

GT-100136

24 september 2018

# Vervolgonderzoek correlatie tussen gaslek en bodemverontreiniging door benzeen



► **Trust  
Quality  
Progress**



**GT-100136**

24 september 2018

# Vervolgonderzoek correlatie tussen gaslek en bodemverontreiniging door benzeen

© 2018 Kiwa N.V.  
Alle rechten voorbehouden.  
Niets uit deze uitgave mag  
worden verveelvoudigd,  
opgeslagen in een  
geautomatiseerd  
gegevensbestand, of  
openbaar gemaakt, in enige  
vorm of op enige wijze, hetzij  
elektronisch, mechanisch,  
door fotokopieën, opnamen,  
of enig andere manier, zonder  
voorafgaande schriftelijke  
toestemming van de uitgever,  
alsmede van de  
opdrachtgever.

**Kiwa Technology B.V.**  
Wilmersdorf 50  
Postbus 137  
7300 AC Apeldoorn

Tel. 088 998 33 93  
Fax 088 998 34 94  
[www.kiwatechnology.nl](http://www.kiwatechnology.nl)

## Colofon

<b>Titel</b>	Vervolgonderzoek correlatie tussen gaslek en bodemverontreiniging door benzeen
<b>Projectnummer</b>	004P001141
<b>Projectmanager</b>	E.A. Polman
<b>Opdrachtgever</b>	Netbeheer Nederland
<b>Kwaliteitsborger(s)</b>	W.P. Brouwer
<b>Auteur(s)</b>	E.A. Polman, C.J.A. Pulles, A.A.M. Nipshagen (Bioclear earth)

**Dit rapport is tot stand gekomen in opdracht van Netbeheer Nederland. Het is beschikbaar voor Netbeheer Nederland, de bij Netbeheer Nederland aangesloten netbeheerders en de aan deze netbeheerders verbonden bedrijven.**

# Samenvatting

Op basis van de resultaten van theoretische modellen heeft Kiwa in samenwerking met Bioclear earth, recent geconcludeerd dat het aannemelijk is, dat bij niet-acute gaslekken in het gasdistributienet de bodeminterventiewaarde van benzeen wordt overschreden.

Uit een vervolgonderzoek aan 16 locaties met een lekindicatie klasse II, blijkt dat op 5 van de 16 locaties een overschrijding van de interventiewaarde voor benzeen in de bodem is geconstateerd. Dit bodemonderzoek is gedaan bij nog niet gerepareerde gaslekken.

Dit betekent dat er een relatie is tussen het aanwezig zijn van een gaslek en een overschrijding van de interventiewaarde van benzeen in de bodem.

Uit onderzoek aan de luchtkwaliteit bij twee locaties waarbij een lek is gerepareerd is eenmaal (momentaan) een waarde van benzeen in lucht gemeten bij het gaslek voor reparatie van het lek, van 1,22 mg benzeen/m<sup>3</sup>. Deze waarde is hoger dan de geldende Publieke Grenswaarde TGG-8u voor benzeen in lucht van 0,7 mg/m<sup>3</sup>. Het is onbekend wat de 8 uren gemiddelde waarde in de praktijk zal zijn.

Aanbevolen wordt om te onderzoeken of het benzeengehalte in distributiegas verlaagd kan worden. Ook wordt aanbevolen om op korte termijn het bevoegd gezag te informeren en met hun een actieplan overeen te komen.

Om de omvang van het probleem nader te duiden en ook om de omvang van de te nemen maatregelen beter te kunnen bepalen, wordt aanbevolen om de steekproef aan klasse II lekindicaties uit te breiden, de afhankelijkheid van het bodemtype te onderzoeken, luchtmonsters tijdens lekreparaties te nemen en om het verloop van de verontreiniging in de bodem en in het grondwater te monitoren.

# Inhoud

	<b>Samenvatting</b>	<b>1</b>
	<b>Inhoud</b>	<b>2</b>
<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Onderzoeksopzet</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Resultaten onderzoek</b>	<b>7</b>
3.1	Resultaten van de uitvoering van het onderzoek	7
3.1.1	Enexis gebied	7
3.1.2	Liander gebied	7
3.1.3	Rendo gebied	7
3.2	Resultaten van het onderzoek in relatie met de planning	7
3.2.1	Aantal locaties	7
3.2.2	Aantal bodemsoorten	8
3.2.3	Diepte van de grondmonsters	8
3.2.4	Aantal monsters per locatie	8
3.2.5	Luchtmonsters tijdens lekreparatie	8
3.3	Resultaten van de uitgevoerde metingen	8
3.3.1	Resultaten bodemmonsters	8
3.3.2	Resultaten luchtmetingen bij lekreparatie	11
<b>4</b>	<b>Beschouwing resultaten</b>	<b>12</b>
4.1	Omvang van het probleem	12
4.2	Invloed van de bodemsoort	12
4.3	Invloed van het benzeengehalte	13
4.4	Invloedsfactoren	14
4.5	Noodzaak tot additionele maatregelen	14
<b>5</b>	<b>Conclusies en aanbevelingen</b>	<b>16</b>
5.1	Conclusies	16
5.2	Aanbevelingen	16
5.2.1	Aanbevelingen voor korte termijn acties	16
5.2.2	Aanbevelingen voor onderzoek	17

