

## **Bodemonderzoek landbodems, praktijkvoorbeeld NTA 5755, mobiele verontreiniging chemische wasserij**

De NTA 5755 biedt ruimte voor maatwerk bij nader bodemonderzoek. De NTA 5755 levert geen kant en klare onderzoeksinspanningen voor de verschillende onderzoeksdoelen. Voor elke situatie afzonderlijk moet de onderzoeker het onderzoeksprogramma bepalen op basis van de resultaten uit voorgaand onderzoek en een op te stellen conceptueel model voor de verontreinigingssituatie. Het onderzoeksdoel, c.q. de -doelen zijn daarbij leidend. Het volgende voorbeeld laat zien hoe de NTA 5755 in de praktijk wordt toegepast en ingevuld voor een nader onderzoek van een mobiele verontreinigingssituatie bij een chemische wasserij.

### **Toepassing NTA 5755 voor nader onderzoek mobiele verontreiniging chemische wasserij**

De belangrijkste stappen voor een goed onderbouwd nader onderzoek conform de NTA 5755 zijn het formuleren van het onderzoeksdoel en de informatiebehoefte en het bepalen van de onderzoeksstrategie. Voor het bepalen van de onderzoeksstrategie bepaalt de onderzoeker in een aantal stappen de met het nader onderzoek te beantwoorden onderzoeksvragen. Daarna kan het onderzoeksprogramma concreet worden ingevuld.

#### **Beschikbare projectinformatie**

De gemeente wil een nader onderzoek uit laten voeren voor een voormalige chemische wasserij in de binnenstad. De voormalige chemische wasserij is uit een inventarisatie van verdachte locaties naar voren gekomen. Naar aanleiding hiervan heeft de gemeente eerst verkennend bodemonderzoek laten uitvoeren. Hieruit blijkt dat de vaste bodem en het grondwater tot (zeer) ruim boven de interventiewaarde verontreinigd zijn met vluchtige chloorkoolwaterstoffen. De bron is zeer waarschijnlijk te relateren aan lozing op het riool, waarbij een lekkage is opgetreden. Tijdens het verkennend bodemonderzoek zijn geen andere bronlocaties aangetroffen, terwijl hier wel onderzoek naar is verricht. Het grondwater zit op 2,5 m -mv. De locatie ligt niet in of nabij een grondwaterbeschermingsgebied. Ter plaatse is de bodem tot circa 40 meter diepte zandig opgebouwd.

### ***Stap 1: Aanleiding, onderzoeksdoel en bepalen informatiebehoefte***

#### **Aanleiding**

De eerste stap in het nader onderzoek is het vaststellen van de aanleiding ervoor. Uit de beschikbare informatie blijkt dat sprake is van overschrijding van de interventiewaarde. Het vermoeden van de aanwezigheid van een geval van ernstige verontreiniging is derhalve de aanleiding voor het uitvoeren van een nader bodemonderzoek.

#### **Doel**

Nu de aanleiding in beeld is, kan het (eerste) onderzoeksdoel concreet worden gemaakt: op basis van het onderzoek moet het bevoegd gezag kunnen vaststellen of sprake is van een geval van ernstige verontreiniging en of sprake is van spoed van sanering.

De adviseur vraagt aan de gemeente of zij wensen heeft gericht op de onderzoeksinspanning. De gemeente geeft aan in dit geval niet te willen kiezen voor de zogenaamde Bosatex onderzoeksstrategie, waarbij het onderzoek zich in eerste instantie alleen richt op aanpak van de bronlocatie(s). De gemeente wil graag de omvang van het hele geval in beeld hebben, omdat er vanwege bouwactiviteiten nogal eens bemalingen in de nabijheid van de locatie plaatsvinden. Bovendien zijn er plannen voor WKO (Warmte-Koude-Opslag) in het gebied. In het gebied zijn geen andere verdachte locaties met vluchtige chloorkoolwaterstoffen aanwezig, dus het onderzoek kan gericht worden op deze pluim. Het tweede doel van het onderzoek is derhalve de omvang en plaats van de bodemverontreiniging in het grondwater te bepalen.

