waarop beargumenteerd is dat er geen zaklaag zal zijn is niet correct. Dichloormethaan (DCM) heeft een s.g. van 1,33 kg/l en is dus zwaarder dan water. De maximale oplosbaarheid van DCM is 20 g/l en de maximaal gemeten concentratie DCM is 70.000 µg/l. Dat is 18% van de maximale oplosbaarheid en dan is niet uit te sluiten dat in de nabijheid puur product is geloosd en puur product met een hoger soortelijk gewicht dan water kan wegzakken tot op een slecht doorlatende bodemlaag, zoals een kleilaag.

Saneren

Aangezien de aangetoonde verontreinigingen met benzeen, toluen, ammonium, methanol, MEK, methyldamfetamine, amfetamine en aceton zijn ontstaan na 1987 is de zorgplicht conform de Wet bodembescherming (artikel 13) van toepassing. De ontstane verontreinigingen dienen zoveel als mogelijk te worden gesaneerd tot de achtergrond-, streefwaarde/detectielimiet (voor stoffen waar geen achtergrond-, en streefwaarde voor is vastgesteld).

Als maatgevend voor de sanering worden de parameters toluen, benzeen, methanol, dichloormethaan, MEK, aceton en ammonium beschouwd. Onderstaand zijn de maximaal gemeten concentraties van belangrijkste verontreinigende stoffen opgenomen.

Maximale concentraties in grondmonsters		Maximale concentraties in grondwatermonsters	
Amfetamine	417 mg/kg	Amfetamine	12.100 - 1.340.000 µg/l
Methylethylketon (MEK)	15,9 mg/kg	Methylethylketon (MEK)	490.000 - 760.000 µg/l
Methanol	350 mg/kg	Methanol	310.000 µg/l
Methyldamfetamine	0,17 mg/kg	Dichloormethaan (DCM)	13.000 - 70.000 µg/l
Ammonium	1.900 mg/kg	Ammonium	3.000 µg/l
		Benzeen	150 -260 µg/l
		Toluen	2.100 µg/l

Vervolg

Aanvullend onderzoek wordt geadviseerd met de volgende doelen:

Teneinde meer inzicht te verkrijgen in de verontreinigingssituatie ter plaatse worden onderstaande aanvullende werkzaamheden aanbevolen:

- grond aanvullend onderzoeken op toluene en benzeen;
- hoger detailniveau verkrijgen over de omvang van de verontreinigingen in grond en grondwater door middel van het aanvullend verrichten van boringen en peilbuizen;
- vaststellen in hoeverre de ontstane verontreinigingen perceeloverschrijdend zijn.

3. Aanvullend bodemonderzoek april-mei 2020

Belangrijk is om de precieze doelen van vervolgonderzoek goed te benoemen tussen onderzoeker en opdrachtgever. Voor een Nader bodemonderzoek is de NTA 5755 opgesteld. Deze NEN-norm schrijft uitgebreid voor, in 36 pagina's met scenario's en gedetailleerde verplichtingen, waar een Naderonderzoek aan moet voldoen én waar rekening mee moet worden gehouden. Omdat hierbij deels gehandeld moet worden op basis van voortschrijdend inzicht is het ook voor een ervaren professional geen sinecure om na een verkennend onderzoek een sluitende offerte te schrijven voor één afgerond Naderonderzoek.

Voor een Aanvullend bodemonderzoek is het format vrij en voelt de onderzoeker zich vrijer en kan er slagvaardiger worden geopereerd. Maar als de NTA-5755 volledig uitbeeld is, bestaat de kans dat er belangrijke risicoaspecten onderbelicht raken. De NTA-5755 kan ook als richtlijn of afvink lijst worden gebruikt.

In opdracht van de Omgevingsdienst is in april en mei 2020 een aanvullend milieuhygiënisch bodemonderzoek uitgevoerd. Het doel van dit aanvullend onderzoek is het inzichtelijk maken van de omvang van de ontstane verontreinigingen. Gezien de Zorgplicht (artikel 13 Wbb) van toepassing is, heeft het onderzoek tot doel om de verontreinigingen in beeld te krijgen tot aan de achtergrondwaarden (grond) en streefwaarden (grondwater) danwel tot aan de detectielimiet voor niet genormeerde stoffen.

Onderzoeksresultaten

Er zijn 19 boringen met peilbuis verricht. Boordiepte is 14x 2,5 m en 5x 4,0 à 4,5 m -mv. Onderin deze diepere boringen is tot maximaal enkele decimeters in de kleilaag geboord. Vanaf circa 4,0 m -mv is klei aangetroffen in alle 5 diepere boringen.

De variatie van de klei samenstelling qua kleur, humus, zand en het verschil in diepte t.o.v. NAP (tot 75 cm) zijn niet opgemerkt. Ook de ondiepe ligging van de aangetroffen klei (ca. 4 m -mv) t.o.v. de regionale bodemopbouw (8 m -mv) is niet benoemd. Het risico op en de potentiële gevolgen van een niet aaneengesloten kleilaag lijken niet in beeld te zijn geweest.

Er zijn 21 grondmonsters onderzocht op:

Bovengrond: 7 x methanol, MEK, ammonium en aceton

Ondergrond: 13 x benzeen, toluene, methanol, dichloormethaan, MEK (methylethylketone), ammonium en aceton, 1 x toluene

Er zijn 10 grondwatermonsters onderzocht op:

19 x benzeen, toluene, methanol, dichloormethaan, MEK (methylethylketon), ammonium en aceton

In dit aanvullend onderzoek zijn veel stoffen niet in hogere gehalten dan in het voorjaar gemeten. Alleen wel voor Ammonium zijn nu hogere gehalten (tot 470.000 µg/l) in het grondwater gemeten en is ook 1.500 tot 3.700 µg/l aan Aceton vastgesteld.

Conclusies en aanbevelingen

Op basis van het uitgevoerde onderzoek concluderen wij het volgende:

Gevalsbeschrijving

Ter plaatse van de locatie bevindt zich een geval van ernstige bodemverontreiniging in grond en grondwater. Het geval bestaat uit verontreinigingen met benzeen, toluene, methanol, dichloormethaan, MEK, ammonium, methylamfetamine, amfetamine en aceton en strekt zich uit vanaf het maaiveld tot plaatselijk ten minste 4,0 m - mv (het zandpakket tot op de waterkerende kleilaag op ongeveer 4,0 m -mv). De verontreinigingssituatie is zowel in horizontaal als verticaal vlak afdoende in beeld gebracht.

De verontreiniging bevindt zich voor het overgrote deel op het perceel waar de calamiteit is ontstaan (bron). Een klein deel van de pluim van de verontreiniging bevindt zich echter op het belendend perceel. Met name ammonium is in het grondwater ter plaatse aangetroffen in gehalten boven de detectiegrens.

Gezien enkele stoffen zijn 'gezak't tot op de kleilaag is besloten deze laag niet te doorboren om een eventuele 'lekkage' naar het diepere Watervoerende Pakket te voorkomen.

Op basis van de gemeten gehalten zijn streef-, achtergrond-, en interventiewaarde contouren vastgesteld voor grond en grondwater. Onderstaande volumes van de ontstane verontreinigingen worden geschat:

Interventiewaarde contour grond	1.600 m ²	x 1,5 m =	2.400 m ³
Achtergrondwaarde contour grond:	2.200 m ²	x 1,5 m =	3.300 m ³
Interventiewaarde contour freatisch grondwater:	2.200 m ²	x 1,5 m =	3.300 m ³
Streefwaarde contour grondwater:	3.100 m ²	x 1,5 m =	4.650 m ³
Interventiewaarde contour dieper grondwater	750 m ²	x 1,5 m =	1.125 m ³

Risico's

Humane risico's

Methanol, toluen en benzeen, dichloormethaan, MEK en aceton betreffen oplosmiddelen die worden gebruikt bij de productie van drugs. Bij het synthetische productieproces voor MDMA wordt vaak ammonium gebruikt. De aanwezigheid van methylamfetamine en amfetamine duiden beide op de productie van speed of 'crystal meth'.

Voor met name benzeen geldt dat het een kankerverwekkende stof betreft. Ammonium is op zichzelf geen sterk toxische stof, er kan echter onder bepaalde omstandigheden (zuurgraad en temperatuur afhankelijk) ammoniak uit ammonium vrijkomen: hoe hoger de pH-waarde en temperatuur, hoe meer schadelijk ammoniak uit ammonium kan ontstaan.

Ecologische risico's

Op basis van de gemeten gehalten bestaan er momenteel geen acute ecologische risico's. Opgemerkt wordt dat er geen volledige ecologische scan is uitgevoerd.

Verspreidingsrisico's

Gezien er geen zaklaag (gemeten gehalten in freatisch grondwater zijn overeenkomstig die van het diepere grondwater) aanwezig is, de gemeten gehalten niet duiden op een drijf laag, er geen kwetsbare objecten in de directe omgeving zijn en (nog) geen bodemvolume van meer dan 6.000 m³ verontreinigd met stoffen gerelateerd aan de ontplooiende activiteiten op het perceel, bestaat er (nog) geen verspreidingsrisico.

Saneren

Aangezien de aangetoonde verontreinigingen met benzeen, toluen, ammonium, methanol, MEK, methylamfetamine, amfetamine en aceton zijn ontstaan na 1987 is de Zorgplicht conform de Wet bodembescherming (artikel 13) van toepassing. De ontstane verontreinigingen (zowel de bron als de pluim) dienen zoveel als mogelijk te worden gesaneerd tot de achtergrond-, streefwaarde/detectielimiet (voor stoffen waar geen achtergrond-, en streefwaarde voor is vastgesteld). Aangezien de aangetoonde verontreiniging perceelsoverschrijdend is, kan de probleemeigenaar aansprakelijk worden gesteld voor het eveneens saneren van de ontstane verontreiniging op het belende perceel.

Als maatgevend voor de sanering worden de parameters toluen, benzeen, methanol, dichloormethaan, MEK, aceton en ammonium beschouwd.

Teneinde de saneringsvarianten te bespreken wordt geadviseerd om in overleg te treden met Provincie, Gemeente en een (BRL 6000 gecertificeerd) adviesbureau.

Pas als de saneringstechniek is vastgesteld kan worden beoordeeld of er voldoende kennis van de bodemverontreiniging en het grondwatersysteem beschikbaar is om alle uitvoeringsrisico's te elimineren of te onderkennen en adequaat mee om te gaan.
In geval van een calamiteit met goed oplosbare vloeistoffen kan deze stap onder tijdsdruk om voortgang te boeken nog wel eens in de knel komen.
Media aandacht en interne hiërarchie kan hier een rol in spelen.

4. Saneringsonderzoek en saneringsplan zomer 2021

Voor een Saneringsonderzoek zijn in de periode dat de Wbb-van kracht was door de voor de saneringsoperatie verantwoordelijke overheden diverse protocollen opgesteld. Deze waren op een gegeven moment nadrukkelijk gericht op het verplicht overwegen van in situ saneringsmaatregelen om de hoge maatschappelijke kosten van volledige verwijdering door ontgraving van alle 'historische gevallen' in te tomen. Een compleet saneringsonderzoek met een goede kostenafweging nam soms wel een jaar of langer in beslag.

Voor calamiteiten, zoals bodemverontreiniging door drugsproductie gerelateerde verontreinigende stoffen, betreft het recente gevallen die in beginsel door een veroorzaker volledig moet worden opgeruimd. Graven en grondwatersanering d.m.v. onttrekkingen en een waterzuivering is dan de best planbare aanpak.

Vooralsnog is er onvoldoende kennis van stofgedrag en natuurlijke afbraakprocessen van alle aan drugsproductie gerelateerde afvalstoffen om voor qua omvang relatief beperkte gevallen een adequaat 'in situ saneringsplan' op te stellen en binnen geplande tijd te realiseren.

Op basis van het in het voorjaar van 2020 uitgevoerde aanvullend bodemonderzoek, verwoord het rapport als kritische parameters (maximale concentraties): aceton (3.700 µg/l), ammonium (470.000 µg/l), amfetamine, benzeen (720 µg/l >S), dichloormethaan (12.000 µg/l >I), MEK (170.000 µg/l >I), methanol (23.000 µg/l) en toluen (4,6 µg/l > T). Deze verontreiniging kan worden gerelateerd aan de productie, lozing en lokale dumps met drugsgerelateerde stoffen.

Afweging van de varianten

In de basis zal deze verontreiniging 'zo spoedig mogelijk en geheel' moeten worden verwijderd omdat het volgens de wet een 'nieuw geval' betreft. Hierdoor kunnen een aantal varianten op voorhand al worden uitgesloten. Echter in het kader van het 'redelijkheids- en billijkheidsbeginsel' en het feit dat deze verontreiniging niet door de vervuiler/veroorzaker maar door de overheid (de Maatschappij) zal moeten worden bekostigd is er wellicht in overleg met het bevoegd gezag toch ruimte voor één van de in dit document beschreven varianten.

Uitgangspunten en doelstelling

Aangezien sprake is van een nieuw geval van bodemverontreiniging dient deze op zo kort mogelijke termijn met inachtneming van hetgeen redelijkerwijs verlangd kan worden, ongedaan te worden gemaakt. Eén en ander conform het Zorgplichtartikel, artikel 13 Wet bodembescherming. Dit houdt in dat in ieder geval een maximale inspanning moet worden geleverd om de ontstane verontreinigingen (zowel de bron als de pluim) te saneren tot de achtergrond-, streefwaarde/detectielimiet (voor stoffen waar geen achtergrond- en/of streefwaarde voor is vastgesteld).

Aangezien de aangetoonde verontreiniging mogelijk perceelsoverschrijdend is, kan de probleemeigenaar aansprakelijk worden gesteld voor het eveneens saneren van de ontstane verontreiniging op het belende perceel.