# 1 Inleiding

Kiwa Technology heeft recent in samenwerking met Bioclear earth in opdracht van Netbeheer Nederland, onderzoek gedaan naar aanleiding van de vragen of het reëel is te veronderstellen, dat een gaslekkage kan leiden tot bodemverontreiniging door benzeen, hoe het benzeen zich in de bodem verspreidt en of microbiologische afbraak kan plaatsvinden in de bodem<sup>1</sup>. Dit alles afhankelijk van de bodemsamenstelling en de invloed van vocht.

Op basis van de resultaten van theoretische modellen is geconcludeerd dat het aannemelijk is, dat bij niet-acute gaslekken in het gasdistributienet de bodeminterventiewaarde van benzeen overschreden kan worden.

Uit het onderzoek naar het gedrag van benzeen in de bodem tijdens en na gaslekkage, komt naar voren dat daarbij een aantal processen een grote rol spelen. Dit betreft sorptie van benzeen aan minerale en organische stof, zeker in geval van verdrijving van vocht door het gas, met interventiewaarde-overschrijding in grond tot gevolg. Er treedt desorptie van benzeen op van met name de minerale stof bij herbevochtiging van de grond, waarbij ook mede vanwege in de bodem percolerend regenwater uitspoeling kan optreden naar het grondwater. Afbraak van benzeen treedt met name (snel) op naar gelang zuurstof makkelijk kan binnentreden in het verontreinigde bodemdeel (zoals in zandgrond). In omstandigheden waarbij zuurstof moeilijk binnendringt in het verontreinigde bodemdeel (in leem en/of klei) kan nog afbraak optreden maar deze vindt slechts langzaam plaats.

In het rapport zijn diverse aanbevelingen gedaan. In overleg is besloten om op korte termijn twee aanbevelingen uit dit rapport te onderzoeken:

- “Doe experimenten om meer inzicht te krijgen in de verspreiding van benzeen en de invloed van uitspoelen door percolerend regenwater”.
- “Wat is de blootstelling aan benzeen voor werknemers bij graafwerkzaamheden aan gasleidingen?”

Voor het doen van vervolgonderzoek is overleg geweest met een begeleidingsgroep van netbeheerders. Hierbij is gekozen voor een beperkt onderzoek naar eventuele verontreinigingen, met name het benzeengehalte, rondom reeds gesignaleerde gaslekken.

De gasdistributiesector wil goed onderbouwde antwoorden verkrijgen op de volgende vragen:

- Is er een relatie tussen het aanwezig zijn van een gaslek en een overschrijding van de interventiewaarde van benzeen in de bodem?
- Wat is de concentratie van benzeen in de lucht bij het graven naar een (lekke) gasleiding? Met het onderzoek wordt beoogd om een eerste inzicht te verkrijgen in de vraag of er een relatie is tussen een gaslek en een eventuele bodemverontreiniging met benzeen. Tevens zal de vraag beantwoord worden, wat de concentratie van benzeen in de lucht is tijdens graafwerkzaamheden naar een (lekke) gasleiding.

Gekozen is voor een praktische aanpak, waarbij de bodem rondom door de netbeheerders reeds gedetecteerde klasse II-lekken, wordt onderzocht.

Op basis van Nestor gegevens blijkt dat in Nederland in 2017 een aantal van 2142 Klasse I lekken en 4970 gevonden klasse II lekken zijn.

---

<sup>1</sup> GT-180002 Impact van een gaslek op benzeenverontreiniging in de bodem, 13 maart 2018; E.A. Polman, C.J.A. Pulles, F. van den Heuvel, A. Nipshagen, R. Winters

Op verzoek van Netbeheer Nederland is gekozen voor een kleine steekproef van bodemonsters bij 15 klasse II lekken. Dit om een snel antwoord te krijgen op de onderzoeksvragen. Door de geringe omvang van de steekproef is geen sprake van een representatieve steekproef maar van een indicatieve steekproef.

In het onderzoek heeft Kiwa Technology twee onderaannemers bij de uitvoering betrokken:

- Boluwa Ecosystems B.V. heeft de bodemonsters genomen en laten analyseren en beoordeeld op overschrijdingen van de toegestane waarden. De werkzaamheden van Boluwa zijn uitgevoerd onder certificaat van de BRL SIKB 2000 (nr. EC-SIK-20249) conform protocol 2001. De analyses zijn uitgevoerd door een geaccrediteerd laboratorium volgens de richtlijnen uit AS SIKB 3000.
- Bioclear Earth is een adviesbureau dat gespecialiseerd is in het bieden van (ecologische) oplossingen voor diverse milieu- en omgevingsproblemen, door gebruik te maken van natuurlijke processen.