Bij vastgestelde spoed van sanering wil de gemeente dat tijdens het nader onderzoek, waar dat binnen het onderzoek enigszins te combineren is, veldgegevens worden verzameld voor een eventuele

in-situ aanpak van de verontreiniging, gericht op de relevante risico's. Indien er vermoedelijk sprake is van spoed van sanering is het derde doel van het onderzoek dus om inzicht te verkrijgen in bodemgegevens die randvoorwaarden vormen voor een eventuele (in-situ) sanering.

### **Van toepassing zijnde protocollen of onderdelen daarvan**

Uit de NTA 5755 zijn de volgende onderdelen van toepassing:

- paragraaf 6.2 voor het bepalen van de ernst van verontreiniging;
- paragraaf 6.3 voor het bepalen van de spoed van sanering;
- paragraaf 6.4 voor het bepalen van de omvang;
- bijlage C voor de toepasbaarheid van saneringsmethoden.

Bij onduidelijkheid over de spoed van sanering, kan bijlage B van toepassing zijn voor een locatie-specifieke risicobeoordeling.

### **Informatiebehoefte**

Op basis van de aanleiding en de doelen van het onderzoek bepaalt de onderzoeker de informatiebehoefte. De informatiebehoefte is opgebouwd uit de aard van de informatie die met het nader onderzoek moet worden verzameld en het benodigd detailniveau van deze informatie.

De aard van de te verzamelen informatie is:

- informatie om ernst en spoed formeel vast te kunnen stellen. Voor de bepaling van de ernst van de verontreiniging is informatie nodig over de omvang en concentraties in grond en grondwater of dat er sprake is van een zogenaamde gevoelige functie (nagaan of de verontreiniging in de onverzadigde zone onder bebouwing zit). Voor de bepaling van de spoed van sanering is informatie nodig over de risico's van de verontreiniging. Gezien de aard van de verontreiniging zal het gaan om eventuele humane risico's als gevolg van uitdamping naar de binnenlucht of permeatie van drinkwaterleidingen en om verspreidingsrisico's in het grondwater (onder andere aan- of afwezigheid zaklaag, aan- of afwezigheid kwetsbare objecten);
- informatie om mogelijke afbraak van de verontreiniging te kunnen vaststellen. Er kan vinylchloride zijn ontstaan en dit is relevant in verband met verspreidingsrisico's en humane risico's;
- informatie omtrent de geo(hydro)logie en verwachte verspreidingspatronen;
- situering van bestaande kabels en leidingen en situering historische rioleringtracé;
- de driedimensionale streef- en interventiewaardecontouren in het grondwater om de omvang in beeld te brengen in verband met eventuele bemalingen in de omgeving;
- indien er naar verwachting sprake is van spoed van sanering: een omvangsbepaling van de bodemverontreiniging in de grond ten behoeve van een saneringsplan (inclusief kostenraming) of saneringsonderzoek (bij een in-situ sanering wordt de bron in de grond zoveel mogelijk verwijderd door ontgraving);
- indien er naar verwachting sprake is van spoed van sanering: bodemgegevens die randvoorwaarden vormen voor een in-situ sanering.

Het benodigde detailniveau van de informatie is:

- voor ernst: het minimale voor een beschikking ex art. 29 Wbb;
- voor spoed: voldoende gegevens (ex art. 37 Wbb) voor het opstellen van een standaard risicobeoordeling (aan/afwezigheid onaanvaardbare risico's evident) met behulp van Sanscrit op basis van de Circulaire bodemsanering;
- voor verdere inschatting verspreidingsrisico's: informatie omtrent de lokaal te onderscheiden geologische lagen en eigenschappen; informatie over overheersende regionale grondwaterstroming en doorlatendheden van verschillende geologische lagen; informatie omtrent (potentiële) onttrekkingsbronnen welke de grondwaterstromingsrichting (hebben) kunnen beïnvloeden, informatie over de omvang van een eventuele zaklaag;
- voor de interventiewaardecontour in het grondwater streven naar een volledig driedimensionaal beeld. Hierbij hangt het detailniveau af van de omvang van de gehele verontreiniging. Het detailniveau dient dusdanig te zijn dat een bepaling van het verontreinigd bodemvolume voor grondwater mogelijk is;