Als terugsaneerwaarden worden gehanteerd:

Parameter	Achtergrondwaarde (grond)	Streefwaarde (grondwater)
Tolueen	0,20 mg/kg ds	7,0 µg/l
Benzeen	0,20 mg/lg ds	0,2 µg/l (detectielimiet)
Methanol	3,0 mg/kg ds	1,0 mg/l (detectielimiet)
Dichloormethaan	0,10 mg/kg ds	0,01 µg/l
MEK	2,0 mg/kg ds (detectielimiet)	1,0 mg/l (detectielimiet)
Aceton	1,0 mg/kg ds (detectielimiet)	1,0 mg/l (detectielimiet)
Ammonium	20 mg N/kg ds	2.000 µg/l*

Verwerking verontreinigde grond

Uitgangspunt is dat reinigbare grond gereinigd moet worden. De grond bestaat voornamelijk uit (zeer) fijn zand dat silthoudend is en is daarmee goed reinigbaar.

Verwerking verontreinigd grondwater

De grondwaterspiegel ter plaatse van de saneringslocatie is aanwezig op een diepte variërend van circa 4,0 à 5,0 m +NAP (circa 0,6 à 0,8 m-mv). De sanering van het grondwater richt zich op de verwijdering van het met: aceton, ammonium, amfetamine, benzeen, dichloormethaan, MEK, methanol en toluen.

Aangezien verwacht wordt dat de maximaal bereikbare verontreiniging die door ontgraving kan worden verwijderd beneden de grondwaterstand ligt, zal een groot gedeelte van het verontreinigde grondwater middels deze ontgraving worden verwijderd. Het resterende deel van het grondwater zal worden verwijderd door middel van een korte nabehandeling van het grondwater (drains).

Het verontreinigde grondwater zal, na reiniging, worden geloosd op het oppervlaktewater. Hiervoor dient toestemming te worden aangevraagd bij het Waterschap.

Civieltechnische randvoorwaarden

Er mag geen schade ontstaan aan eventueel aanwezige, in gebruik zijnde kabels, leidingen en riolen. In de nabijheid van de saneringslocatie komen uit de KLIC melding een aantal (kwetsbare) kabels en leidingen naar voren. Maar de verwachting is dat geen werkzaamheden binnen 5 meter van deze leidingen plaats zullen vinden en deze leidingen derhalve niet van invloed zullen zijn op saneringswijze.

Afweging sanerende maatregelen

Er zijn een aantal verschillende saneringstechnieken beschreven, die in onderstaande tabel kort worden vergeleken op geschiktheid. Op basis van deze tabel vallen enkele technieken direct af.

Saneringstechniek	Toepasbaar	Redenen / beperkingen
Ontgraving	goed	Nog beter indien alle opstallen (zeecontainers/ vervallen schuren) worden verwijderd. Volume is groot. Als gevolg van niet genormeerde stoffen is afbakening niet volledig bekend. Niet duurzaam bij lagere gehalten (negatief milieurendement).
Grondwateronttrekking & waterzuivering (eventueel met herinfiltratie)	Mogelijk	De aanwezige zandbodem lijkt geschikt (mogelijk aanvullend onderzoek naar K-waardes). Locatie lijkt ook geschikt voor eventuele herinfiltratie. Blijft toestroom plaatsvinden indien kernen niet worden aangepakt.
Persluchtinjectie en bodemlucht-extractie	Nee	In verband met groot oppervlak veel filters noodzakelijk. Dit zorgt voor hoge kosten en hoog energieverbruik (slecht milieurendement)
In-situ chemische oxidatie	Nee	Weinig ervaring of relevante gegevens bekend
biosparging	Beperkt	Voorname buiten I-waarde contour. Duurt lang. Juiste omstandigheden dienen gevonden te worden.

Het saneringsplan vermeldt als uitgangspunt dat na uitvoering van de sanering alle verontreiniging is gesaneerd en geen nazorgmaatregelen noodzakelijk zijn.

Verwacht wordt dat de grondsanering kan worden afgerond binnen twee maanden. Voor de aansluitende grondwatersanering wordt vooralsnog uitgegaan van een periode van zesentwintig weken.

Er is te weinig dossier beschikbaar om de hele afweging van saneringsaanpak te kunnen beschrijven, maar uiteindelijk is er gekozen voor een ontgraving van de verontreinigde grond met aansluitend een grondwater-sanering.

In het Saneringsonderzoek is op basis van het gestelde in het Aanvullend onderzoek verwoord:

'Gezien enkele stoffen zijn 'gezakt' tot op de kleilaag is besloten deze laag niet te doorboren om een eventuele 'lekkage' naar het diepere 1ste Watervoerende Pakket te voorkomen.'

Het zal later blijken dat bovenstaande aanname het risico met zich meebracht dat er onder en/of naast de vermeende aaneengesloten kleilaag toch dieper ernstige bodemverontreiniging aanwezig was, die met de beoogde saneringsaanpak en het contract niet kon worden verwijderd. De afwijkingen in diepte van voorkomen van de klei t.o.v. het regionale beeld hadden en waarschuwing mogen zijn.

Dilemma's bij bodemonderzoek:

Zolang je de omvang van de bodemverontreiniging niet kent kun je nog niet vaststellen hoeveel bodemonderzoek er precies nodig is. Bovendien is in de fase van bodemonderzoek in het algemeen nog niet de saneringstechniek en de saneringsdoelstellingen vastgesteld. Zodat niet vaststaat welke concentratiecontour het belangrijkste wordt.

Projectrisico's bij een bodemsanering

Zodra saneringsdoelstellingen en zo mogelijk ook de saneringstechniek(en), is het daarom verstandig om de projectrisico's goed na te lopen. Voor een in situ sanering is andere bodeminformatie vereist om risico's te elimineren dan bij een ontgraving.

Veel druk op de projectleider(s) om uiteenlopende zaken snel en gedegen te regelen

Op het moment dat de saneringskosten concreter worden, bestuurlijk fiat en financiering rond komen, moet voor de daadwerkelijke sanering nog veel worden voorbereid. Naast de niet gemakkelijk te beheersen bodemsaneringsopgave waarvoor tal van vergunningen en meldingen nodig zijn en externe communicatie, moet ook voldaan worden aan o.a. de Wet op de Archeologische monumentenzorg (*Archeologische onderzoek*) en de Wet Natuurbescherming (*Ecologisch onderzoek*) en speelt soms het vraagstuk van Niet gesprongen explosieven.

5. Bodemsanering start november 2022

Er is na het SO/SP uit 2021 geen dossier bestudeerd met besluitvormingen, aanbesteding en uitvoeringsstrategie. Dit hoofdstuk is gebaseerd op het beknopte Evaluatierapport uit juni 2023.

In de eerste fase van de sanering bleek al snel dat de saneringsopgave aanzienlijk groter was dan waar de saneringswerkzaamheden op waren gestart. Uit de snelle aanpassingen van de saneringsdoelstelling (procedureel) en adequaat gewijzigde saneringsaanpak (uitvoeringstechnisch), kan worden opgemaakt dat betrokken deze projectrisico's hadden voorzien dan wel er snel en adequaat mee om konden gaan.

1e fase bodemsanering

De saneringswerkzaamheden zijn gestart in november 2022 met het ontgraven van de (droge) toplaag tot 0,5 m-mv conform de contour uit het saneringsplan. Er werd rondom de verontreinigingscontour een bronbemaling geplaatst om de verontreiniging in den droge te kunnen ontgraven. Al snel werd aan de hand van aanvullende boringen en peilbuizen geconstateerd dat binnen een groot deel van het ontgravingsvlak ook de diepere ondergrond verontreinigd was en de omvang van de verontreinigde deellocaties ook groter was.

Anders dan in het saneringsplan was gesteld komt de verontreiniging voor tot grotere diepte (tot 5,5 m -mv i.p.v. tot 4 m -mv) en is de verontreinigde oppervlakte ook groter dan vooraf was ingeschat. Er werd een oud stort aangetroffen met puin, olieverontreiniging en andere afval. Ook bleek de in het bodemonderzoek aangetroffen klei op ca. 4 m -mv niet een afsluitende kleilaag, zoals was aangenomen. Er was extra bemaling en tot grotere diepte en meer waterzuiveringscapaciteit nodig dan waar in het Saneringsplan vanuit was gegaan. De uitvoering werd hierdoor substantieel complexer, langer, risicovoller en duurder. Vanwege civieltechnische beperkingen en daarbij nog steeds het grote risico op het achterblijven van een restverontreiniging, zijn de vooraf gestelde saneringsdoelstellingen heroverwogen.

De eerste fase saneringswerkzaamheden verliepen van medio nov. tot medio dec. 2022.

In fase 1 is 5.335 ton verontreinigde grond afgevoerd naar een grondreiniger:

- Thermisch te reinigen grond: 4.872 ton
- Extractief te reinigen grond: 462 ton

Deze hoeveelheid is om en nabij de hoeveelheid waar in het Saneringsplan rekening mee was gehouden.

Wijziging saneringsdoelstelling bodemsanering

Het bleek dat vooral concentraties aan ammonium en vluchtige aromaten de extra omvang van de verontreiniging bepaalde. Ammonium komt in het agrarisch gebied ook in verhoogde mate voor als gevolg van meststoffen en ook de aromaten (benzeen en toluen) zijn verontreinigende stoffen die niet typisch als drugsproductie gerelateerde afvalstoffen voorkomen.

Alleen op een plek is op een diepte van meer dan 4 m-mv nog sterk verhoogde gehalten dichloormethaan en een matig verhoogd gehalte methylethylketon (MEK) achtergebleven. Met een oppervlakte van circa 50 m² en inschatting dat de sterk verhoogde gehalten aanwezig zijn tot maximaal 5,5 m-mv heeft deze restverontreiniging een omvang van maximaal 75 m³.

De gemeente en het college hebben zich uitvoerig laten adviseren door verschillende deskundigen. Na intensief contact met de Provincie, de Omgevingsdienst, het Waterschap en het college is beoordeeld wat in redelijkheid en billijkheid verwacht kan worden van de gemeente als saneerder en niet als veroorzaker in het licht van de zorgplicht (art. 13 Wet bodembescherming).

Alles wegend heeft het college in januari 2023 besloten om extra maatregelen te treffen en het vervolg van de sanering deels aangepast (*minder vergaande saneringsdoelstelling*) uit te voeren ten opzichte van het oorspronkelijke saneringsplan. De Gemeente heeft een verzoek om bijstelling van de saneringsdoelstelling binnen de zorgplicht ingediend bij de Omgevingsdienst. De Omgevingsdienst heeft in januari 2023 ingestemd met de bijstelling van de saneringsdoelstelling:

- De bovenste meter voldoet aan de bodemfunctieklaas Wonen voor wat betreft de drugsproductie gerelateerde stoffen.
- De verzadigde zone wordt tot een diepte van maximaal 4 m-mv ontgraven tot aan de interventiewaarde om een stabiele eindsituatie voor de grond en het grondwater te kunnen waarborgen;
- Voor een eventuele grondwatersanering worden ondergrondse voorzieningen zoals drains en pompputten aangebracht op het perceel. Ten opzichte van het huidige plan worden deze aangepast op de actuele verontreinigingssituatie.
- Het bereiken van een stabiele eindsituatie en dus geen verdere verspreiding van verontreinigende stoffen is de doelstelling voor de verontreiniging in het grondwater geworden. Hiertoe is een faal-scenario opgesteld en een monitoringplan.

2e fase sanering

Op 7 feb. 2023 is de bodemsanering met de gewijzigde saneringsdoelstelling herstart en duurde 1½ maand. In deze tweede fase ontgraving is nog eens 4.269 ton (totaal 9.604 - 4.872 uit de 1^e fase) afgevoerd naar een grondreiniger. De ontgraving is aangevuld met depots schone grond van locatie en aanvulzand- en -grond van elders. De behaalde doelstellingen voor de grondsanering zijn gehaald.

6. Grondwatersanering en monitoring

In dit Evaluatierapport is verslag gedaan van alle saneringsinspanningen en ontgravingen, inclusief van de eerste saneringsperiode waarmee onvoldoende resultaat was geboekt. Alleen duurt de monitoring van de grondwaterkwaliteit nog voort om de stabiele eindsituatie aan te tonen.

Tijdens de sanering is in totaal 70.631 m³ grondwater onttrokken en na zuivering geloosd op het oppervlaktewater. Dit is 16x de hoeveelheid die in het bodemonderzoek in 2020 is ingeschat als sterk verontreinigd en globaal 10x de hoeveelheid die als boven de streefwaarde gekwantificeerd kon worden.

De volumes van de verontreinigingen uit het onderzoek in 2020:

Interventiewaarde contour freatisch grondwater:	2.200 m ² x 1,5 m =	3.300 m ³
Streefwaarde contour grondwater:	3.100 m ² x 1,5 m =	4.650 m ³
Interventiewaarde contour dieper grondwater	750 m ² x 1,5 m =	1.125 m ³

De onttrokken en gezuiverde grondwatervolumes (indicatief) en debieten per saneringsfase:

1 ^e fase grondsanering 47 dgn. (incl. 2 wkn. reces)	14 m ³ /uur	16.000 m ³
Tussenperiode aanpassing saneringsaanpak 35 dgn.	24 m ³ /uur	20.000 m ³
2 ^e fase grondsanering 45 dgn.	33 m ³ /uur	35.000 m ³

Monitoring grondwaterkwaliteit

Uit de monitoringsrapportage kan tussentijds worden opgemaakt dat wordt voldaan aan de saneringsdoelstelling 'stabiele eindsituatie'. Het is aan het bevoegd gezag om te besluiten wanneer met periodieke bemonsteringen afdoende is aangetoond dat de 'stabiele eindsituatie' kan worden vastgesteld.

Daarna hoeft de restverontreiniging in het grondwater niet langer actief te worden gemonitord.

De parameters die worden gemonitord zijn:

	Max. conc. 2023	Max conc. 2024
Vluchtige aromaten		
- benzeen	1,1 µg/l	1 µg/l
- toluen	300 µg/l	- µg/l
Ammonium (*)	18.000 µg/l	15.000 µg/l
Dichloormethaan	0,12 µg/l	- µg/l

pH varieert van pH 6,8 tot 7,3. Extremen zijn niet meer aangetroffen na bemalingsperiode.

(*) - herkomst is niet eenduidig gerelateerd aan drugsproductie gerelateerde afvalstoffen.

Met de gewijzigde aanpak zijn maatschappelijke kosten bespaard, waarbij de voor historische gevallen van bodemverontreiniging toegepaste doelstelling 'stabiele eindsituatie' als afdoende is beschouwd. De bovengrond (= de contactzone) is van geschikte kwaliteit voor Wonen en Agrarische bedrijfsvoering.