## 2 Onderzoeksopzet

Kiwa Technology heeft het onderzoek uitgevoerd conform het volgende werkplan:

### 1. Voorbereiden werkzaamheden

De netbeheerders leveren Kiwa een lijst aan met gevonden lekken uit lekzoekrondes. Dit zijn zogenaamde klasse II lekken. Dit wil zeggen lekken die niet acuut gerepareerd hoeven te worden en die worden ingepland voor reparatie.

De locaties worden opgegeven met een eenduidige tekening of foto, zodat Boluwa in staat is om de lekindicaties exact te kunnen traceren en vooraf een KLIC-melding te doen.

Indien mogelijk wordt de verwachte bodemsamenstelling zoals zand, klei, veen of löss, opgegeven door de netbeheerder en zorgt de netbeheerder voor een spreiding in zowel geografische locatie als bodemsoort. Een verdere voorwaarde is dat grondroering relatief eenvoudig is. Dit betekent dat de lekindicaties bijvoorbeeld boven stoeptegels of in de berm zijn aangetroffen. Een lekindicatie boven asfalt of beton zal niet worden onderzocht op bodemsamenstelling

Elke netbeheerder geeft na opdrachtverlening het gewenste aantal locaties door aan Kiwa, met een aantal reservelocaties en de naam van een contactpersoon die op de bemonsteringsdag telefonisch benaderd kan worden.

De gewenste aantallen locaties zijn:

RENDO-gebied:	3 locaties en 2 reservelocaties
Liander-gebied:	6 locaties en 3 reservelocaties
Enexis-gebied:	6 locaties en 3 reservelocaties

### 2. Uitvoering werkzaamheden

Boluwa Ecosystems neemt per aangegeven locatie vijf bodemmonsters op een gecertificeerde wijze en zorgt voor analyse van de bodemmonsters op droge stofgehalte, organisch stofgehalte en BTEX (waaronder benzeen) volgens de AS SIKB 3000 accreditatie.

Om de vraag te beantwoorden of er sprake is van een overschrijding van de interventiewaarde, worden vijf punten gekozen rondom de geïndiceerde positie van het gemeten gaslek. Dit is de positie waarbij bovengronds de hoogste concentratie is gemeten. De meetpunten vormen de hoekpunten van een vierkant met zijden van een meter, waarbij de positie van het gaslek het middelpunt van dit vierkant is. Op deze vijf punten wordt een bodemmonster genomen met een steekbus, waarbij het bodemgedeelte op een diepte van 60 tot 80 cm wordt onderzocht. Door vijf monsters te nemen rondom de plek waarbij bovengronds de hoogste concentratie is gemeten en ook op de diepte, waarbij de meeste kans is op het aantreffen van een verontreiniging, immers de gasleiding ligt op een diepte van ca. 80 cm, kan met redelijke zekerheid een uitspraak worden gedaan of de bodem al dan niet verontreinigd is rondom het gaslek.

Per monster wordt een beschrijving van de bodemopbouw (0 tot 80 cm) gegeven en een analyserapport aangeboden, waarbij per verbinding de meetwaarde, de gestandaardiseerde meetwaarde, een verhoging t.o.v. de achtergrondwaarde en de mate van overschrijding van de interventiewaarde wordt opgegeven.

De gestandaardiseerde meetwaarde (GSSD) is de waarde, die is omgerekend naar een standaardsamenstelling voor de bodem, zodat deze met de interventiewaarde kan worden vergeleken.

### 3. Dataverzameling en data-analyse

De analysedata worden met een vertraging van niet meer dan vijf werkdagen bij Kiwa aangeleverd. Kiwa zal na afloop van de steekproef een rapportage opstellen, waarbij aangegeven wordt:

- het aantal onderzochte locaties;
- het aantal locaties en bodemonsters waarbij sprake is van verhoogde of licht verhoogde benzeengehaltes;
- het benzeengehalte in de bodem in geval van overschrijding;
- eventuele bijzonderheden, zoals overschrijdingen van de bodeminterventiewaarde van andere componenten.

#### 4. Uitvoeren luchtmetingen

Wanneer de resultaten van het bodemonderzoek bekend zijn, worden maximaal vijf locaties met de hoogste benzeengehaltes in de bodem geselecteerd. Deze vijf locaties worden ter plekke onderzocht tijdens de reparatie. In overleg met de netbeheerder wordt de datum van de reparatie vastgelegd. Hierbij wordt direct na het graven van de sleuf een luchtmonster genomen bij de leiding en op het maaiveld. Van deze twee luchtmonsters worden de gehalten aan hogere koolwaterstoffen, waaronder benzeen bepaald door GCMS (TD)-analyse, waarmee ook zeer lage gehalten gemeten kunnen worden.