- voor de streefwaardecontour in het grondwater streven naar een volledig driedimensionaal beeld. Hierbij hangt het detailniveau af van de omvang van de gehele verontreiniging. Bij grote omvang de uitkartering richten op kritische punten (nabijheid locaties waar mogelijk bemalingen gaan plaatsvinden);
- voor de omvang in de grond streven naar een volledig driedimensionaal beeld tot afwezigheid van de verontreiniging;
- voor de saneringsparameters dient een dusdanig detailniveau te worden bereikt dat verschillen in natuurlijk (vóór bronlocatie) en verontreinigd (pluim) bodemmilieu te onderscheiden zijn.

## **Stap 2: Onderzoeksstrategie**

In overleg met de opdrachtgever is besloten om het onderzoek in meerdere fasen uit te voeren. Reden is dat gerichter en dus goedkoper onderzoek kan plaatsvinden door het stapsgewijs verkrijgen van inzicht in de (verontreiniging)situatie. Hierbij wordt de invulling van de volgende fase gebaseerd op de resultaten van de voorafgaande fasen. Eerst vult de onderzoeker het vooronderzoek aan tot een 'uitgebreid vooronderzoek' conform de NEN 5725. Hierbij wordt onder meer gedacht aan het uitwerken van de geo(hydro)logische situatie en een bepaling van de kabels- en leidingensituatie.

Aansluitend op de verkregen informatie worden de volgende fasen in onderzoek onderscheiden:

- fase 1: bepaling bronlocatie(s) in het riooltracé en indicatieve bepaling van de omvang van de pluim (veldmetingen);
- fase 2: kwantitatieve bepaling ernst van de verontreiniging, indien mogelijk bepaling van de spoed van sanering en indien mogelijk eerste globale omvangsbepaling;
- fase 3: verdere omvangsbepaling in het grondwater, bij een redelijke zekerheid over spoed gecombineerd met saneringsparameters en omvangsbepaling in de grond en grondwater.

## **Beschikbare informatie aangevuld op basis van de NEN 5725**

Er wordt een uitgebreid vooronderzoek volgens de NEN 5725 uitgevoerd. Daar komen onder andere de volgende gegevens uit naar voren:

- de chemische wasserij was vanaf de jaren vijftig tot zeventig op de locatie gevestigd;
- de chemische wasserij gebruikte per jaar circa 500 liter tetrachlooretheen;
- bij een rioolrenovatie begin tachtiger jaren werd bodemverontreiniging geconstateerd. Hier is geen nadere actie op ondernomen. Het nieuwe riool is boven grondwater in hetzelfde traject aangebracht, ongeveer midden onder de weg;
- de kabels en leidingen liggen in een strook vrij dicht langs de bebouwing, aan de kant van de voormalige chemische wasserij. De drinkwaterleidingen zijn van kunststof (LDPE);
- de locatie ligt in binnenstedelijk gebied met beperkte openbare ruimte, de aanwezige openbare ruimte is grotendeels in gebruik als openbare weg/trottoir of parkeergelegenheid;
- de straten in het gebied zijn overwegend eenrichtingsverkeer en hebben net voldoende werkbreedte voor machinaal boorwerk of sonderingen;
- het grondwater stroomt regionaal in oostelijke richting met een snelheid van circa 10 m/jaar. De retardatiefactor voor tetrachlooretheen wordt geschat op circa 30. Mogelijk heeft afbraak plaatsgevonden naar onder andere trichlooretheen (retardatiefactor circa 15) en vinylchloride (retardatiefactor circa 3).

## **Opstellen conceptueel model van de verontreinigingssituatie**

Uit de beschikbare gegevens stelt de onderzoeker een conceptueel model van de verontreinigingssituatie samen. Hierbij worden verspreidingsmogelijkheden en bronlocaties onderscheiden. De lozing van chemicaliën heeft plaatsgevonden op het riool. Lekkage vanuit het riool heeft waarschijnlijk een verontreiniging veroorzaakt.