7. Doorlooptijd onderzoek en sanering

Onderstaande de doorlooptijd van deze case. Geoordeeld kan worden dat er gezien de complexiteit en onzekerheden overwegend voortvarend en adequaat is gehandeld. Met name in de fase van planvorming, financiering en vergunningen kan tijd gewonnen worden, maar ook meer tijd verloren gaan.

Doorlooptijd drugsdumping tot afronding sanering

fase	data/periode	activiteiten
Voortvarende onderzoeksfase (< 1/2 jaar)	Begin 2020	Ontdekking Drugslab. en onderzoek welke juridische dwang kon worden opgelegd en of er sprake is van een inrichting.
	maart 2020	Eerste bereddering: verwijderen hotspots zonder grondwater bemaling onder milieukundige begeleiding
	april 2020	Eerst bodemonderzoek i.c.m. 1e bereddering, waardoor goede eerste verslaglegging van de verontreinigingssituatie
	juni 2020	Aanvullend bodemonderzoek.
Voorbereiding saneringswerkzaamheden > 1 jaar)	juli 2021	Saneringsonderzoek & Saneringsplan: 2.400m3 > i-waarde
	juli '21- medio '22	Aanvragen Vergunningen en Meldingen, opstellen bestek en aanbesteding bodemsaneringswerkzaamheden. Organiseren budget.
5 mnd. Sanering in 2 fase met aangepaste saneringsdoelstelling	nov.'22- jan.'23	1e fase Bodemsanering: ontgraven en afgevoerd: ca.3.100 m3 (5.335 ton)
	jan. '23	Instemming gewijzigde saneringsdoelstelling
	jan. '23	Aangepast saneringsplan
	feb.- mrt '23	vervolg Bodemsanering: ontgraven en afgevoerd: ca. 2.800 m3 (4.872 ton)
nazorg	medio 2023	Evaluatierapport bodemsanering
	2024 en verder	Monitoring grondwater (aantal jaren)

Aan Intern
Van Bert

Onderwerp Protocol drugsdumping: casus Baarn
Datum 6 juni 2024
Ons kenmerk C23020

Situatie

In een bosperceel van Staatsbosbeheer worden in 2021 op meerdere plekken vaten en/of resten gevonden met drugsafval. De vaten waren opengeschroefd en leeggegoten tussen de bomen en struiken. Na de vondst is het bosperceel verder geïnspecteerd. In totaal werden 15 plekken gelokaliseerd waar mogelijk een drugsdumping had plaatsgevonden. Uit het politierapport is op te maken dat er sprake is van afval die te maken heeft met de productie van crystal meth (methamfetamine). Vrijwel alle locaties lagen op het perceel van Staatsbosbeheer, één locatie bevond zich op privéterrein.

Na de vondst is een eerste bereddering uitgevoerd, waarbij bomen en grote struiken zijn gespaard. De ontstane kuilen zijn aangevuld met lokale bosgrond, de gaten werden daarbij min of meer dichtgeschoven met bosgrond die uit het bos werd geschraapt. Er is geen grond aangevoerd. De dumpplek op het privéterrein is niet opgeschoond, noch verder onderzocht.

Na de eerste bereddering wordt de conclusies getrokken dat de locatie geen nader aandacht behoeft. (figuur 1).

3 CONCLUSIES

Met betrekking tot de afhandeling van het incident dat op donderdag 23 september 2021 plaatsvond op Zevenlindenweg te Baarn en door Ecoloss conform het vervaardigde Plan van Aanpak is uitgevoerd, kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

-  uitbreiding is voorkomen
-  (vervolg)schade aan de bodem, het wegdek en derden is voorkomen, dan wel zo ver als mogelijk ingeperkt
-  locatie is in oorspronkelijke staat hersteld ten behoeve van het gebruiksdoel

De afvalstoffen zijn naar een erkend afvalverwerkingsbedrijf, dan wel een erkende inzamelaar afgevoerd.

Vanuit het oogpunt van verkeersveiligheid en milieuhygiëne is het incident, ons inziens, hiermee afgehandeld. Nazorg op genoemde locatie wordt dan ook niet noodzakelijk geacht.

Figuur1: Conclusies rapportage na eerste bereddering

Niet alle locaties konden worden ontgraven vanwege de begroeiing. Na de eerste bereddering heeft geen uitkeuring plaatsgevonden van de saneringsput (niet conform BRL 6000). De RUD verlangde daarom van Staatsbosbeheer om de bodemverontreiniging nader in kaart te brengen danwel een evaluatierapport in te dienen. Vervolgens heeft het tot medio 2022 geduurd om de financiën voor het vervolgonderzoek rond te krijgen en een bodemonderzoek uit te kunnen voeren. Bij dit onderzoek werden geen verhoogde gehalten in de bodem en geen verhoogde concentraties in het grondwater gemeten. Het bijzondere was dat in de bodemlucht een zeer sterke chemische lucht werd geroken (passief) met zeer hoge uitslagen van de PID. Daarna ontstond een discussie of verhoogde concentraties in de bodemlucht wel tot bodemverontreiniging kon worden gerekend, waardoor de bijdrage vanuit het Rijk om de bodem te saneren uitbleef. Pas in 2024 werd het plan van aanpak geaccepteerd en kan de sanering alsnog worden uitgevoerd.

Specifieke onderzoekskenmerken

De boswachter van SBB en een veldmedewerker met specifieke planten kennis konden aan de hand van afwijkingen in plantengroei een eerste indicatie geven van de aanwezigheid van drugsdumpingen. Dit werd vervolgens gecontroleerd met behulp van pH-metingen van de bodem (schudtest) en meting met de PID (headspacemeting). Hierdoor kon een groot zoekgebied snel, eenvoudig en effectief worden geïnventariseerd. Na de eerste bereddering was alle bereikbare verontreiniging verwijderd. Dit werd aangetoond met grondmonsters. Echter de bodemlucht bevatte nog sterk verhoogde concentraties aan diverse chemische stoffen, zodanig dat tijdens het veldwerk enkele boormedewerkers onwel werden van de bedwelmende lucht. Met behulp van reguliere grond- en grondwatermonsters kon de eindsituatie niet worden vastgelegd. Afperking heeft daarom plaatsgevonden met behulp van de PID. Deze metingen worden ook als eindverificatie voor de sanering aangehouden. De sanering wordt uitgevoerd met een mobiele testunit voor bodemluchtexttractie, ter grootte van een aanhangwagen. Dit heeft als voordeel dat elke dumplocatie één voor een kan worden benaderd met de unit die zonder bomenkap elke plek kan benaderen. Door de kleinschaligheid vindt er weinig overlast plaats en is de saneringsuitvoering erg flexibel. Tijdens het afperkende onderzoek, dat met behulp van de PID is uitgevoerd, zijn in de boringen met hoge PID-uitslagen, direct onttrekkingsfilters geplaatst. De onttrekkingsfilter zijn zodanig geplaatst dat ze ook zijn gebruikt voor de uitkeuring en controle van het grondwater. De filters zijn na de sanering verwijderd, om geen plastic in het bos achter te laten.

Discussie

Het onderzoek heeft veel vertraging opgelopen door het ontbreken van financiële middelen. Vervolgens werd vertraging opgelopen doordat de verontreiniging zich vooral manifesteerde in de bodemlucht en niet in grond of grondwater. De bedwelmende geur in de bodemlucht werd als zeer ongewenst ervaren. Toch was de primaire reactie van BIJ12 (financiering door het Rijk) dat hierdoor geen sprake was van bodemverontreiniging en de saneringskosten niet gefinancierd konden worden. De dumping op het privé terrein is niet meegenomen in de saneringsaanpak, omdat zich daar niemand verantwoordelijk voor voelde. Er heeft geen verdere afstemming met de eigenaar plaatsgevonden.

Leerpunten

- Na de eerste bereddering zijn conclusies getrokken, die niet zijn gebaseerd op de juiste onderzoeksresultaten.
 - Onderzoek door een BRL-6000 gecertificeerd persoon. Op het moment dat er geen restverontreiniging wordt gevonden, kan direct de eindkeuring plaatsvinden;
- In het bos werkt de GPS niet altijd goed – inmeten ten opzichte van vaste punten en duidelijk vastleggen;
- Onder de boomwortels kan niet worden gegraven en evenmin worden geboord. De verontreiniging kan zich daar wel ophopen en nog langdurig voor nalevering naar de bodemlucht zorgen. Hiervoor is een alternatieve aanpak nodig
 - onderzoek met PID in de boring
 - sanering door middel van bodemluchtexttractie
 - uitkeuren met PID,

Bijlage 4: Analyselijsten

Overzicht drugspakketten- en testen

Pakket 1: Drugsmonitoring		
Matrix:	Grond:	Water:
Pakket code:	PRC7X	PRC7W
Emballage:	1x 053; 1x 055 (steekbus)	1x 062, 063, 064, 066, 080; 2x 067
Snelste levertermijn:	72 uur	5 werkdagen
Standaard levertermijn:	5 werkdagen	5 werkdagen
Bevat:	Metalen: Kwik, natrium, zwavel (S en SO ₄). Vluchtige Aromatische Koolwaterstoffen: Benzeen, toluen, ethylbenzeen, o-Xyleen, m,p-Xyleen, naftaleen, styreen. Populaire organische koolwaterstoffen: Methanol, ethanol, methylethylketon, iso-Propanol, aceton, n-Butanol, is-Butyl-alcohol, acetonitril, diethylether, t-Butanol, 2-Butanol, 1,4-Dioxaan. Esters: Ethylacetaat, isobutylacetaat, methylacetaat, butylacetaat. Anorganische verbindingen: Ammonium (als NH ₄ - en NH ₄), chloride. Overige: Droge stof, zuurgraad, methyl-isobutylketon.	Metalen: Kwik, natrium, zwavel (S en SO ₄). Vluchtige Aromatische Koolwaterstoffen: benzeen, toluen, ethylbenzeen, o-xyleen, m,p-xyleen, naftaleen, styreen. Populaire organische koolwaterstoffen: methanol, ethanol, methylethylketon, iso-propanol, aceton, n-butanol, is-butyl-alcohol, cyclohexanon, acetonitril, diethyl-ether, n-propanol, t-butanol, 2-butanol, 1,4-dioxaan. Esters: Ethylacetaat, isobutylacetaat, methylacetaat, butylacetaat. Anorganische verbindingen: Ammonium (NH ₄ en NH ₄ -N), chloride. Overige: zuurgraad, methylisobutylketon.

Pakket 2 (extra analyse cocaïne) Drugsmonitoring Cocaïne		
Matrix:	Grond:	Water:
Pakket code:	FFKY4	FFAI2
Emballage:	1x 053*	1x 065*
Snelste levertermijn:	12 werkdagen	12 werkdagen
Standaard levertermijn:	12 werkdagen	12 werkdagen
Bevat:	Cocaïne, benzolecgonine (BZE)	

Pakket 2: Drugsmonitoring Amfetamine		
Matrix:	Grond:	Water:
Pakket code:	FF290	FFAH2
Emballage:	1x 053*	1x 065*
Snelste levertermijn:	12 werkdagen	12 werkdagen
Standaard levertermijn:	12 werkdagen	12 werkdagen
Bevat:	Amfetamine/speed, 3,4-methyleendioxyamfetamine (MDA), 3,4-methyleendioxy-N-ethylamfetamine (MDEA), 3,4-metyleendioxy-N-methylamfetamine (MDMA/XTC), methamfetamine, N-acetylamfetamine	

* In het geval van zowel cocaïne als amfetamine in hetzelfde monster: 1x 053 of 1x 065 is voldoende voor beide.

Bijlage 5: Informatie PID

A GUIDELINE FOR PID INSTRUMENT RESPONSE



CORRECTION FACTORS AND IONIZATION ENERGIES*

RAE Systems by Honeywell PIDs can be used for the detection of a wide variety of gases that exhibit different responses. In general, any compound with ionization energy (IE) lower than that of the lamp photons can be measured.* The best way to calibrate a PID to different compounds is to use a standard of the gas of interest. However, correction factors have been determined that enable the user to quantify a large number of chemicals using only a single calibration gas, typically isobutylene. In our PIDs, correction factors can be used in one of three ways:

1. Calibrate the monitor with isobutylene in the usual fashion to read in isobutylene equivalents. Manually multiply the reading by the correction factor (CF) to obtain the concentration of the gas being measured.
2. Calibrate the unit with isobutylene in the usual fashion to read in isobutylene equivalents. Call up the correction factor from the instrument memory or download it from a personal computer and then call it up. The monitor will then read directly in units of the gas of interest.
3. Calibrate the unit with isobutylene, but input an equivalent, "corrected" span gas concentration when prompted for this value. The unit will then read directly in units of the gas of interest.

** The term "ionization energy" is more scientifically correct and replaces the old term "ionization potential." High-boiling ("heavy") compounds may not vaporize enough to give a response even when their ionization energies are below the lamp photon energy. Some inorganic compounds like H_2O_2 and NO_2 give weak response even when their ionization energies are well below the lamp photon energy.*

Example 1:

With the unit calibrated to read isobutylene equivalents, the reading is 10 ppm with a 10.6 eV lamp. The gas being measured is butyl acetate, which has a correction factor of 2.6. Multiplying 10 by 2.6 gives an adjusted butyl acetate value of 26 ppm. Similarly, if the gas being measured were trichloroethylene (CF = 0.54), the adjusted value with a 10 ppm reading would be 5.4 ppm.

Example 2:

With the unit calibrated to read isobutylene equivalents, the reading is 100 ppm with a 10.6 eV lamp. The gas measured is m-xylene (CF = 0.43). After downloading this factor, the unit should read about 43 ppm when exposed to the same gas, and thus read directly in m-xylene values.

Example 3:

The desired gas to measure is ethylene dichloride (EDC). The CF is 0.6 with an 11.7 eV lamp. During calibration with 100 ppm isobutylene, insert 0.6 times 100, or 60 at the prompt for the calibration gas concentration. The unit then reads directly in EDC values.