De gevonden gehalten worden vergeleken met de geldende Publieke Grenswaarde TGG-8u voor benzeen in lucht (0,7 mg/m<sup>3</sup>, per 1 oktober 2017).

#### 5. Rapportage

Alle resultaten van de 75 bodemonsteranalyses en van de luchtmetingen, alsmede de overige bevindingen worden gerapporteerd, waarbij de volgende vragen worden beantwoord:

- Is er een relatie tussen het aanwezig zijn van een gaslek en een overschrijding van de interventiewaarde van benzeen in de bodem?
- Wat is de concentratie van benzeen in de lucht bij het graven naar een (lekkende) gasleiding?
- Wat zijn de consequenties van de bevindingen en hoe moeten de resultaten geïdentificeerd worden?
- Welke adviezen en vervolgstappen komen voort uit de bevindingen?

Bioclear Earth beoordeelt en toetst de conceptrapportage vanuit haar expertise.



## 3 Resultaten onderzoek

### 3.1 Resultaten van de uitvoering van het onderzoek

Bij het onderzoek zijn in totaal 16 locaties onderzocht. Bij 14 hiervan zijn de geplande vijf bodemmonsters genomen. Bij één locatie bleek het lek een dag van tevoren al gerepareerd te zijn. Hierbij zijn toch drie grondmonsters genomen. Meer monsters konden niet genomen worden omdat er te veel puin in de bodem lag. Ook op een andere locatie bleek dat enkele dagen van tevoren het lek al was gerepareerd. Hier is besloten om één grondmonster te nemen, ter hoogte van het gerepareerde lek.

#### 3.1.1 *Enexis gebied*

In het Enexis gebied zijn in totaal twaalf locaties, verspreid over Noord- en Zuid Nederland, door Enexis voor onderzoek aangeboden. Twee locaties zijn later toegevoegd omdat ter plekke bleek dat twee reeds geselecteerde locaties niet geschikt waren.

Uiteindelijk zijn op zes locaties, vijf bodemmonsters genomen. Op één locatie was het lek al gerepareerd maar zijn toch drie bodemmonsters genomen. Meer monsters waren hier niet mogelijk vanwege het aanwezige puin in de bodem.

Twee beoogde locaties vielen af: een locatie lag op particulier terrein en op een andere locatie lag zoveel puin in de grond, dat bemonstering niet mogelijk bleek. De Enexis locaties zijn zelfstandig bezocht door Boluwa. Op de eerste dag dat er bodemmonsters zijn genomen, heeft Kiwa geverifieerd of het door Boluwa uit te voeren bemonsteringsplan, in de praktijk werkbaar is.

#### 3.1.2 *Liander gebied*

Bij Liander is het gebied verdeeld in gebied A: Veluwe, Gooiland en Flevoland. Gebied B: overige locaties. De opzet was om in beide gebieden drie locaties te bemonsteren.

Door Liander zijn 80 locaties aangeboden in het gebied Veluwe, Gooi en Flevoland. Hiervan heeft Kiwa er zes geselecteerd op basis van een spreiding in de te verwachten grondsoort. Van deze zes locaties zijn twee bij nadere bestudering afgekeurd. Eén locatie lag op particulier terrein en een tweede lag onder asfalt en was daardoor niet geschikt voor bemonstering. Van één van de vier overige locaties bleek ter plaatse dat het lek al was gerepareerd. Hier is één monster genomen ter plaatse van het vermoedelijke lek.

In gebied B: overige locaties van Liander, bleek het niet mogelijk om locaties in het rivierengebied te leveren. In totaal zijn vier locaties aangeboden waarvan er twee bemonsterd zijn. Eén beoogde locatie bleek ter plaatse niet te bemonsteren omdat tijdens de bemonstering een team van Liander het lek kwam repareren. Hierna is ervoor gekozen om op een reservelocatie vijf bodemmonsters te nemen.

De Liander locaties zijn zelfstandig door Boluwa bezocht.

#### 3.1.3 *Rendo gebied*

Rendo heeft drie locaties geselecteerd. Deze drie locaties zijn op één dag bemonsterd. Rendo heeft hierbij een monteur ter beschikking gesteld die de drie locaties heeft aangewezen, waarna Boluwa de locaties heeft bemonsterd.

### 3.2 Resultaten van het onderzoek in relatie met de planning

#### 3.2.1 *Aantal locaties*

Het was de opzet om 15 locaties te bemonsteren waarbij een lekindicatie klasse II is bepaald. Uiteindelijk zijn 14 ongeroerde en 2 geroerde locaties (locaties met reeds

gerepareerde lekken) bemonsterd. Hierbij zijn aan de twee geroerde locaties minder grondmonsters genomen dan beoogd.