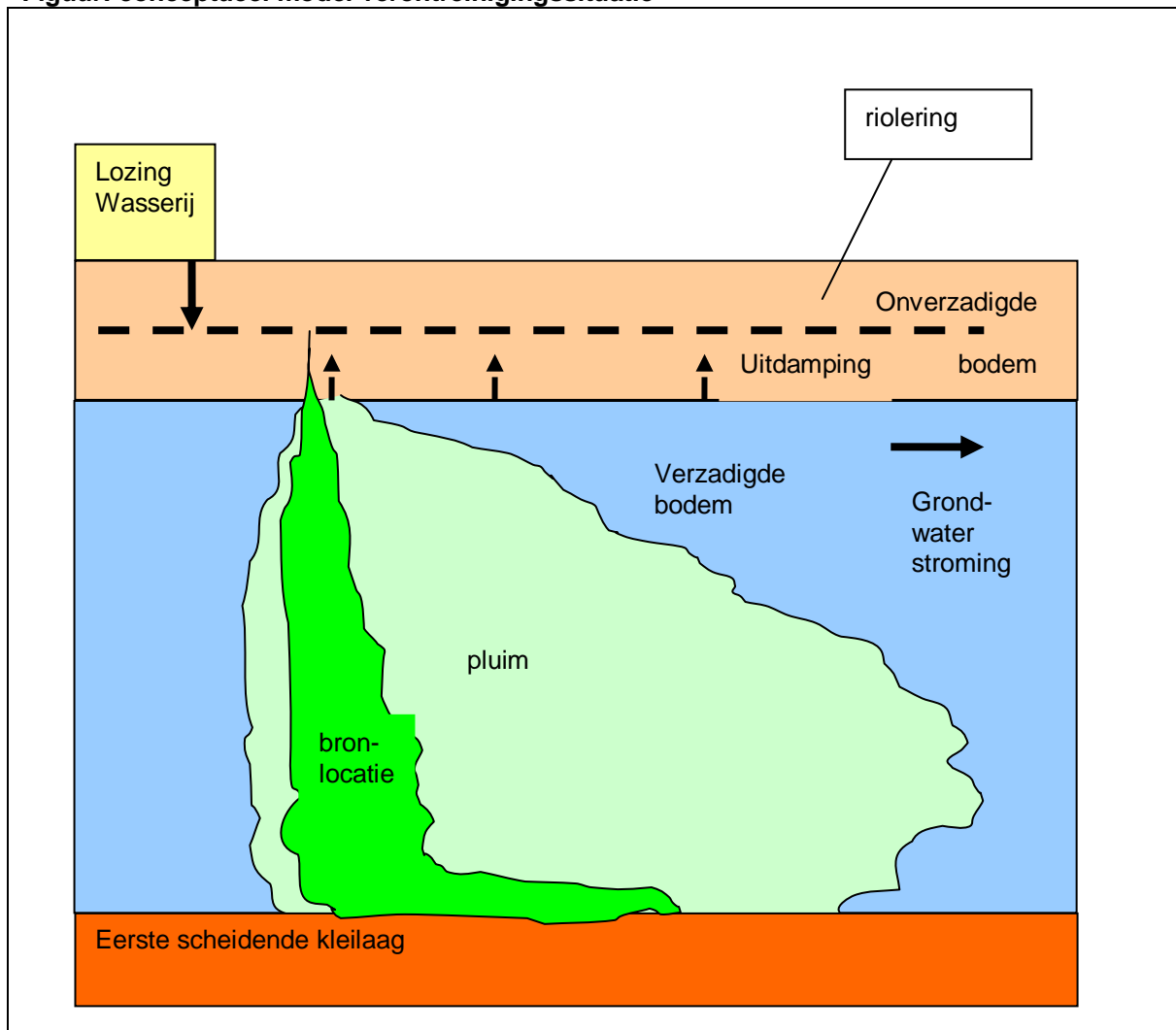
De gebruikte chemicaliën (VOCl) hebben een hoger soortelijk gewicht dan water en zakken daardoor tot op een scheidende laag. De chemicaliën zijn tevens goed oplosbaar zodat deze met de grondwaterstroming worden verspreid. De omvang van de pluim is moeilijk in te schatten. Uitgaande van aanwezigheid van de verontreiniging in de bodem van circa 60 jaar, een stroomsnelheid van 10 m/jaar en een retardatiefactor 30 is de lengte van de pluim theoretisch circa 20 m. Als echter in de

loop van de tijd mobielere afbraakcomponenten zijn ontstaan (trichlooretheen, dichlooretheen, vinylchloride) zal de pluim groter zijn. Ook blijkt de praktijk meestal af te wijken van de theoretisch berekening.