Conversion to mg/m^3

To convert from ppm to mg/m^3 , use the following formula:

$$\text{Conc. (mg/m}^3\text{)} = \frac{[\text{Conc. (ppmv)} \times \text{mol. wt. (g/mole)}]}{\text{molar gas volume (L)}}$$

For air at 25°C (77°F), the molar gas volume is 24.4 L/mole and the formula reduces to:

$$\text{Conc. (mg/m}^3\text{)} = \text{Conc. (ppmv)} \times \text{mol. wt. (g/mole)} \times 0.041$$

For example, if the instrument is calibrated with a gas standard in ppmv, such as 100 ppm isobutylene, and the user wants the display to read in mg/m³ of hexane, whose m.w. is 86 and CF is 4.3, the overall correction factor would be 4.3 x 86 x 0.041 equals 15.2.

Correction Factors for Mixtures

The correction factor for a mixture is calculated from the sum of the mole fractions Xi of each component divided by their respective correction factors CFi:

$$CF_{mix} = 1 / (X_1/CF_1 + X_2/CF_2 + X_3/CF_3 + \dots X_i/CF_i)$$

Thus, for example, a vapor phase mixture of 5% benzene and 95% n-hexane would have a CFmix of
 $CF_{mix} = 1 / (0.05/0.53 + 0.95/4.3) = 3.2$. A reading of 100 would then correspond to 320 ppm of the total mixture, comprised of 16 ppm benzene and 304 ppm hexane.

For a spreadsheet to compute the correction factor and TLV of a mixture see the appendix at the end of the CF table.

TLVs and Alarm Limits for Mixtures

The correction factor for mixtures can be used to set alarm limits for mixtures. To do this one first needs to calculate the exposure limit for the mixture. The Threshold Limit Value (TLV) often defines exposure limits. The TLV for the mixture is calculated in a manner similar to the CF calculation:

$$TLV_{mix} = 1 / (X_1/TLV_1 + X_2/TLV_2 + X_3/TLV_3 + \dots X_i/TLV_i)$$

In the above example, the 8-h TLV for benzene is 0.5 ppm and for n-hexane 50 ppm. Therefore the TLV of the mixture is
 $TLV_{mix} = 1 / (0.05/0.5 + 0.95/50) = 8.4$ ppm, corresponding to 8.0 ppm hexane and 0.4 ppm benzene. For an instrument calibrated on isobutylene, the reading corresponding to the TLV is:

$$Alarm\ Reading = TLV_{mix} / CF_{mix} = 8.4 / 3.2 = 2.6\ ppm$$

A common practice is to set the lower alarm limit to half the TLV, and the higher limit to the TLV. Thus, one would set the alarms to 1.3 and 2.6 ppm, respectively.

CALIBRATION CHARACTERISTICS

A. Flow Configuration. PID response is essentially independent of gas flow rate as long as it is sufficient to satisfy the pump demand. Four main flow configurations are used for calibrating a PID:

1. Pressurized gas cylinder (Fixed-flow regulator):

The flow rate of the regulator should match the flow demand of the instrument pump or be slightly higher.

2. Pressurized gas cylinder (Demand-flow regulator):

A demand-flow regulator better matches pump speed differences, but results in a slight vacuum during calibration and thus slightly high readings.

3. Collapsible gas bag: The instrument will draw the calibration gas from the bag at its normal flow rate, as long as the bag valve is large enough. The bag should be filled with enough gas to allow at least one minute of flow (~ 0.6 L for a MiniRAE, ~0.3 L for MultiRAE).

4. T (or open tube) method: The T method uses a T-junction with gas flow higher than the pump draw. The gas supply is connected to one end of the T, the instrument inlet is connected to a second end of the T, and excess gas flow escapes through the third, open end of the T. To prevent ambient air mixing, a long tube should be connected to the open end, or a high excess rate should be used. Alternatively, the instrument probe can be inserted into an open tube slightly wider than the probe. Excess gas flows out around the probe.

The first two cylinder methods are the most efficient in terms of gas usage, while the bag and T methods give slightly more accurate results because they match the pump flow better.

B. Pressure. Pressures deviating from atmospheric pressure affect the readings by altering gas concentration and pump characteristics. It is best to calibrate with the instrument and calibration gas at the same pressure as each other and the sample gas. (Note that the cylinder pressure is not relevant because the regulator reduces the pressure to ambient.) If the instrument is calibrated at atmospheric pressure in one of the flow configurations described above, then 1) pressures slightly above ambient are acceptable but high pressures can damage the pump and 2) samples under vacuum may give low readings if air leaks into the sample train.

C. Temperature. Because temperature effects gas density and concentration, the temperature of the calibration gas and instrument should be as close as possible to the ambient temperature where the unit will be used. We recommend that the temperature of the calibration gas be within the instrument's temperature specification (typically 14° to 113° F or -10° to 45° C). Also, during actual measurements, the instrument should be kept at the same or higher temperature than the sample temperature to avoid condensation in the unit.

D. Matrix. The matrix gas of the calibration compound and VOC sample is significant. Some common matrix components, such as methane and water vapor can affect the VOC signal.

PIDs are most commonly used for monitoring VOCs in air, in which case the preferred calibration gas matrix is air. For a MiniRAE, methane, methanol, and water vapor reduce the response by about 20% when their concentration is 15,000 ppm and by about 40% at 30,000 ppm. Despite earlier reports of oxygen effects, RAE PID responses with 10.6 eV lamps are independent of oxygen concentration, and calibration gases in a pure nitrogen matrix can be used. H₂ and CO₂ up to 5 volume % also have no effect.

E. Concentration. Although RAE Systems PIDs have electronically linearized output, it is best to calibrate in a concentration range close to the actual measurement range. For example, 100 ppm standard gas for anticipated vapors of 0 to 250 ppm, and 500 ppm standard for expected concentrations of 250 to 1000 ppm. The correction factors in this table were typically measured at 50 to 100 ppm and apply from the ppb range up to about 1000 ppm. Above 1000 ppm the CF may vary and it is best to calibrate with the gas of interest near the concentration of interest.

F. Filters. Filters affect flow and pressure conditions and therefore all filters to be used during sampling should also be in place during calibration. Using a water trap (hydrophobic filter) greatly reduces the chances of drawing water aerosols or dirt particles into the instrument. Regular filter replacements are recommended because dirty filters can adsorb VOCs and cause slower response time and shifts in calibration.

G. Instrument Design. High-boiling (“heavy”) or very reactive compounds can be lost by reaction or adsorption onto materials in the gas sample train, such as filters, pumps and other sensors. Multi-gas meters, including EntryRAE, MultiRAE and AreaRAE have the pump and other sensors upstream of the PID and are prone to these losses. Compounds possibly affected by such losses are shown in green in the table, and may give slow response, or in extreme cases, no response at all. In many cases the multi-gas meters can still give a rough indication of the relative concentration, without giving an accurate, quantitative reading. The ppbRAE and MiniRAE series instruments have inert sample trains and therefore do not exhibit significant loss; nevertheless, response may be slow for the very heavy compounds and additional sampling time up to a minute or more should be allowed to get a stable reading.

TABLE ABBREVIATIONS

CF = Correction Factor (multiply by reading to get corrected value for the compound when calibrated to isobutylene)

NR = No Response

IE = Ionization Energy (values in parentheses are not well established)

C = Confirmed Value indicated by “+” in this column; all others are preliminary or estimated values and are subject to change

ne = Not Established ACGIH 8-hr. TWA

C## = Ceiling value, given where 8-hr.TWA is not available

DISCLAIMER

TN-106 is a general guideline for Correction Factors (CF) for use with PID instruments manufactured by RAE Systems. The CF may vary depending on instrument and operation conditions. For the best accuracy, RAE Systems recommends calibrating the instrument to target gas. Actual readings may vary with age and cleanliness of lamp, relative humidity, and other factors as well. For accurate work, the instrument should be calibrated regularly under the operating conditions used. The factors in this table on the following pages were measured in dry air (40 to 50% RH) at room temperature, typically at 50 to 100 ppm. CF values may vary above about 1000 ppm.

Updates

The values in this table on the following pages are subject to change as more or better data become available. Watch for updates of this table on the Internet at <http://www.raesystems.com>.

IE data are taken from the CRC Handbook of Chemistry and Physics, 73rd Edition, D.R. Lide (Ed.), CRC Press (1993) and NIST Standard Ref. Database 19A, NIST Positive Ion Energetics, Vers. 2.0, Lias, et.al., U.S. Dept. Commerce (1993). Exposure limits (8-h TWA and Ceiling Values) are from the 2005 ACGIH Guide to Occupational Exposure Values, ACGIH, Cincinnati, OH 2005. Equations for exposure limits for mixtures of chemicals were taken from the 1997 TLVs and BEIs handbook published by the ACGIH (1997).

Compound Name	Synonym/Abbreviation	CAS No.	Formula	9.8	C	10.6	C	11.7	C	IE (eV)	TWA
Acetaldehyde		75-07-0	C ₂ H ₄ O	NR	+	6	+	3.3	+	10.23	C25
Acetic acid	Ethanoic Acid	64-19-7	C ₂ H ₄ O ₂	NR	+	22	+	2.6	+	10.66	10
Acetic anhydride	Ethanoic Acid Anhydride	108-24-7	C ₄ H ₆ O ₃	NR	+	6.1	+	2.0	+	10.14	5
Acetone	2-Propanone	67-64-1	C ₃ H ₆ O	1.2	+	0.9	+	1.4	+	9.71	500
Acetone cyanohydrin	2-Hydroxyisobutyronitrile	75-86-5	C ₄ H ₇ NO					4	+	11.1	C5
Acetonitrile	Methyl cyanide, Cyanomethane	75-05-8	C ₂ H ₃ N					100		12.19	40
Acetylene	Ethyne	74-86-2	C ₂ H ₂					2.1	+	11.40	ne
Acrolein	Propenal	107-02-8	C ₃ H ₄ O	42	+	3.9	+	1.4	+	10.10	0.1
Acrylic acid	Propenoic Acid	79-10-7	C ₃ H ₄ O ₂			12	+	2.0	+	10.60	2
Acrylonitrile	Propenenitrile	107-13-1	C ₃ H ₃ N			NR	+	1.2	+	10.91	2
Allyl alcohol		107-18-6	C ₃ H ₆ O	4.5	+	2.4	+	1.6	+	9.67	2
Allyl chloride	3-Chloropropene	107-05-1	C ₃ H ₅ Cl			4.3		0.7		9.9	1
Ammonia		7664-41-7	NH ₃	NR	+	10.9	+	5.7	+	10.16	25
Amyl acetate	mix of n-Pentyl acetate & 2-Methylbutyl acetate	628-63-7	C ₇ H ₁₄ O ₂	11	+	2.3	+	0.95	+	<9.9	100
Amyl alcohol	1-Pentanol	75-85-4	C ₅ H ₁₂ O			5				10.00	ne
Aniline	Aminobenzene	62-53-3	C ₆ H ₇ N	0.50	+	0.5	+	0.47	+	7.72	2
Anisole	Methoxybenzene	100-66-3	C ₇ H ₈ O	0.89	+	0.58	+	0.56	+	8.21	ne
Arsine	Arsenic trihydride	7784-42-1	AsH ₃			1.9	+			9.89	0.05
Benzaldehyde		100-52-7	C ₇ H ₆ O					1		9.49	ne
Benzene		71-43-2	C ₆ H ₆	0.55	+	0.47	+	0.6	+	9.25	0.5
Benzonitrile	Cyanobenzene	100-47-0	C ₇ H ₅ N			1.6				9.62	ne
Benzyl alcohol	α-Hydroxytoluene, Hydroxymethylbenzene, Benzenemethanol	100-51-6	C ₇ H ₈ O	1.4	+	0.8	+	0.9	+	8.26	ne
Benzyl chloride	α-Chlorotoluene, Chloromethylbenzene	100-44-7	C ₇ H ₇ Cl	0.7	+	0.6	+	0.5	+	9.14	1
Benzyl formate	Formic acid benzyl ester	104-57-4	C ₈ H ₈ O ₂	0.9	+	0.73	+	0.66	+		ne
Boron trifluoride		7637-07-2	BF ₃	NR		NR		NR		15.5	C1
Bromine		7726-95-6	Br ₂	NR	+	1.30	+	0.74	+	10.51	0.1
Bromobenzene		108-86-1	C ₆ H ₅ Br			0.25		0.5		8.98	ne
2-Bromoethyl methyl ether		6482-24-2	C ₃ H ₇ OBr			0.84	+			~10	ne
Bromoform	Tribromomethane	75-25-2	CHBr ₃	NR	+	1.6	+	0.5	+	10.48	0.5
Bromopropane, 1-	n-Propyl bromide	106-94-5	C ₃ H ₇ Br	150	+	1.5	+	0.6	+	10.18	ne
Butadiene	1,3-Butadiene, Vinyl ethylene	106-99-0	C ₄ H ₆	0.8		0.6	+	1.1		9.07	2
Butadiene diepoxide, 1,3-	1,2,3,4-Diepoxybutane	298-18-0	C ₄ H ₆ O ₂	25	+	3.5	+	1.2		~10	ne
Butane		106-97-8	C ₄ H ₁₀			67	+	1.2		10.53	800
Butanol, 1-	Butyl alcohol, n-Butanol	71-36-3	C ₄ H ₁₀ O	70	+	4.7	+	1.4	+	9.99	20
Butanol, t-	tert-Butanol, t-Butyl alcohol	75-65-0	C ₄ H ₁₀ O	6.9	+	2.9	+			9.90	100
Butene, 1-	1-Butylene	106-98-9	C ₄ H ₈			0.9				9.58	ne
Butoxyethanol, 2-	Butyl Cellosolve, Ethylene glycol monobutyl ether	111-76-2	C ₆ H ₁₄ O ₂	1.8	+	1.2	+	0.6	+	<10	25
Butoxyethyl Acetate, 2-	2-Butoxyethyl acetate; 2-Butoxy-ethanol acetate; Butyl Cellosolve acetate; Butyl glycol acetate; EGBEA; Ektasolve EB acetate	112-07-2	C ₈ H ₁₆ O ₃			1.27	+				20
Butyl acetate, n-		123-86-4	C ₆ H ₁₂ O ₂			2.6	+			10	150
Butyl acrylate, n-	Butyl 2-propenoate, Acrylic acid butyl ester	141-32-2	C ₇ H ₁₂ O ₂			1.6	+	0.6	+		10
Butylamine, n-		109-73-9	C ₄ H ₁₁ N	1.1	+	1.1	+	0.7	+	8.71	C5
Butyl cellosolve	see 2-Butoxyethanol	111-76-2									
Butyl hydroperoxide, t-		75-91-2	C ₄ H ₁₀ O ₂	2.0	+	1.6	+			<10	1