### **3.2.2 Aantal bodemsoorten**

De spreiding in grondsoorten bleek gering te zijn. Er was één locatie waarbij de gasleiding in klei lag en één gasleiding lag in leemgrond. Bij de andere 14 locaties was sprake van zandgrond. In de proef was beoogd om meer variatie in grondsoort te krijgen. Weliswaar bestaat twee derde van Nederland uit zandgrond<sup>1</sup>, nu is zandgrond in deze steekproef met 88% oververtegenwoordigd.

### **3.2.3 Diepte van de grondmonsters**

Beoogd was een bemonstering op een diepte van 60 tot 80 cm, uitgaande van een diepteligging van ca. 80 cm voor de gasleiding. Verwacht werd dat op deze diepte de grootste kans bestaat op het aantreffen van eventuele verontreinigingen. Op 9 van de 16 locaties, is ook op deze diepte bemonsterd. Op 7 van de 16 locaties is minder diep bemonsterd, namelijk op 50 tot 70 cm of op 40 tot 60 cm. De reden hiervoor is dat bij de eerste bemonstering, die altijd op de plaats van de lekindicatie plaatsvond, niet dieper bemonsterd kon worden, omdat er sprake was van een weerstand bij de monsterneming, dit kan mogelijk ook de gasleiding zijn.

### **3.2.4 Aantal monsters per locatie**

Buiten de ondervonden praktische beperkingen genoemd onder 3.1.1 en 3.1.2, zijn op één locatie (locatie 11), niet vijf maar vier bodemmonsters genomen. Dit omdat het lek pal naast een geasfalteerde busbaan lag.

### **3.2.5 Luchtmonsters tijdens lekreparatie**

Er zijn niet vijf metingen verricht, zoals beoogd, maar slechts twee. Er zijn weliswaar vijf locaties met lekindicatie waarbij een overschrijding van de interventiewaarde voor benzeen optreedt, maar één lek was al gerepareerd voor de bodemonsternamen. Van de vier overige locaties is gelijk nadat het resultaat van de bodemonsters bekend werd, verzocht door Kiwa Technology om het gaslek veilig te stellen en om een afspraak voor luchtmetingen tijdens de lekreparatie te maken. Bij twee van de vier locaties bleek het lek al gerepareerd te zijn voordat een afspraak voor luchtmetingen kon worden gemaakt.

## **3.3 Resultaten van de uitgevoerde metingen**

### **3.3.1 Resultaten bodemmonsters**

De resultaten van de bodemanalyses op de in totaal 16 locaties zijn weergegeven in tabel 1. De locaties waarbij een verhoogd gehalte is aangetroffen, zijn opgenomen in tabel 2, waarin de resultaten voor ieder bodemonster zijn gegeven.

De volgende begrippen zijn van belang bij de interpretatie van de resultaten:

#### **Achtergrondwaarde**

Deze waarde geeft het niveau aan waarbij sprake is van duurzame bodemkwaliteit. Voor gemeten concentraties welke deze waarden overschrijden wordt de term "licht verhoogd" gebruikt.

#### **Interventiewaarde (I)**

Deze waarde geeft aan wanneer de functionele eigenschappen die de bodem heeft voor mens, dier en plant ernstig zijn of dreigen te worden verminderd. De interventiewaarden bodemsanering geven het verontreinigingsniveau aan waarboven sprake is van een geval van ernstige (bodem)verontreiniging. Voor gemeten concentraties welke deze waarden overschrijden wordt de term "sterk verhoogd"

---

<sup>1</sup> <http://goedbodembeheer.nl/types/zandgrond>

gebruikt.

### GSSD

Bij de toetsing van de analyseresultaten aan de landelijke achtergrondwaarden en de interventiewaarden worden deze omgerekend naar een gestandaardiseerde meetwaarde (GSSD). Bij de toetsing van de grondresultaten voor organische verbindingen zoals BTEX wordt daarbij gebruik gemaakt van het gemeten organische stofgehalte in de grond(meng)monsters. Hoe lager het organisch stofgehalte, hoe hoger de gestandaardiseerde meetwaarde, zijnde de waarde waarboven mogelijk sprake kan zijn van een toxicologisch risico via diverse blootstellingsroutes. De reden hiervoor is namelijk dat hoe hoger het organisch stofgehalte, hoe meer sorptie van de verontreinigende stof plaatsvindt, en hoe minder beschikbaar die stof is om via diverse blootstellingsroutes tot humane dan wel ecologische risico's te leiden.

De eenheid van een verontreiniging wordt uitgedrukt in milligram per kilogram droge stof (mg/kg ds).