Vanuit het ondiepe grondwater vindt uitdamping van stoffen plaats naar de onverzadigde zone (bodemlucht). Bij de bronlocatie(s) van de verontreiniging zullen door de lekkage hogere concentraties van de verontreiniging in de bodemlucht voorkomen dan boven- en benedenstrooms daarvan.

In onderstaande figuur is een overzicht gegeven van de verwachte verontreinigingssituatie.

**Figuur: conceptueel model verontreinigingssituatie**



### Formuleren onderzoeksvragen

Op basis van het conceptueel model is antwoord op de volgende onderzoeksvragen nodig om aan de informatiebehoefte te voldoen en zo de onderzoeksdoelen te bereiken:

- voor vaststelling ernst: is er in de vaste bodem sprake van een volume van meer dan  $25\text{m}^3$  waarin de gemiddelde concentratie de interventiewaarde overschrijdt? En/of is in het grondwater sprake van een bodemvolume van meer dan  $100\text{m}^3$  waarin de gemiddelde concentratie de interventiewaarde overschrijdt?
- voor vaststelling spoed, humane risico's: is er contact tussen de verontreiniging en de kunststof drinkwaterleidingen? Is de verontreiniging in de grond en/of het ondiepe grondwater aanwezig onder de bebouwing en zo ja in welke concentraties?
- voor vaststelling spoed, verspreidingsrisico's: is er (vermoedelijk) sprake van een zaklaag? Omvat de interventiewaardecontour in het grondwater een bodemvolume van meer dan  $6000\text{m}^3$ ? Is

er sprake van kwetsbare objecten? Is de geohydrologische situatie dusdanig dat er sprake kan zijn van een toename van het bodemvolume met grondwater met gehalten boven de interventiewaarden van meer dan 1.000 m<sup>3</sup> per jaar?

- voor vaststelling ernst en spoed: wat is/zijn de bronlocatie(s) in het riooltracé?;
- voor vaststelling ernst en spoed: heeft afbraak van de verontreiniging plaatsgevonden, naar welke stoffen en in welke concentraties?;
- voor de verdere bepaling van de omvang in het grondwater: wat zijn de streef- en interventiewaardecontouren in het grondwater. Voor de streefwaardecontour gaat het met name om inzicht nabij locaties waar mogelijk bemalingen gaan plaatsvinden;
- indien er naar verwachting sprake is van spoed: wat is de omvang in de grond en wat zijn de (on)mogelijkheden van verwijdering van de bronlocatie(s) (wat zijn de obstakels);
- indien er naar verwachting sprake is van spoed: wat is het algemene bodemmilieu en welke aanwijzingen zijn er ten aanzien van aan- of afwezigheid van (biologische) afbraak en verdere verspreiding.

### **Selectie toepasbare technieken**

De NTA 5755 schrijft geen specifieke onderzoekstechnieken voor. Als uitgangspunten voor de selectie van toepasbare technieken gelden:

- voor de grond moet goed onderscheid mogelijk zijn tussen plaatsen waar de verontreiniging wel of niet aanwezig is. Concentraties aan verontreinigende stoffen in de grond zijn vooral van belang indien uitdamping naar binnenlucht op kan treden, zodat risicoberekeningen kunnen worden uitgevoerd;
- voor het grondwater moeten op een aantal plaatsen concentraties worden gemeten, om te kunnen toetsen aan streef- en interventiewaarden en op plaatsen waar uitdamping naar de binnenlucht op kan treden, zodat risicoberekeningen kunnen worden uitgevoerd;
- in het grondwater moeten resultaten tot 40 m diepte worden verkregen.

### **Keuze (combinatie) van techniek(en)**

Voor het aferken van de verontreiniging in de grond in de onverzadigde zone wordt gekozen voor het uitvoeren van bodemluchtmetingen in het riooltracé. De trefkans is in de bodemlucht veel groter dan door middel van grondmonsters in de grond.