Compound Name	Synonym/Abbreviation	CAS No.	Formula	9.8	C	10.6	C	11.7	C	IE (eV)	TWA
Butyl mercaptan	1-Butanethiol	109-79-5	C ₄ H ₁₀ S	0.55	+	0.52	+			9.14	0.5
Butyraldehyde	Butanal	123-72-8	C ₄ H ₈ O			1.87	+			9.82	20
Camelinal HRJ						1.1	+	0.32	+		
Camelinal HRJ/JP-8 50/50						0.89	+	0.41	+		
CamelinalHRJ						1.15	+				
CamelinalHRJ/JP-8						1.07	+				
Carbon disulfide		75-15-0	CS ₂	4	+	1.2	+	0.44		10.07	10
Carbon tetrachloride	Tetrachloromethane	56-23-5	CCl ₄	NR	+	NR	+	1.7	+	11.47	5
Carbonyl sulfide	Carbon oxysulfide	463-58-1	COS							11.18	
Cellosolve see 2-Ethoxyethanol											
CFC-14 see Tetrafluoromethane											
CFC-113 see 1,1,2-Trichloro-1,2,2-trifluoroethane											
Chlorine		7782-50-5	Cl ₂					1.0	+	11.48	0.5
Chlorine dioxide		10049-04-4	ClO ₂	NR	+	NR	+	NR	+	10.57	0.1
Chlorobenzene	Monochlorobenzene	108-90-7	C ₆ H ₅ Cl	0.44	+	0.3	+	0.39	+	9.06	10
Chlorobenzotrifluoride, 4-	PCBTF, OXSOL 100 p-Chlorobenzotrifluoride	98-56-6	C ₇ H ₄ ClF ₃	0.74	+	0.63	+	0.55	+	<9.6	
Chloro-1,3-butadiene, 2-	Chloroprene	126-99-8	C ₄ H ₅ Cl			3					10
Chloro-1,1-difluoroethane, 1-	HCFC-142B, R-142B	75-68-3	C ₂ H ₃ ClF ₂	NR		NR		NR		12.0	ne
Chlorodifluoromethane	HCFC-22, R-22	75-45-6	CHClF ₂	NR		NR		NR		12.2	1000
Chloroethane	Ethyl chloride	75-00-3	C ₂ H ₅ Cl	NR	+	NR	+	1.1	+	10.97	100
Chloroethanol	Ethylene chlorhydrin	107-07-3	C ₂ H ₅ ClO							10.52	C1
Chloroethanol, 2-	2-Chloroethanol; 2-Chloroethyl alcohol; Ethylene chlorhydrin	107-07-3	C ₂ H ₅ ClO			2.88	+			10.5	5
Chloroethyl ether, 2-	bis (2-chloroethyl) ether	111-44-4	C ₄ H ₈ Cl ₂ O	8.6	+	3.0	+				5
Chloroethyl methyl ether, 2-	Methyl 2-chloroethyl ether	627-42-9	C ₃ H ₇ ClO			3					ne
Chloroform	Trichloromethane	67-66-3	CHCl ₃	NR	+	NR	+	3.5	+	11.37	10
Chloro-2-methylpropene, 3-	Methallyl chloride, Isobutenyl chloride	563-47-3	C ₄ H ₇ Cl	1.4	+	1.2	+	0.63	+	9.76	ne
Chloropicrin		76-06-2	CCl ₃ NO ₂	NR	+	~400	+	7	+		0.1
Chlorotoluene, o-	o-Chloromethylbenzene	95-49-8	C ₇ H ₇ Cl			0.5		0.6		8.83	50
Chlorotoluene, p-	p-Chloromethylbenzene	106-43-4	C ₇ H ₇ Cl					0.6		8.69	ne
Chlorotrifluoroethene	CTFE, Chlorotrifluoroethylene Genetron 1113	79-38-9	C ₂ ClF ₃	6.7	+	3.9	+	1.2	+	9.76	5
Chlorotrimethylsilane		75-77-4	C ₃ H ₉ ClSi	NR		NR		0.82	+	10.83	ne
Cresol, m-	m-Hydroxytoluene, 3-Methylphenol	108-39-4	C ₇ H ₈ O	0.57	+	0.50	+	0.57	+	8.29	5
Cresol, o-	ortho-Cresol; 2-Cresol; o-Cresylic acid; 1-Hydroxy-2-methylbenzene; 2-Hydroxytoluene; 2-Methyl phenol	95-48-7	C ₇ H ₈ O			1	+			8.14	5
Cresol, p-	para-Cresol; 4-Cresol; p-Cresylic acid; 1-Hydroxy-4-methylbenzene; 4-Hydroxytoluene; 4-Methyl phenol	106-44-5	C ₇ H ₈ O			1.4	+			8.34	5
Crotonaldehyde	trans-2-Butenal	123-73-9 4170-30-3	C ₄ H ₆ O	1.5	+	1.1	+	1.0	+	9.73	2
Cumene	Isopropylbenzene	98-82-8	C ₉ H ₁₂	0.58	+	0.54	+	0.4	+	8.73	50
Cyanogen bromide		506-68-3	CNBr	NR		NR		NR		11.84	ne
Cyanogen chloride		506-77-4	CNCl	NR		NR		NR		12.34	C0.3
Cyclohexane		110-82-7	C ₆ H ₁₂	3.3	+	1.4	+	0.64	+	9.86	300
Cyclohexanol	Cyclohexyl alcohol	108-93-0	C ₆ H ₁₂ O	1.5	+	0.9	+	1.1	+	9.75	50
Cyclohexanone		108-94-1	C ₆ H ₁₀ O	1.0	+	0.9	+	0.7	+	9.14	25

Compound Name	Synonym/Abbreviation	CAS No.	Formula	9.8	C	10.6	C	11.7	C	IE (eV)	TWA
Cyclohexene		110-83-8	C ₆ H ₁₀			0.8	+			8.95	300
Cyclohexylamine		108-91-8	C ₆ H ₁₃ N			2.2				8.62	10
Cyclopentane 85% 2,2-dimethylbutane 15%		287-92-3	C ₅ H ₁₀	NR	+	15	+	1.1		10.33	600
Cyclopropylamine	Aminocyclopropane	765-30-0	C ₃ H ₇ N	1.1	+	0.7	+	0.9	+		ne
Decamethylcyclopentasiloxane		541-02-6	C ₁₀ H ₃₀ O ₅ Si ₅	0.16	+	0.13	+	0.12	+		ne
Decamethyltetrasiloxane		141-62-8	C ₁₀ H ₃₀ O ₃ Si ₄	0.17	+	0.13	+	0.12	+	<10.2	ne
Decane		124-18-5	C ₁₀ H ₂₂	4.0	+	1.4	+	0.35	+	9.65	ne
Diacetone alcohol	4-Methyl-4-hydroxy-2-pentanone	123-42-2	C ₆ H ₁₂ O ₂			0.7					50
Dibromochloromethane	Chlorodibromomethane	124-48-1	CHBr ₂ Cl	NR	+	3.5	+	0.7	+	10.59	ne
Dibromo-3-chloropropane, 1,2-	DBCP	96-12-8	C ₃ H ₅ Br ₂ Cl	NR	+	1.7	+	0.43	+		0.001
Dibromoethane, 1,2-	EDB, Ethylene dibromide, Ethylene bromide	106-93-4	C ₂ H ₄ Br ₂	NR	+	1.7	+	0.6	+	10.37	ne
Dichlorobenzene, o-	1,2-Dichlorobenzene	95-50-1	C ₆ H ₄ Cl ₂	0.54	+	0.45	+	0.38	+	9.08	25
Dichlorodifluoromethane	CFC-12	75-71-8	CCl ₂ F ₂			NR	+	NR	+	11.75	1000
Dichlorodimethylsilane		75-78-5	C ₂ H ₆ Cl ₂ Si	NR		NR		1.1	+	>10.7	ne
Dichloroethane, 1,2-	EDC, 1,2-DCA, Ethylene dichloride	107-06-2	C ₂ H ₄ Cl ₂			NR	+	0.6	+	11.04	10
Dichloroethene, 1,1-	1,1-DCE, Vinylidene chloride	75-35-4	C ₂ H ₂ Cl ₂			0.82	+	0.8	+	9.79	5
Dichloroethene, c-1,2-	c-1,2-DCE, <i>cis</i> -Dichloroethylene	156-59-2	C ₂ H ₂ Cl ₂			0.8				9.66	200
Dichloroethene, t-1,2-	t-1,2-DCE, <i>trans</i> -Dichloroethylene	156-60-5	C ₂ H ₂ Cl ₂			0.45	+	0.34	+	9.65	200
Dichloro-1-fluoroethane, 1,1-	R-141B	1717-00-6	C ₂ H ₃ Cl ₂ F	NR	+	NR	+	2.0	+		ne
Dichloromethane	see Methylene chloride										
Dichloropentafluoropropane	AK-225, mix of ~45% 3,3-dichloro-1,1,1,2,2-pentafluoropropane (HCFC-225ca) & ~55% 1,3-Dichloro-1,1,2,2,3-pentafluoropropane (HCFC-225cb)	442-56-0 507-55-1	C ₃ HCl ₂ F ₅	NR	+	NR	+	25	+		ne
Dichloropropane, 1,2-		78-87-5	C ₃ H ₆ Cl ₂					0.7		10.87	75
Dichloro-1-propene, 1,3-		542-75-6	C ₃ H ₄ Cl ₂	1.3	+	0.96	+			<10	1
Dichloro-1-propene, 2,3-		78-88-6	C ₃ H ₄ Cl ₂	1.9	+	1.3	+	0.7	+	<10	ne
Dichloro-1,1,1- trifluoroethane, 2,2-	R-123	306-83-2	C ₂ HCl ₂ F ₃	NR	+	NR	+	10.1	+	11.5	ne
Dichloro-2,4,6- trifluoropyridine, 3,5-	DCTFP	1737-93-5	C ₅ Cl ₂ F ₃ N	1.1	+	1	+	0.8	+		ne
Dichlorvos**	Vapona; O,O-dimethyl O-dichlorovinyl phosphate	62-73-7	C ₄ H ₇ Cl ₂ O ₄ P			0.9	+			<9.4	0.1
Dicyclopentadiene	DCPD, Cyclopentadiene dimer	77-73-6	C ₁₀ H ₁₂	0.57	+	0.47	+	0.43	+	8.8	5
Diesel Fuel**		68334-30-5	m.w. 226			0.9	+				11
Diesel Fuel #2 (Automotive)**		68334-30-5	m.w. 216	1.3		0.7	+	0.4	+		11
Diethylamine		109-89-7	C ₄ H ₁₁ N			1.6	+			8.01	5
Diethylaminopropylamine, 3-		104-78-9	C ₇ H ₁₈ N ₂			1.9					ne
Diethylbenzene	see Dowtherm J										
Diethyl ether	Diethyl ether; Diethyl oxide; Ethyl oxide; Ether; Solvent ether	60-29-7	C ₄ H ₁₀ O			1.74	+			9.51	400
Diethylene glycol butyl ether	2-(2-Butoxyethoxy)ethanol, BDG, Butyldiglycol, DB Solvent	112-34-5	C ₈ H ₁₈ O ₃			4.6	+				5
Diethylene glycol monobutyl ether acetate	Butyldiglycol acetate, DB Acetate, Diethylene glycol monobutyl ether acetate	124-17-4	C ₁₀ H ₂₀ O ₄			5.62	+				ne
Diethylmaleate		141-05-9	C ₈ H ₁₂ O ₄			4					ne
Diethyl sulfide	see Ethyl sulfide										
Diglyme	see Methoxyethyl ether	111-96-6	C ₆ H ₁₄ O ₃								