Tabel 1: resultaten van de grondmonsters

RNB	Datum monstername	Lekindicatie (ppmv*)	Diepe grondmonster (cm)	Grondsoort	Resultaat
Locatie 1	14-05-2018	2000	60-80	zand	
Locatie 2	15-05-2018	450	40-60 en 50-70	fijn zand	***
Locatie 3	15-05-2018	900	40-60	klei	
Locatie 4	16-05-2018	150	60-80	zand	
Locatie 5	16-05-2018	660	50-70	löss	
Locatie 6	31-05-2018	4000	60-80	fijn zand	
Locatie 7	31-05-2018	8000	60-80	fijn zand	
Locatie 8	22-05-2018	onbekend	40-60	zand	***
Locatie 9	22-05-2018	onbekend	60-80	fijn zand humeus	
Locatie 10	23-05-2018	onbekend	50-70	zand	
Locatie 11	23-05-2018	onbekend	40-60	fijn zand	
Locatie 12	05-06-2018	onbekend	60-80	zand	
Locatie 13	05-06-2018	onbekend	60-80	zand	
Locatie 14	29-05-2018	4000	60-80	zand	
Locatie 15	29-05-2018	100	60-80	zand	
Locatie 16	29-05-2018	1000	50-70	zand	

Verklaring bij de tabel:

\*: parts per million by volume

\*\*\* : deze locaties waren kort voor de monsternamen gerepareerd. Er zijn 3 (locatie 2) resp. 1 (locatie 8) monster(s) genomen in de geroerde grond.

	= schoon, concentratie aan benzeen < detectiegrens en/of achtergrondwaarde
	= concentratie benzeen > achtergrondwaarde maar < interventiewaarde
	= concentratie benzeen > interventiewaarde (GSSD > 1,1 mg benzeen/kg ds)

Tabel 2: Specificatie van de locaties met verhoogde gehalten aan benzeen

Locatie	Monsterpunt	Benzeen (mg/kg ds)	GSSD (mg/kg ds)	Resultaat
Locatie 3	1	0,22	1,1*	Red
	2	0,39	1,63	Red
	3	0,22	0,92	Yellow
	4	0,49	1,40	Red
	5	0,93	3,1	Red
Locatie 5	1	0,13	0,65	Yellow
	2	0,12	0,60	Yellow
	3	0,11	0,55	Yellow
	4	0,62	3,10	Red
	5	0,74	3,70	Red
Locatie 8	1	0,86	4,30	Red
Locatie 13	1	0,38	1,90	Red
	2	0,13	0,65	Yellow
	3	0,11	0,55	Yellow
	4	0,13	0,65	Yellow
	5	0,10	0,50	Yellow
Locatie 12	1,3,4,5	-	-	Green
	2	0,17	0,85	Yellow
Locatie 14	1	0,36	1,09	Red
	2	0,39	0,81	Yellow
	3	0,74	1,85	Red
	4	0,16	0,55	Yellow
	5	0,32	1,19	Red

\* deze waarde ligt precies op de grens van de interventiewaarde.

Uit de data blijkt dat bij vijf van de zestien gemeten locaties, de concentratie aan benzeen in een of meer bodemonsters, hoger is dan de interventiewaarde. Daarnaast is op één locatie de concentratie hoger dan de achtergrondwaarde. Hierbij is sprake van een licht verhoogde concentratie in de bodem.

Op de enige locatie met kleigrond (locatie 3) en de enige locatie met lössgrond (locatie 5) is in meerdere grondmonsters een overschrijding van de interventiewaarde waargenomen. De steekproef is te klein om hier algemene uitspraken over te doen. Een mogelijke verklaring kan zijn dat in beide gevallen sprake is van een dichte bodemlaag met fijne deeltjes die de doorstroming van het gas naar het oppervlak belemmeren, waardoor de benzeen minder makkelijk uitdampt en in meer kans heeft te sorberen aan de minerale en organische stof. Ook kan zuurstof minder gemakkelijk in deze bodem doordringen, waarbij de afbraak door aerobe bacteriën niet of minder plaatsvindt. Tijdens de lekkage vindt zuurstofuitwisseling echter vooral plaats aan de randzone van het invloedsgebied van het lek vanwege de verdringing van –zo al– aanwezige zuurstof door methaan. Hierbij moet verder worden opgemerkt dat ook op de locatie 14, waarbij sprake is van zandgrond, in meerdere grondmonsters een overschrijding van de interventiewaarde is waargenomen. Hier kan evenwel sprake zijn van een langere duur van de lekkage en/of een hogere flow.

Op locatie 8, die enkele dagen voor de monsterneming is gerepareerd, is ook een overschrijding van de interventiewaarde waargenomen. Dit is mogelijk wanneer de verontreinigde grond na opgraving weer wordt teruggestort. Het benzeen hecht zich aan het zand en komt naar verwachting beperkt vrij in de lucht tijdens het graven, de reparatie en het terugstorten.

### 3.3.2 Resultaten luchtmetingen bij lekreparatie

Er zijn metingen verricht, namelijk op de locatie 13 en op locatie 14. Beide locaties hebben een gasleiding in zandgrond.

De leiding is blootgelegd. Hierna zijn twee luchtmonsters genomen ter hoogte van het maaiveld (tijdstip 1 en 2). Na vaststelling van de exacte plaats van het lek, is op de bodem en vlak naast het lek, een luchtmonster genomen (tijdstip 3). Vlak na reparatie van het lek is opnieuw een luchtmonster op de bodem van het gat en naast het lek genomen (tijdstip 4).