De verspreiding en bodemopbouw in de verzadigde bodem wordt indicatief vastgesteld met MIP-sonderingen. MIP staat voor Membraam-Interfac-Probe techniek. Met deze techniek wordt door middel van verwarming de verontreiniging vervluchtigd en dan met een PID-meter gemeten. Tevens wordt de elektrische weerstand van het bodemtype gemeten. Hiermee wordt tevens de bodemopbouw bepaald. MIP-metingen zijn goed bruikbaar voor het aferken van bronlocaties en het bepalen van DNAPL's (zaklagen) maar minder goed voor het aferken van pluimen.

Voor het bepalen van concentraties in grond- en grondwater wordt gekozen voor uitvoeren van 'sonic-boringen'. Met deze techniek is het mogelijk separate filters op grotere diepten te plaatsen en de filterstelling af te stemmen op de lokale bodemopbouw. Uit de filters kunnen grondwatermonsters worden genomen voor analyse in het laboratorium. Hiernaast is het mogelijk om op gewenste diepten steekbusgrondmonsters te nemen, zodat concentraties van vluchtige verbindingen in grond kunnen worden gemeten in het laboratorium. Tot slot kunnen in de filters grondwaterstanden worden gemeten ten opzichte van NAP of een vast punt, waarmee de hydrologische situatie kan worden onderzocht.

### **Onderzoeksopzet**

Het onderzoek wordt in fasen uitgevoerd, zoals hierboven aangegeven onder het kopje "onderzoeksstrategie":

- in fase 1 worden de bronlocatie(s) opgespoord door middel van bodemluchtmetingen en met behulp van MIP-sonderingen wordt een indicatie verkregen van de bronlocatie(s) in het grondwater;
- in fase 2 worden in de kern en in de pluim met behulp van sonic-boringen filters geplaatst en grondmonsters genomen. De boringen en peilbuizen dienen ter bepaling van de maximale (zak-

laag) en minimale waarde (pluim) en het bepalen van concentraties op plaatsen waar uitdampingsrisico's kunnen optreden;

- in fase 3 wordt indien nodig extra informatie verzameld om de spoed van sanering vast te stellen. Als voldoende duidelijk is dat er sprake is van spoed wordt informatie verzameld die van belang is voor een saneringsonderzoek of –plan.

In onderstaande tekst wordt kort ingegaan op de onderzoeksopzet per fase. In onderstaande tekening is het onderzoek in fase 1 schematisch weergegeven.

#### Fase 1: Bodemluchtmetingen

Voor het uitvoeren van bodemluchtmetingen wordt gebruik gemaakt van een Ø70 mm handboor, een luchtpomp, een bodemklok (of vergelijkbaar) ter afsluiting van het boorgat, een PID-meter en een luchtbemonsteringsmedium (zogenaamde vials of adsorptiemedium).

De gehanteerde onderzoeksopzet voor uitvoeren van bodemluchtmetingen is als volgt:

- 1) plaatsen van één grondboring tot aan grondwaterniveau, grondboring afsluiten en bodemlucht voldoende afpompen met een luchtpomp, meten luchtconcentraties aan blaaszijde van pomp. De eerste bodemluchtmeting vindt plaats bij de aansluiting van het lozingspunt op de bedrijfsriolering en/ of op het gemeentelijk riool. Bij de eerste boring vindt standaard een luchtbemonstering plaats;
- 2) Per 5 meter wordt over de lengte van het riooltracé één bodemluchtmeting uitgevoerd. Bij overschrijding van de tot dan hoogst gemeten waarde in de bodemlucht vindt een nieuwe luchtbemonstering plaats;
- 3) Over het riooltraject worden minimaal 4 metingen (1 stroomopwaarts en overige in afwateringsrichting riolering) uitgevoerd. De metingen worden circa 5 meter uit elkaar geplaatst, waarbij er een voorkeur is om bij koppelingpunten van het riool te meten. Indien in een meting nog een verhoogde waarde (> 0 ppm) wordt aangetroffen, wordt 5 meter verder nabij het riooltraject een nieuwe bodemluchtmeting uitgevoerd.