Compound Name	Synonym/Abbreviation	CAS No.	Formula	9.8	C	10.6	C	11.7	C	IE (eV)	TWA
Diisobutyl ketone	DIBK, 2,2-dimethyl-4-heptanone	108-83-8	C ₉ H ₁₈ O	0.71	+	0.61	+	0.35	+	9.04	25
Diisopropylamine		108-18-9	C ₆ H ₁₅ N	0.84	+	0.74	+	0.5	+	7.73	5
Diisopropylcarbodiimide, N,N'-	DIPC	693-13-0	C ₇ H ₁₄ N ₂			0.42	+				ne
Diisopropylethylamine	'Hünig's base', N-Ethyl-diisopropylamine, DIPEA, Ethyl-diisopropylamine	7087-68-5	C ₈ H ₁₉ N			0.7	+				ne
Diketene	Ketene dimer	674-82-8	C ₄ H ₄ O ₂	2.6	+	2.0	+	1.4	+	9.6	0.5
Dimethylacetamide, N,N-	DMA	127-19-5	C ₄ H ₉ NO	0.87	+	0.8	+	0.8	+	8.81	10
Dimethylamine		124-40-3	C ₂ H ₇ N			1.5				8.23	5
Dimethyl carbonate	Carbonic acid dimethyl ester	616-38-6	C ₃ H ₆ O ₃	NR	+	~70	+	1.7	+	~10.5	ne
Dimethyl disulfide	DMDS	624-92-0	C ₂ H ₆ S ₂	0.2	+	0.20	+	0.21	+	7.4	ne
Dimethyl ether	see Methyl ether										
Dimethylethylamine	DMEA	598-56-1	C ₄ H ₁₁ N	1.1	+	1.0	+	0.9	+	7.74	~3
Dimethylformamide, N,N-	DMF	68-12-2	C ₃ H ₇ NO	0.7	+	0.7	+	0.8	+	9.13	10
Dimethylhydrazine, 1,1-	UDMH	57-14-7	C ₂ H ₈ N ₂			0.8	+	0.8	+	7.28	0.01
Dimethyl methylphosphonate	DMMP, methyl phosphonic acid dimethyl ester	756-79-6	C ₃ H ₉ O ₃ P	NR	+	4.3	+	0.74	+	10.0	ne
Dimethyl sulfate		77-78-1	C ₂ H ₆ O ₄ S	~23		~20	+	2.3	+		0.1
Dimethyl sulfide	see Methyl sulfide										
Dimethyl sulfoxide	DMSO, Methyl sulfoxide	67-68-5	C ₂ H ₆ OS			1.4	+			9.10	ne
Dioxane, 1,4-		123-91-1	C ₄ H ₈ O ₂			1.3				9.19	25
Dioxolane, 1,3-	Ethylene glycol formal	646-06-0	C ₃ H ₆ O ₂	4.0	+	2.3	+	1.6	+	9.9	20
Dowtherm A	see Therminol®**										
Dowtherm J (97% Diethylbenzene)**		25340-17-4	C ₁₀ H ₁₄			0.5					
DS-108F Wipe Solvent	Ethyl lactate/Isopar H/ Propoxypropanol ~7:2:1	97-64-3 64742-48-9 1569-01-3	m.w. 118	3.3	+	1.6	+	0.7	+		ne
Epichlorohydrin	ECH Chloromethyloxirane, 1-chloro-2,3-epoxypropane	106-89-8	C ₂ H ₅ ClO	~200	+	8.5	+	1.4	+	10.2	0.5
Ethane		74-84-0	C ₂ H ₆			NR	+	15	+	11.52	ne
Ethanol	Ethyl alcohol	64-17-5	C ₂ H ₆ O			7.9	+	3.1	+	10.47	1000
Ethanolamine**	MEA, Monoethanolamine	141-43-5	C ₂ H ₇ NO	5.6	+	21.9	+			8.96	3
Ethene	Ethylene	74-85-1	C ₂ H ₄			9	+	4.5	+	10.51	ne
Ethoxyethanol, 2-	Ethyl cellosolve, Ethylene glycol monoethyl ether	110-80-5	C ₄ H ₁₀ O ₂			1.3				9.6	5
Ethyl acetate	Acetic ester; Acetic ether; Ethyl ester of acetic acid; Ethyl ethanoate	141-78-6	C ₄ H ₈ O ₂			3.2	+	2.18	+	10.01	400
Ethyl acetoacetate		141-97-9	C ₆ H ₁₀ O ₃	1.4	+	1.2	+	1.0	+	<10	ne
Ethyl acrylate		140-88-5	C ₅ H ₈ O ₂			2.4	+	1.0	+	<10.3	5
Ethylamine		75-04-7	C ₂ H ₇ N			0.8				8.86	5
Ethylbenzene		100-41-4	C ₈ H ₁₀	0.52	+	0.47	+	0.51	+	8.77	100
Ethyl caprylate	Ethyl octanoate	106-32-1	C ₁₀ H ₂₀ O ₂		+	0.52	+	0.51	+		
Ethylenediamine	1,2-Ethanediamine; 1,2-Diaminoethane	107-15-3	C ₂ H ₈ N ₂	0.9	+	1.35	+	1.0	+	8.6	10
(Ethylenedioxy)diethanethiol, 2,2'-	1,2-Bis(2-mercaptoethoxy)ethane, 3,6-Dioxa-1,8-octane-dithiol	14970-87-7	C ₆ H ₁₄ O ₂ S ₂			1.3	+				ne
Ethylene glycol**	1,2-Ethanediol	107-21-1	C ₂ H ₆ O ₂			16	+	6	+	10.16	C100
Ethylene glycol, Acrylate**	2-hydroxyethyl Acrylate	818-61-1	C ₅ H ₈ O ₃			8.2				≤10.6	
Ethylene glycol dimethyl ether	1,2-Dimethoxyethane, Monoglyme	110-71-4	C ₄ H ₁₀ O ₂	1.1		0.85		0.7		9.2	ne
Ethylene glycol monobutyl ether acetate	1,2-Dimethoxyethane, Monoglyme	110-71-4	C ₄ H ₁₀ O ₂	1.1		1.1		0.7		9.2	ne

Compound Name	Synonym/Abbreviation	CAS No.	Formula	9.8	C	10.6	C	11.7	C	IE (eV)	TWA
Ethylene glycol, monothio		60-24-2	C ₂ H ₆ OS			1.5				9.65	
Ethylene oxide	Oxirane, Epoxyethane	75-21-8	C ₂ H ₄ O			13	+	3.5	+	10.57	1
Ethyl ether	Diethyl ether	60-29-7	C ₄ H ₁₀ O			1.1	+			9.51	400
Ethyl 3-ethoxypropionate	EEP	763-69-9	C ₇ H ₁₄ O ₃	1.2	+	0.75	+				ne
Ethyl formate		109-94-4	C ₃ H ₆ O ₂					1.9		10.61	100
Ethyl-1-hexanol, 2-	Isooctyl alcohol	104-76-7	C ₈ H ₁₈ O			1.9	+				ne
Ethyl hexyl acrylate, 2-	Acrylic acid 2-ethylhexyl ester	103-11-7	C ₁₁ H ₂₀ O ₂			1.1	+	0.5	+		ne
Ethylidenenorbornene	5-Ethylidene bicyclo(2,2,1) hept-2-ene	16219-75-3	C ₉ H ₁₂	0.4	+	0.39	+	0.34	+	≤8.8	ne
Ethyl (S)-(-)-lactate see also DS-108F	Ethyl lactate, Ethyl (S)-(-)-hydroxypropionate	687-47-8 97-64-3	C ₅ H ₁₀ O ₃	13	+	3.2	+	1.6	+	~10	ne
Ethyl mercaptan	Ethanethiol	75-08-1	C ₂ H ₆ S	0.60	+	0.56	+			9.29	0.5
Ethyl sulfide	Diethyl sulfide	352-93-2	C ₄ H ₁₀ S			0.5	+			8.43	ne
Formaldehyde	Formalin	50-00-0	CH ₂ O	NR	+	NR	+	1.6	+	10.87	C0.3
Formamide		75-12-7	CH ₃ NO			6.9	+	4		10.16	10
Formic acid		64-18-6	CH ₂ O ₂	NR	+	NR	+	9	+	11.33	5
Furfural	2-Furaldehyde	98-01-1	C ₅ H ₄ O ₂			0.7	+	0.8	+	9.21	2
Furfuryl alcohol		98-00-0	C ₅ H ₆ O ₂			0.80	+			<9.5	10
Gasoline #1		8006-61-9	m.w. 72			0.9	+				300
Gasoline #2, 92 octane		8006-61-9	m.w. 93	1.3	+	1.0	+	0.5	+		300
Glutaraldehyde	1,5-Pentanedial, Glutaric dialdehyde	111-30-8	C ₅ H ₈ O ₂	1.1	+	0.8	+	0.6	+		C0.05
Glycidyl methacrylate	2,3-Epoxypropyl methacrylate	106-91-2	C ₇ H ₁₀ O ₃	2.6	+	1.2	+	0.9	+		0.5
Halothane	2-Bromo-2-chloro-1,1,1-trifluoroethane	151-67-7	C ₂ HBrClF ₃					0.6		11.0	50
HCFC-22	see Chlorodifluoromethane										
HCFC-123	see 2,2-Dichloro-1,1,1-trifluoroethane										
HCFC-141B	see 1,1-Dichloro-1-fluoroethane										
HCFC-142B	see 1-Chloro-1,1-difluoroethane										
HCFC-134A	see 1,1,1,2-Tetrafluoroethane										
HCFC-225	see Dichloropentafluoropropane										
Heptane, n-		142-82-5	C ₇ H ₁₆	45	+	2.8	+	0.60	+	9.92	400
Heptanol, 4-	Dipropylcarbinol	589-55-9	C ₇ H ₁₆ O	1.8	+	1.3	+	0.5	+	9.61	ne
Hexamethyldisilazane, 1,1,1,3,3,3-**	HMDS	999-97-3	C ₆ H ₁₉ NSi ₂			0.39	+	0.39	+	~8.6	ne
Hexamethyldisiloxane	HMDSx	107-46-0	C ₆ H ₁₈ OSi ₂	0.33	+	0.34	+	0.34	+	9.64	ne
Hexane, n-		110-54-3	C ₆ H ₁₄	350	+	5.1	+	0.51	+	10.13	50
Hexanol, 1-	Hexyl alcohol	111-27-3	C ₆ H ₁₄ O	9	+	2.5	+	0.55	+	9.89	ne
Hexene, 1-		592-41-6	C ₆ H ₁₂			0.8				9.44	30
HFE-7100	see Methyl nonafluorobutyl ether										
Histoclear (Histo-Clear)	Limonene/corn oil reagent		m.w. ~136	0.5	+	0.4	+	0.3	+		ne
Hydrazine**		302-01-2	H ₄ N ₂	>8	+	2.6	+	2.1	+	8.1	0.01
Hydrazoic acid	Hydrogen azide		HN ₃							10.7	
Hydrogen	Synthesis gas	1333-74-0	H ₂	NR	+	NR	+	NR	+	15.43	ne
Hydrogen cyanide	Hydrocyanic acid	74-90-8	HCN	NR	+	NR	+	NR	+	13.6	C4.7
Hydrogen iodide**	Hydriodic acid	10034-85-2	HI			~0.6				10.39	
Hydrogen peroxide		7722-84-1	H ₂ O ₂	NR	+	NR	+	NR	+	10.54	1
Hydrogen sulfide		7783-06-4	H ₂ S	NR	+	3.3	+	1.5	+	10.45	10
Hydroxyethyl acrylate, 2-	Ethylene glycol monoacrylate	818-61-1	C ₅ H ₈ O ₃			8.2	+				ne
Hydroxypropyl methacrylate		27813-02-1 923-26-2	C ₇ H ₁₂ O ₃	9.9	+	2.3	+	1.1	+		ne

Compound Name	Synonym/Abbreviation	CAS No.	Formula	9.8	C	10.6	C	11.7	C	IE (eV)	TWA
Iodine**		7553-56-2	I ₂	0.1	+	0.1	+	0.1	+	9.40	C0.1
Iodomethane	Methyl iodide	74-88-4	CH ₃ I	0.21	+	0.22	+	0.26	+	9.54	2
Isoamyl acetate	Isopentyl acetate	123-92-2	C ₇ H ₁₄ O ₂	10.1		2.1		1.0		<10	100
Isobutane	2-Methylpropane	75-28-5	C ₄ H ₁₀			100	+	1.2	+	10.57	ne
Isobutanol	2-Methyl-1-propanol	78-83-1	C ₄ H ₁₀ O	19	+	3.8	+	1.5		10.02	50
Isobutene	Isobutylene, Methyl butene	115-11-7	C ₄ H ₈	1.00	+	1.00	+	1.00	+	9.24	ne
Isobutyl acetate	2-methylpropyl ethanoate, β-methylpropyl acetate	110-19-0	C ₆ H ₁₂ O ₂			2.1	+			9.97	150
Isobutyl acrylate	Isobutyl 2-propenoate, Acrylic acid Isobutyl ester	106-63-8	C ₇ H ₁₂ O ₂			1.5	+	0.60	+		ne
Isoflurane	1-Chloro-2,2,2-trifluoroethyl difluoromethyl ether, forane	26675-46-7	C ₃ H ₂ ClF ₅ O	NR	+	NR	+	48	+	~11.7	ne
Isooctane	2,2,4-Trimethylpentane	540-84-1	C ₈ H ₁₈			1.2				9.86	ne
Isopar E Solvent	Isoparaffinic hydrocarbons	64741-66-8	m.w. 121	1.7	+	0.8	+				ne
Isopar G Solvent	Photocopier diluent	64742-48-9	m.w. 148			0.8	+				ne
Isopar K Solvent	Isoparaffinic hydrocarbons	64742-48-9	m.w. 156	0.9	+	0.5	+	0.27	+		ne
Isopar L Solvent	Isoparaffinic hydrocarbons	64742-48-9	m.w. 163	0.9	+	0.5	+	0.28	+		ne
Isopar M Solvent	Isoparaffinic hydrocarbons	64742-47-8	m.w. 191			0.7	+	0.4	+		ne
Isopentane	2-Methylbutane	78-78-4	C ₅ H ₁₂			8.2					ne
Isophorone		78-59-1	C ₉ H ₁₄ O					3		9.07	C5
Isoprene	2-Methyl-1,3-butadiene	78-79-5	C ₅ H ₈	0.69	+	0.63	+	0.60	+	8.85	ne
Isopropanol	Isopropyl alcohol, 2-propanol, IPA	67-63-0	C ₃ H ₈ O	500	+	4.2	+	2.7		10.12	200
Isopropyl acetate		108-21-4	C ₅ H ₁₀ O ₂			2.6				9.99	100
Isopropyl ether	Diisopropyl ether	108-20-3	C ₆ H ₁₄ O			0.8				9.20	250
Jet fuel JP-4	Jet B, Turbo B, F-40 Wide cut type aviation fuel	8008-20-6 + 64741-42-0	m.w. 115			1.0	+	0.4	+		ne
Jet fuel JP-5	Jet 5, F-44, Kerosene type aviation fuel	8008-20-6 + 64747-77-1	m.w. 167			0.6	+	0.5	+		29
Jet fuel JP-8	F-34, Kerosene type aviation fuel	8008-20-6 + 64741-77-1	m.w. 165			0.94	+	0.3	+		30
Jet fuel A-1	F-34, Kerosene type aviation fuel	8008-20-6 + 64741-77-1	m.w. 145			0.6					34
Jet Fuel TS	Thermally Stable Jet Fuel, Hydrotreated kerosene fuel	8008-20-6 + 64742-47-8	m.w. 165	0.9	+	0.6	+	0.3	+		30
JP-10						0.7	+	0.5	+		
JP5, Petroleum/camelinal						1.05	+				
JP5/Petroleum						0.98	+				
Limonene, D-	(R)-(+)-Limonene	5989-27-5	C ₁₀ H ₁₆			0.33	+			~8.2	ne
Kerosene C10-C16 petro.distillate	see Jet Fuels	8008-20-6									
MDI	see 4,4'-Methylenebis (phenylisocyanate)										
Maleic anhydride	2,5-Furandione	108-31-6	C ₄ H ₂ O ₃							~10.8	0.1
Mercapto-2-ethanol	β-Mercaptoethanol, 2-Hydroxyethylmercaptan, BME, Thioethylene glycol	60-24-2	C ₂ H ₆ OS			1.5	+			9.65	0.2
Mesitylene	1,3,5-Trimethylbenzene	108-67-8	C ₉ H ₁₂	0.36	+	0.35	+	0.3	+	8.41	25
Methallyl chloride	see 3-Chloro-2-methylpropene										
Methane	Natural gas	74-82-8	CH ₄	NR	+	NR	+	NR	+	12.61	ne
Methanol	Methyl alcohol, carbinol	67-56-1	CH ₄ O	NR	+	NR	+	2.5	+	10.85	200
Methoxyethanol, 2-	Methyl cellosolve, Ethylene glycol monomethyl ether	109-86-4	C ₃ H ₈ O ₂	4.8	+	2.4	+	1.4	+	10.1	5