De luchtmonsters zijn vervolgens geanalyseerd met behulp van een temperatuurgeprogrammeerde gaschromatograaf met een capillaire kolom en een massaselectieve detector. Middels 'selective ion monitoring' (SIM) is specifiek op benzeen geanalyseerd. Het monster is voor injectie geconcentreerd met behulp van thermische desorptie.

Tabel 3: luchtmetingen monsters op maaiveld en bodem gat voor en na reparatie

Locatie 14	Benzeengehalte (ppb) <sup>1</sup>	Benzeengehalte mg/m <sup>3</sup> lucht
Tijdstip 1	12	0,04
Tijdstip 2	14	0,05
Tijdstip 3	351	1,22
Tijdstip 4	32	0,11
Locatie 13	Benzeengehalte (ppb)	Benzeengehalte mg/m <sup>3</sup> lucht
Tijdstip1	74	0,26
Tijdstip 2	40	0,14
Tijdstip 3	89	0,31
Tijdstip 4	27	0,09

Het beeld is beperkt omdat er slechts twee locaties zijn bemeaten en beide lekken liggen in zandgrond. Een maal is een waarde van benzeen in lucht gemeten die boven de geldende Publieke Grenswaarde TGG-8u ligt voor benzeen in lucht (0,7 mg/m<sup>3</sup>, per 1 oktober 2017). Deze waarde is gemeten op de bodem van het gat vlak bij het gaslek voor reparatie. Mogelijk is hierbij ook wat aardgas bemonsterd want er zijn sporen van methaan in het monster aangetroffen. Hierdoor zou het benzeen in het luchtmonster, niet alleen uit de bodem, maar ook uit het lekkende aardgas afkomstig kunnen zijn.

<sup>1</sup> ppb zijn parts per billion d.w.z. 1 deeltje per 10<sup>9</sup> deeltjes

## 4 Beschouwing resultaten

### 4.1 Omvang van het probleem

Op 5 van de 16 locaties met een lekindicatie is een verontreiniging met benzeen aangetroffen in de bodem waarbij sprake is van concentraties hoger dan de interventiewaarde. Op één van de 16 locaties is een waarde boven de achtergrondwaarde aangetroffen.

Gelet op de omvang van het aantal geconstateerde gaslekken in Nederland, namelijk 2142 Klasse I lekken en 4970 Klasse II lekken, is de omvang van de steekproef te klein om een nauwkeurige uitspraak te kunnen doen over het aantal lekken in Nederland dat jaarlijks tot een bodemverontreiniging leidt. Bij 31% van de 16 onderzochte locaties komt een overschrijding van de interventiewaarde voor. Op basis van deze steekproef is de conclusie dat met een betrouwbaarheid van 95% is vastgesteld dat de kans op een overschrijding van de interventiewaarde in geval van een gaslek, tussen de 7 en 56% ligt.

Om een indruk te krijgen van het effect van het vergroten van de steekproef, als daarbij verhoudingsgewijs hetzelfde resultaat aangetroffen wordt, is de volgende tabel van toepassing.

*Tabel 3: invloed van de steekproefgrootte op het betrouwbaarheidsinterval*

Omvang	Aantal met overschrijding interventie waarde	Interval met betrouwbaarheid van 90%	Interval met betrouwbaarheid van 95%	Interval met betrouwbaarheid van 99%
30	9	17 - 45%	14 - 48%	9 - 53%
100	31	23 - 39%	22 - 40%	19 - 43%
300	93	27 - 35%	26 - 36%	24 - 38%

### 4.2 Invloed van de bodemsoort

Er is een beperkt aantal metingen gedaan in kleigrond en löss grond, namelijk twee. Op beide locaties is de interventiewaarde overschreden, terwijl dit niet op elke locatie met zandgrond het geval is.

Het is mogelijk dat er een relatie is tussen het gehalte aan benzeen in de bodem en de grondsoort. Zandgronddeeltjes zijn grover dan klei- of lössdeeltjes. Onder vochtige omstandigheden zijn de fijne poriën in een klei of lössbodem geheel met vocht gevuld en wordt zuurstoftransport door de bodem vertraagd. Voor zandgrond geldt dat de poriën groter zijn, waardoor er meer zuurstoftransport in de bodem plaatsvindt. Voor kleigrond is het effect van vertraagd zuurstoftransport sterker dan voor lössgrond.<sup>1</sup> Een hoger zuurstofgehalte in de bodem bevordert de aerobe bacteriële afbraak, met dien verstande dat de zuurstofuitwisseling tijdens de lekkage alleen optreedt in de randzone van het door de lekkage beïnvloed gebied.

Het is dus mogelijk dat deconcentratie aan benzeen na een gaslek in een kleibodem, hoger is dan een vergelijkbaar gaslek in een zandbodem. Als de subpopulatie van klei- of lössgrond, in de bodem groot genoeg is, kan deze hypothese geverifieerd worden.