#### Fase 1: MIP-sonderingen/metingen

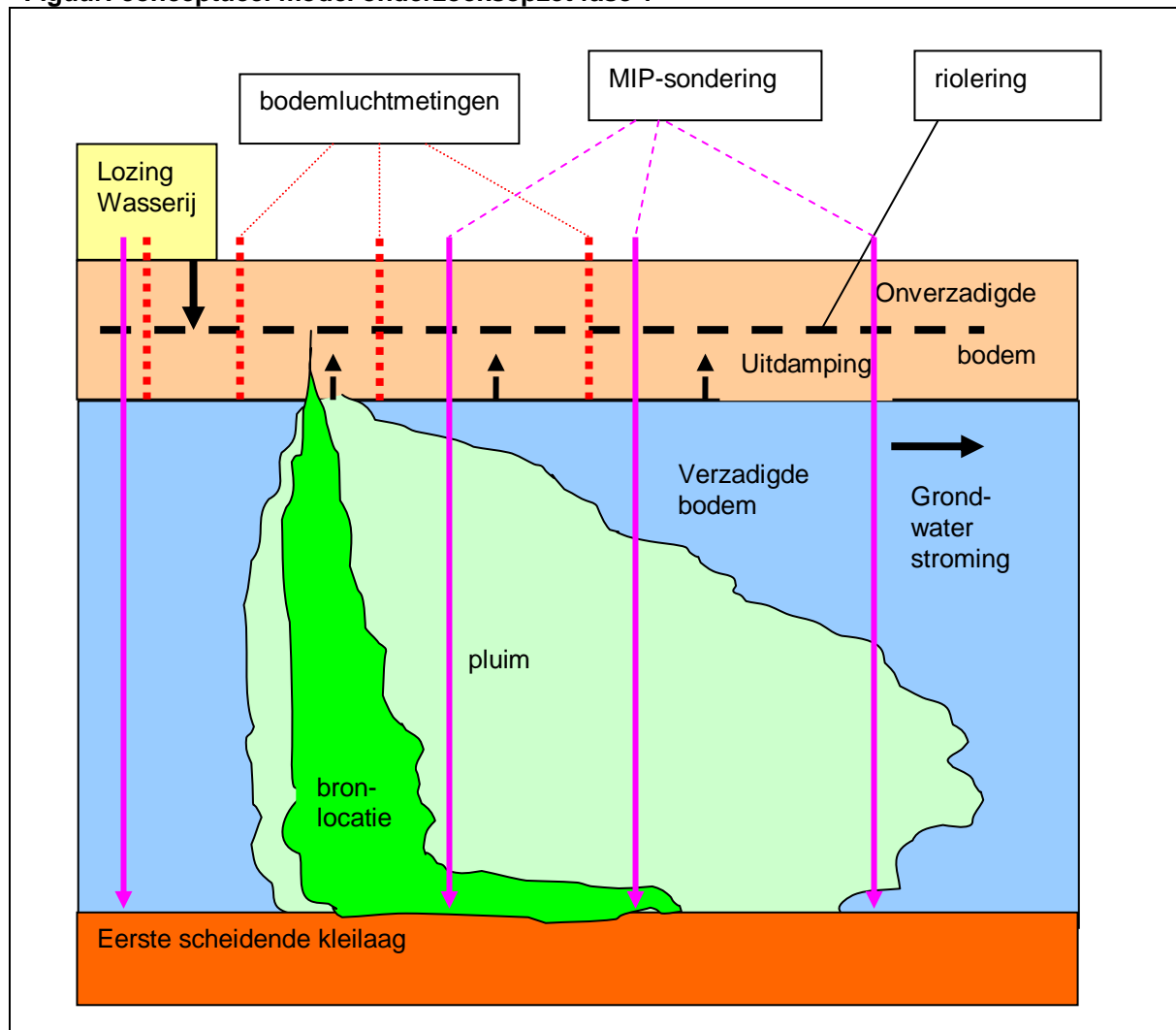
Met deze techniek wordt de bodemopbouw bepaald en vindt een continue indicatieve PID-meting plaats. Aan de hand van de resultaten van zowel de bodemluchtmetingen als de MIP-metingen wordt inzicht verkregen in de aard en omvang van de bodemverontreiniging.