Compound Name	Synonym/Abbreviation	CAS No.	Formula	9.8	C	10.6	C	11.7	C	IE (eV)	TWA
Methoxyethoxyethanol, 2-	2-(2-Methoxyethoxy)ethanol Diethylene glycol monomethyl ether	111-77-3	C ₅ H ₁₂ O ₃	2.3	+	1.2	+	0.9	+	<10	ne
Methoxyethyl ether, 2-	bis(2-Methoxyethyl) ether, Diethylene glycol dimethyl ether, Diglyme	111-96-6	C ₆ H ₁₄ O ₃	0.64	+	0.54	+	0.44	+	<9.8	ne
Methyl acetate		79-20-9	C ₃ H ₆ O ₂	NR	+	6.6	+	1.4	+	10.27	200
Methyl acrylate	Methyl 2-propenoate, Acrylic acid methyl ester	96-33-3	C ₄ H ₆ O ₂			3.7	+	1.2	+	(9.9)	2
Methylamine	Aminomethane	74-89-5	CH ₅ N			1.2				8.97	5
Methyl amyl ketone	MAK, 2-Heptanone, Methyl pentyl ketone	110-43-0	C ₇ H ₁₄ O	0.9	+	0.85	+	0.5	+	9.30	50
Methylaniline, N-	MA; (Methylamino) benzene; N-Methyl aniline; Methylphenylamine; N-Phenylmethylamin	100-61-8	C ₇ H ₉ N			0.58	+			7.32	2
Methyl bromide	Bromomethane	74-83-9	CH ₃ Br	110	+	1.7	+	1.3	+	10.54	1
Methyl-2-butanol, 2-	<i>tert</i> -Amyl alcohol, <i>tert</i> -Pentyl alcohol	75-85-4	C ₅ H ₁₂ O			1.62	+			10.16	100
Methyl t-butyl ether	MTBE, <i>tert</i> -Butyl methyl ether	1634-04-4	C ₅ H ₁₂ O			0.9	+			9.24	40
Methyl cellosolve	see 2-Methoxyethanol										
Methyl chloride	Chloromethane	74-87-3	CH ₃ Cl	NR	+	NR	+	0.74	+	11.22	50
Methylcyclohexane		107-87-2	C ₇ H ₁₄	1.6	+	0.97	+	0.53	+	9.64	400
Methylene bis (phenyl-isocyanate), 4,4'-**	MDI, Mondur M		C ₁₅ H ₁₀ N ₂ O ₂	Very slow ppb level response							0.005
Methylene chloride	Dichloromethane	75-09-2	CH ₂ Cl ₂	NR	+	NR	+	0.89	+	11.32	25
Methyl ether	Dimethyl ether	115-10-6	C ₂ H ₆ O	4.8	+	3.1	+	2.5	+	10.03	ne
Methyl ethyl ketone	MEK, 2-Butanone	78-93-3	C ₄ H ₈ O	0.86	+	0.8	+	1.1	+	9.51	200
Methylhydrazine	Monomethylhydrazine, Hydrazomethane	60-34-4	C ₂ H ₆ N ₂	1.4	+	2.5	+	1.3	+	7.7	0.01
Methyl isoamyl ketone	MIAK, 5-Methyl-2-hexanone	110-12-3	C ₇ H ₁₄ O	0.8	+	0.76	+	0.5	+	9.28	50
Methyl isobutyl ketone	MIBK, 4-Methyl-2-pentanone	108-10-1	C ₆ H ₁₂ O	0.9	+	0.8	+	0.6	+	9.30	50
Methyl isocyanate		624-83-9	C ₂ H ₃ NO	NR	+	4.6	+	1.5		10.67	0.02
Methyl isothiocyanate		551-61-6	C ₂ H ₃ NS	0.5	+	0.45	+	0.4	+	9.25	ne
Methyl mercaptan	Methanethiol	74-93-1	CH ₄ S	0.65		0.54		0.66		9.44	0.5
Methyl methacrylate		80-62-6	C ₅ H ₈ O ₂	2.7	+	1.5	+	1.2	+	9.7	100
Methyl nonafluorobutyl ether	HFE-7100DL	163702-08-7, 163702-07-6	C ₅ H ₃ F ₉ O			NR	+	~35	+		ne
Methyl-1,5-pentanediamine, 2- (coats lamp)**	Dytek-A amine, 2-Methyl pentamethylenediamine	15520-10-2	C ₆ H ₁₆ N ₂			~0.6	+			<9.0	ne
Methyl propyl ketone	MPK, 2-Pentanone	107-87-9	C ₅ H ₁₂ O			0.93	+	0.79	+	9.38	200
Methyl-2-pyrrolidinone, N-	NMP, N-Methylpyrrolidone, 1-Methyl-2-pyrrolidinone, 1-Methyl-2-pyrrolidone	872-50-4	C ₅ H ₉ NO	1.0	+	0.8	+	0.9	+	9.17	ne
Methyl salicylate**	Methyl 2-hydroxybenzoate	119-36-8	C ₈ H ₈ O ₃	1.3	+	0.9	+	0.9	+	~9	ne
Methylstyrene, α-	2-Propenylbenzene	98-83-9	C ₉ H ₁₀			0.5				8.18	50
Methyl sulfide	DMS, Dimethyl sulfide	75-18-3	C ₂ H ₆ S	0.49	+	0.44	+	0.46	+	8.69	ne
Methyl vinyl ketone	MVK, 3-Buten-2-one	78-94-4	C ₄ H ₆ O			0.93	+			9.65	ne
Methyltetrahydrofuran	2-MeTHF, Tetrahydro-2- methylfuran, Tetrahydrosilvan	96-47-9	C ₅ H ₁₀ O			2.44	+			9.22	ne
Mineral spirits	Stoddard Solvent, Varsol 1, White Spirits	8020-83-5 8052-41-3 68551-17-7	m.w. 144	1.0		0.69	+	0.38	+		100
Mineral Spirits	Viscor 120B Calibration Fluid, b.p. 156-207°C	8052-41-3	m.w. 142	1.0	+	0.7	+	0.3	+		100

Compound Name	Synonym/Abbreviation	CAS No.	Formula	9.8	C	10.6	C	11.7	C	IE (eV)	TWA
Monoethanolamine	see Ethanolamine										
Mustard	HD, Bis (2-chloroethyl) sulfide	505-60-2 39472-40-7 68157-62-0	C ₄ H ₈ Cl ₂ S			0.6					0.0005
Naphtha	see VM & P Naphtha										
Naphthalene	Mothballs	91-20-3	C ₁₀ H ₈	0.45	+	0.42	+	0.40	+	8.13	10
Nickel carbonyl (in CO)	Nickel tetracarbonyl	13463-39-3	C ₄ NiO ₄			0.18				<8.8	0.001
Nicotine	3-(1-Methyl-2-pyrrolidyl)pyridine	54-11-5	C ₁₀ H ₁₄ N ₂			1.98	+				ne
Nitric oxide		10102-43-9	NO	~6		5.0	+	2.8	+	9.26	25
Nitrobenzene		98-95-3	C ₆ H ₅ NO ₂	2.6	+	1.6	+	1.6	+	9.81	1
Nitroethane		79-24-3	C ₂ H ₅ NO ₂					3		10.88	100
Nitrogen dioxide		10102-44-0	NO ₂	23	+	16	+	6	+	9.75	3
Nitrogen trifluoride		7783-54-2	NF ₃	NR		NR		NR		13.0	10
Nitromethane		75-52-5	CH ₃ NO ₂					4		11.02	20
Nitropropane, 2-		79-46-9	C ₃ H ₇ NO ₂					2.6		10.71	10
Nonane		111-84-2	C ₉ H ₂₀			1.4				9.72	200
Norpar 12	n-Paraffins, mostly C ₁₀ -C ₁₃	64771-72-8	m.w. 161	3.2	+	1.1	+	0.28	+		ne
Norpar 13	n-Paraffins, mostly C ₁₃ -C ₁₄	64771-72-8	m.w. 189	2.7	+	1.0	+	0.3	+		ne
Octamethylcyclotetrasiloxane		556-67-2	C ₈ H ₂₄ O ₄ Si ₄	0.21	+	0.17	+	0.14	+		ne
Octamethyltrisiloxane		107-51-7	C ₈ H ₂₄ O ₂ Si ₃	0.23	+	0.16	+	0.17	+	<10.0	ne
Octane, n-		111-65-9	C ₈ H ₁₈	13	+	1.8	+			9.82	300
Octene, 1-		111-66-0	C ₈ H ₁₆	0.9	+	0.75	+	0.4	+	9.43	75
Pentachloropropane	1,1,1,3,3-pentachloropropane	23153-23-3	C ₃ H ₃ Cl ₅					1.25	+		0.1
Pentane		109-66-0	C ₅ H ₁₂	80	+	9.0	+	0.7	+	10.35	600
Peracetic acid**	Peroxyacetic acid, Acetyl hydroperoxide	79-21-0	C ₂ H ₄ O ₃	NR	+	NR	+	2.3	+		ne
Peracetic/Acetic acid mix**	Peroxyacetic acid, Acetyl hydroperoxide	79-21-0	C ₂ H ₄ O ₃			50	+	2.5	+		ne
Perchloroethene	PCE, Perchloroethylene, Tetrachloroethylene	127-18-4	C ₂ Cl ₄	0.69	+	0.57	+	0.31	+	9.32	25
Propylene glycol methyl ether, 1-Methoxy-2-propanol	PGME	107-98-2	C ₆ H ₁₂ O ₃	2.4	+	1.2	+	1.1	+		100
Propylene glycol methyl ether acetate, 1-Methoxy-2-acetoxypropane, 1-Methoxy-2-propanol acetate	PGMEA	108-65-6	C ₆ H ₁₂ O ₃	1.65	+	1.0	+	0.8	+		ne
Phenol	Hydroxybenzene	108-95-2	C ₆ H ₆ O	1.0	+	1.6	+	0.9	+	8.51	5
Phosgene	Dichlorocarbonyl	75-44-5	CCl ₂ O	NR	+	NR	+	8.5	+	11.2	0.1
Phosgene in Nitrogen	Dichlorocarbonyl	75-44-5	CCl ₂ O	NR	+	NR	+	6.8	+	11.2	0.1
Phosphine (coats lamp)		7803-51-2	PH ₃	28		3.9	+	1.1	+	9.87	0.3
Photocopier Toner	Isoparaffin mix					0.5	+	0.3	+		ne
Picoline, 3-	3-Methylpyridine	108-99-6	C ₆ H ₇ N			0.9				9.04	ne
Pinene, α-		2437-95-8	C ₁₀ H ₁₆			0.31	+	0.47		8.07	ne
Pinene, β-		18172-67-3	C ₁₀ H ₁₆	0.38	+	0.37	+	0.37	+	~8	100
Piperylene, isomer mix	1,3-Pentadiene	504-60-9	C ₅ H ₈	0.76	+	0.69	+	0.64	+	8.6	100
Propane		74-98-6	C ₃ H ₈			NR	+	1.8	+	10.95	2500
Propanol, n-	Propyl alcohol	71-23-8	C ₃ H ₈ O			5.1		1.7		10.22	200
Propene	Propylene	115-07-1	C ₃ H ₆	1.5	+	1.4	+	1.6	+	9.73	ne
Propionaldehyde	Propanal	123-38-6	C ₃ H ₆ O			1.9				9.95	ne
Propyl acetate, n-		109-60-4	C ₅ H ₁₀ O ₂			3.5				10.04	200
Propyl acetate	Propylacetate; n-Propyl ester of acetic acid	109-60-4	C ₅ H ₁₀ O ₂			2.27	+			10.04	200