De metingen worden tot 0,5 meter in de scheidende laag doorgezet. Hiermee wordt in verticale en horizontale richting voldoende inzicht verkregen in de bronlocaties en er wordt een indicatie verkregen van de omvang van de verontreinigingen.

De gehanteerde onderzoeksopzet voor deze fase is als volgt:

- 1) meten van de bodemwaarden stroomopwaarts van de potentiële bronlocatie(s). Deze waarden dienen als 'nulwaarde';
- 2) meten van de bodemwaarden in de grondwaterstromingsrichting. Eerste meting op circa 5 meter stroomafwaarts van de op basis van de bodemluchtmetingem bepaalde bronlocatie(s). Tweede meting op circa 10 meter stroomafwaarts van de eerste meting;
- 3) Bij waarden die sterk verhoogd (> 10%) zijn ten opzichte van de nulwaarde een nieuwe MIP-meting uitvoeren op 10 meter stroomafwaarts;
- 4) bij waarden die licht/matig verhoogd zijn (< 10%) ten opzichte van de nulwaarde geen nieuwe metingen meer uitvoeren.

**Figuur: conceptueel model onderzoeksopzet fase 1**



### Fase 2 en 3

Aan de hand van de indicatieve bepaling van de bronlocatie(s) en de pluim dient een kwantitatieve bepaling van concentraties in grond en grondwater plaats te vinden. Bij de kwantitatieve bepaling worden stroomopwaarts, bij de bronlocatie(s) en in de pluim filters geplaatst. Het aantal filters en de filterstelling worden vastgesteld aan de hand van de resultaten uit de eerste fase. In verband met de te bereiken diepte wordt gekozen voor het plaatsen van filters met behulp van sonic-boringen. Indien nabij bebouwing verontreiniging in het ondiepe grondwater of in de onverzadigde bodem aanwezig kan zijn, wordt hier met behulp van een handboring ondiep een filter geplaatst.

Door middel van bemonstering van grond en grondwater wordt inzicht verkregen in de omvang van de verontreiniging en de aan- of afwezigheid van verontreiniging die kan leiden tot uitdampingsrisico's. Ter plaatse van de bronlocatie(s) worden in ieder geval grondmonsters geanalyseerd van de sterkst verontreinigde laag en de eerste vermoedelijk schone laag bij de bronlocatie(s). Alle geplaatste filters worden gewaterpast en er worden grondwaterstanden gemeten. Met behulp van deze gegevens wordt vastgesteld of het conceptuele model van de hydrologische situatie en de verwachte lengte van de pluim klopt of moet worden bijgesteld.

De exacte onderzoeksopzet hangt af van de resultaten van fase 1 en wordt in dit voorbeeld niet verder uitgewerkt.

Ter bepaling van het bodemmilieu wordt het grondwater uit de peilbuis stroomopwaarts van de bronlocatie en de peilbuis aan het einde van de pluim bemonsterd en geanalyseerd op een breed analys-

pakket (bijvoorbeeld zuurstof, redox, pH, EGV (veldmetingen), afbraakparameters, aanwezigheid en beschikbaarheid van nutriënten, etc.). Met deze waarden wordt inzicht verkregen in de bodempotentie voor eventuele saneringsoplossingen.

### ***Overige informatie***

#### **Andere praktijkvoorbeelden**

Andere voorbeelden ter illustratie van de wijze waarop de NTA 5755 in de praktijk kan worden toegepast en ingevuld betreffen:

- [\[Nader onderzoek immobiele verontreiniging ophooglaag\]](#);
- [\[Nader onderzoek immobiele verontreiniging natuurgebied\]](#);
- [\[Nader onderzoek mobiele verontreiniging olietank\]](#);
- [\[Nader onderzoek mobiele verontreiniging tankstation\]](#);

#### **Algemene informatie over bodemonderzoek landbodems**

De aanleidingen en doelen van bodemonderzoek van landbodems en een toelichting op de inhoud van onderzoek en het onderzoekstraject van vooronderzoek tot en met nader onderzoek worden beschreven bij [\[Bodemonderzoek, landbodems, algemeen\]](#).