Compound Name	Synonym/Abbreviation	CAS No.	Formula	9.8	C	10.6	C	11.7	C	IE (eV)	TWA
Propylamine, n-	1-Propylamine, 1-Aminopropane	107-10-8	C ₃ H ₉ N	1.1	+	1.1	+	0.9	+	8.78	ne
Propylene carbonate**		108-32-7	C ₄ H ₆ O ₃			62	+	1	+	10.5	ne
Propylene glycol	1,2-Propanediol	57-55-6	C ₃ H ₈ O ₂	18		4.0	+	1.6	+	<10.2	ne
Propylene glycol propyl ether	1-Propoxy-2-propanol	1569-01-3	C ₆ H ₁₄ O ₂	1.3	+	1.0	+	1.6	+		ne
Propylene oxide	Methyloxirane	75-56-9 16088-62-3 15448-47-2	C ₃ H ₆ O	~240		6.6	+	2.9	+	10.22	20
Propyleneimine	2-Methylaziridine	75-55-8	C ₃ H ₇ N	1.5	+	1.3	+	1.0	+	9.0	2
Propyl mercaptan, 2-	2-Propanethiol, Isopropyl mercaptan	75-33-2	C ₃ H ₈ S	0.64	+	0.66	+			9.15	ne
Pyridine		110-86-1	C ₅ H ₅ N	0.78	+	0.7	+	0.7	+	9.25	5
Pyrrolidine (coats lamp)	Azacyclohexane	123-75-1	C ₄ H ₉ N	2.1	+	1.3	+	1.6	+	~8.0	ne
RR7300 (PGME/PGMEA)	70:30 PGME:PGMEA (1-Methoxy-2-propanol: 1-Methoxy-2-acetoxyp propane)	107-98-2	C ₄ H ₁₀ O ₂ / C ₆ H ₁₂ O ₃			1.4	+	1.0	+		ne
Sarin	GB, Isopropyl methylphosphonofluoridate	107-44-8 50642-23-4	C ₄ H ₁₀ FO ₂ P			~3					
Shell SPK						1.26	+				
Shell SPK						1.29	+	0.4	+		
Shell SPK 50/50						1.02	+	0.41	+		
Shell SPK/JP-8						1.11	+				
Stoddard Solvent see Mineral Spirits		8020-83-5									
Styrene		100-42-5	C ₈ H ₈	0.45	+	0.43	+	0.4	+	8.43	20
Sulfur dioxide		7446-09-5	SO ₂	NR		NR	+	NR	+	12.32	2
Sulfur hexafluoride		2551-62-4	SF ₆	NR		NR		NR		15.3	1000
Sulfuryl fluoride	Vikane	2699-79-8	SO ₂ F ₂	NR		NR		NR		13.0	5
Tabun**	Ethyl N, N-dimethylphosphoramidocyanidate	77-81-6	C ₅ H ₁₁ N ₂ O ₂ P			0.8					15ppt
Tallow HRJ						1.09	+				
Tallow HRJ						0.95	+	0.36	+		
Tallow HRJ/JP-8						1.14	+				
Tallow HRJ/JP-8 50/50						0.9	+	0.39	+		
Tetrachloroethane, 1,1,1,2-		630-20-6	C ₂ H ₂ Cl ₄					1.3		~11.1	ne
Tetrachloroethane, 1,1,2,2-		79-34-5	C ₂ H ₂ Cl ₄	NR	+	NR	+	0.60	+	~11.1	1
Tetrachlorosilane		10023-04-7	SiCl ₄	NR		NR		15	+	11.79	ne
Tetraethyllead	TEL	78-00-2	C ₈ H ₂₀ Pb	0.4		0.3		0.2		~11.1	0.008
Tetraethyl orthosilicate	Ethyl silicate, TEOS	78-10-4	C ₈ H ₂₀ O ₄ Si			0.7	+	0.2	+	~9.8	10
Tetrafluoroethane, 1,1,1,2-	HFC-134A	811-97-2	C ₂ H ₂ F ₄			NR		NR			ne
Tetrafluoroethene	TFE, Tetrafluoroethylene, Perfluoroethylene	116-14-3	C ₂ F ₄			~15				10.12	ne
Tetrafluoromethane	CFC-14, Carbon tetrafluoride	75-73-0	CF ₄			NR	+	NR	+	>15.3	ne
Tetrahydrofuran	THF	109-99-9	C ₄ H ₈ O	1.9	+	1.7	+	1.0	+	9.41	200
Tetramethyl orthosilicate	Methyl silicate, TMOS	681-84-5	C ₄ H ₁₂ O ₄ Si	10	+	1.3	+			~10	1
Therminol® D-12**	Hydrotreated heavy naphtha	64742-48-9	m.w. 160	0.8	+	0.51	+	0.33	+		ne
Therminol® VP-1**	Dowtherm A, 3:1 Diphenyl oxide: Biphenyl	101-84-8 92-52-4	C ₁₂ H ₁₀ O C ₁₂ H ₁₀			0.4	+				1
Toluene	Methylbenzene	108-88-3	C ₇ H ₈	0.54	+	0.45	+	0.51	+	8.82	50
Tolylene-2,4-diisocyanate	TDI, 4-Methyl-1,3-phenylene-2,4-diisocyanate	584-84-9	C ₉ H ₆ N ₂ O ₂	1.4	+	1.4	+	2.0	+		0.002
Trichlorobenzene, 1,2,4-	1,2,4-TCB	120-82-1	C ₆ H ₃ Cl ₃	0.7	+	0.45	+			9.04	C5
Trichloroethane, 1,1,1-	1,1,1-TCA, Methyl chloroform	71-55-6	C ₂ H ₃ Cl ₃			NR	+	1	+	11	350

Compound Name	Synonym/Abbreviation	CAS No.	Formula	9.8	C	10.6	C	11.7	C	IE (eV)	TWA
Trichloroethane, 1,1,2-	1,1,2-TCA	79-00-5	C ₂ H ₃ Cl ₃	NR	+	NR	+	0.9	+	11.0	10
Trichloroethene	TCE, Trichloroethylene	79-01-6	C ₂ HCl ₃	0.62	+	0.54	+	0.43	+	9.47	50
Trichloromethylsilane	Methyltrichlorosilane	75-79-6	CH ₃ Cl ₃ Si	NR		NR		1.8	+	11.36	ne
Trichlorotrifluoroethane, 1,1,2-	CFC-113	76-13-1	C ₂ Cl ₃ F ₃			NR		NR		11.99	1000
Triethylamine	TEA	121-44-8	C ₆ H ₁₅ N	0.95	+	0.97	+	0.65	+	7.3	1
Triethyl borate	TEB; Boric acid triethyl ester, Boron ethoxide	150-46-9	C ₆ H ₁₅ O ₃ B			2.2	+	1.1	+	~10	ne
Triethyl phosphate	Ethyl phosphate	78-40-0	C ₆ H ₁₅ O ₄ P	~50	+	3.1	+	0.60	+	9.79	ne
Trifluoroethane, 1,1,2-		430-66-0	C ₂ H ₃ F ₃					34		12.9	ne
Trimethylamine		75-50-3	C ₃ H ₉ N			0.97				7.82	5
Trimethylbenzene, 1,3,5- see Mesitylene		108-67-8									25
Trimethyl borate	TMB; Boric acid trimethyl ester, Boron methoxide	121-43-7	C ₃ H ₉ O ₃ B			5.1	+	1.2	+	10.1	ne
Trimethyl phosphate	Methyl phosphate	512-56-1	C ₃ H ₉ O ₄ P			9.2	+	1.3	+	9.99	ne
Trimethyl phosphite	Methyl phosphite	121-45-9	C ₃ H ₉ O ₃ P			1.6	+		+	8.5	2
Turpentine	Pinenes (85%) + other diisoprenes	8006-64-2	C ₁₀ H ₁₆	0.37	+	0.3	+	0.29	+	~8	20
Undecane		1120-21-4	C ₁₁ H ₂₄			2				9.56	ne
Varsol see Mineral Spirits											
Vinyl acetate		108-05-4	C ₄ H ₆ O ₂	1.5	+	1.2	+	1.0	+	9.19	10
Vinyl bromide	Bromoethylene	593-60-2	C ₂ H ₃ Br			0.4				9.80	5
Vinyl chloride	Chloroethylene, VCM	75-01-4	C ₂ H ₃ Cl			2.0	+	0.6	+	9.99	5
Vinyl-1-cyclohexene, 4-	Butadiene dimer, 4-Ethenylcyclohexene	100-40-3	C ₈ H ₁₂	0.6	+	0.56	+			9.83	0.1
Vinylidene chloride see 1,1-Dichloroethene											
Vinyl-2-pyrrolidinone, 1-	NVP, N-vinylpyrrolidone, 1-ethenyl-2-pyrrolidinone	88-12-0	C ₆ H ₉ NO	1.0	+	0.8	+	0.9	+		ne
Viscor 120B see Mineral Spirits—Viscor 120B Calibration Fluid											
V. M. & P. Naphtha	Ligroin; Solvent naphtha; Varnish maker's & painter's naphtha	64742-89-8	m.w. 111 (C ₈ -C ₉)	1.7	+	0.97	+				300
Xylene, m-	1,3-Dimethylbenzene	108-38-3	C ₈ H ₁₀	0.50	+	0.44	+	0.40	+	8.56	100
Xylene, o-	1,2-Dimethylbenzene	95-47-6	C ₈ H ₁₀	0.56	+	0.45	+	0.43		8.56	100
Xylene, p-	1,4-Dimethylbenzene	106-42-3	C ₈ H ₁₀	0.48	+	0.39	+	0.38	+	8.44	100

* The term “ionization energy” is more scientifically correct and replaces the old term “ionization potential.” High-boiling (“heavy”) compounds may not vaporize enough to give a response even when their ionization energies are below the lamp photon energy. Some inorganic compounds like H₂O₂ and NO₂ give weak response even when their ionization energies are well below the lamp photon energy.

** Compounds indicated in green can be detected using a MiniRAE 3000, UltraRAE 3000 or ppbRAE 3000 with slow response, but may be lost by adsorption on a MultiRAE, EntryRAE and AreaRAE. Response on multi-gas meters can give an indication of relative concentrations, but may not be quantitative and for some chemicals no response is observed.

Therminol® is a registered Trademark of Solutia, Inc.



Bijlage 6: Toelichting overgangsrecht

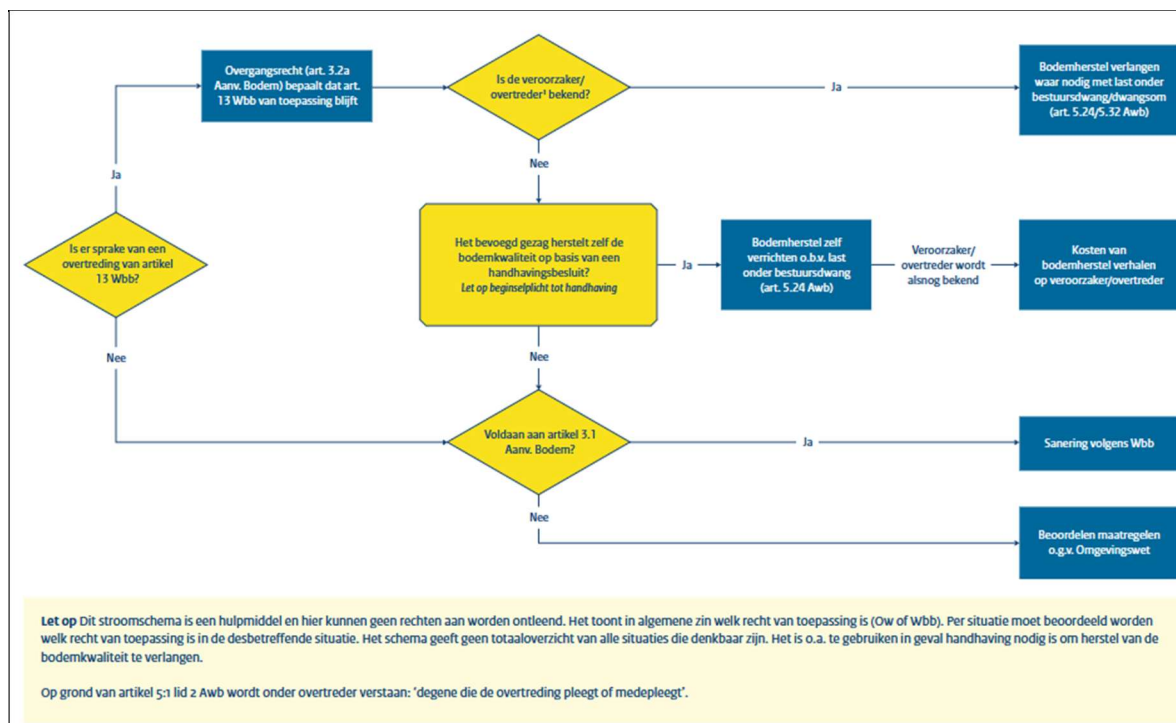
Indien een bodemverontreiniging met drugsafval vóór 1 januari 2024 is ontstaan, kan overgangsrecht van toepassing zijn. In de Aanvullingswet Bodem Omgevingswet staat onder artikel 3.2a dat, bij bestuursrechtelijke handhaving van een overtreding in het kader van zorgplicht artikel 13 Wbb, de artikelen 13, 27, 88 en 95 Wbb van toepassing blijven. Wanneer artikel 13 van de Wet bodembescherming (Wbb) van kracht is, geldt overgangsrecht, en gelden de richtlijnen volgens de Wbb.

In deze gevallen nemen de Gedeputeerde Staten de bevoegde taken waar, of, als de verontreiniging zich binnen diens gemeentegrenzen ligt, één van de 26 aangewezen grote gemeenten (Wbb art. 27 en 88). De veroorzaker is gehouden de schade te herstellen, voor zover dat redelijkerwijs geveerd kan worden (Wbb art. 13). De gedeputeerde Staten nemen direct maatregelen om verdere verontreiniging te stoppen en de gevolgen zoveel mogelijk ongedaan te maken. Daarbij kunnen ze het bevel geven om het terrein te mogen betreden en te bewerken (art 30 Wbb). De kosten die GS maken kunnen door de Staat verhaald worden op de veroorzaker (art. 75 Wbb).

Niet in alle gevallen waarbij verontreiniging is ontstaan tussen 1 januari 1987 en 1 januari 2024 geldt het zorgplichtartikel 13 Wbb. Wanneer de veroorzaker niet bekend is of niet aansprakelijk gesteld kan worden, is er geen mogelijkheid voor bestuursrechtelijke handhaving, en geldt het overgangsrecht dus niet. Als het bevoegd gezag zelf het bodemherstel verricht en in een later stadium de dader alsnog bekend wordt, kunnen de kosten alsnog worden verhaald op de veroorzaker.

Als er geen bestuursdwang wordt toegepast en er is geen sprake van overgangsrecht volgens artikel 3.1 Aanvullingswet Bodem, dan valt de verontreiniging onder de regels van de Omgevingswet.

In figuur 1 is een stroomschema opgenomen van de beleidsmatige opties bij verontreinigingen of aantastingen ontstaan in de periode op of na 1 januari 1987 tot en met 31 december 2023. Het stroomschema is van toepassing op bodemverontreiniging in brede zin (bron: Ministerie van I&W, Redeneerlijn en Q&A's overgangsrecht, werkdocument, 11 december 2024, versie 3.0).



Figuur 1: Stroomschema toelichting zorgplicht bodem

TTE verbindt boven- en ondergrond

Leeuwenbrug 103
7411 TH Deventer

t 0570 665 870
e info@tteconsultants.nl
w www.tteconsultants.nl