<sup>1</sup> A.L.M. van Wijk, Luchthuishouding ion de bodem van grassportvelden, <http://edepot.wur.nl/162020>

### 4.3 Invloed van het benzeengehalte

Aardgas bevat een niet te verwaarlozen hoeveelheid benzeen. In tabel 4 zijn de gemeten gehalten weergegeven op een aantal meet- en regelstations (MR) gasmengstations (MS) en ondergrondse gasopslagen (UGS) van 2013 tot en met 2017. In de steekproefmonsters genomen in 2017, zijn de gemeten gehalten tussen de 153 en 235 ppmv. Hoewel er sprake kan zijn van regionale verschillen, is dit verschil dus beperkt tot maximaal 35%.

Groen gas bevat in het algemeen zeer weinig benzeen. Er zijn gebieden waar in de zomerperiode veel Groen gas wordt gedistribueerd, echter in de wintermaanden zal dit aandeel in het algemeen gering zijn.

Ook LNG bevat weinig benzeen. LNG wordt na verdamping ingezet als peakshaver gas in West Nederland, maar dit gebeurt incidenteel en niet regulier.

Gesteld kan worden dat door het overgrote deel van het Nederlandse gasdistributienet anno 2018, benzeenhoudend aardgas wordt gedistribueerd. Met benzeenverontreiniging van de grond door een gaslek moet daarom in geheel Nederland rekening worden gehouden.

Tabel 4: benzeengehalte in ppmv per M&R station of gasopslag

M&R	Code transportlijn	2013	2014	2015	2016	2017
MR Oostum	A541	174,4	205,6	203,6	186,2	206,1
MR Westerbork	A516	127,5	140,3	169,9	164,9	
MR Scheemda	A516	126,5	133,1	154,2	181,3	153,3
MR Schuilenburg	A541	158,9	193,4	278,9	199	196,9
MS Ommen	A505	128,2	189,5	209,3	197,4	
MS Ommen	A510	133,7	150,8	177,3	200,7	212,6
MS Ommen	A511	121,4	146,5	279,1	241,2	174,4
MS Ommen	A522	131,4	141,3	170,2	229,7	168,8
MS Ommen	A549	141,5	187	166,1	178,5	208,1
MS Beverwijk	A550	215,5	195,6	189	245,1	234,6
MS Beverwijk	A551	192,5	-	193	243,1	227,3
MS Wieringermeer	A545	179,6	204,1	7,8	268,1	
MS Wieringermeer	A546	188,2	219,4	7,8	170,7	
MS Wieringermeer	A550	214	216,5	212,9	285,1	200,3
MS Wieringermeer	A551	186,5	210,4	199,5	256	205,7
UGS Alkmaar TAQA		303,7	214,7	32,5	267,7	
UGS Epen NUON			152,2	213,9	188,4	
UGS Epen RWE		165,8	177,1	175	240,4	
UGS Epen Eneco			135,9			
LNG MaasVakte[1]	A536			-		
UGS Norg	A540	0,6		-	96,5	

#### 4.4 Invloedsfactoren

Er is een aantal factoren van invloed op het gehalte aan benzeen in de bodem na een gaslek. Deze worden hier kort aangestipt. Een deel van deze factoren is al benoemd in het rapport: "Impact van een gaslek op benzeenverontreiniging in de bodem"<sup>1</sup>.

**De grootte van het gaslek:** een groter lek injecteert evenredig meer benzeen in de bodem. Wanneer door het lek in korte tijd veel gas wordt uitgezonden in de bodem, is er bovendien nog weinig tijd geweest om het benzeen af te breken. Bovendien kan vanwege het verdrogend effect van het uitstromend gas meer benzeen adsorberen aan de minerale bodemfractie.

**De duur van de lekkage:** de totale hoeveelheid benzeen die in de bodem komt is afhankelijk van de tijdsduur van het lek. Na een lange periode kan er echter ook een beperkte afbraak van het benzeen plaatsvinden. Dit betreft dan waarschijnlijk voornamelijk langzame anaerobe afbraak omdat binnen het door de lekkage beïnvloede gebied zuurstof wordt verdrongen door de uitstromende methaan.

**Het organisch stofgehalte in de bodem:** Organische bestanddelen zijn in staat om het benzeen te binden. De combinatie van zuurstof (gesteld dat dit binnendringt, zie hierboven), vocht, organische stof en bacteriële activiteit kan de afbraak van benzeen in de bodem bevorderen. Verder geldt dat bij een hoog organisch stofgehalte de werkelijke waarde van benzeen in de bodem, hoger mag zijn voordat de interventiewaarde wordt overschreden (zie 3.4).

**Grondsoort:** zoals in 4.3 beschreven, is kleigrond, door de fijne deeltjesstructuur, slecht belucht en hierbij zal de bacteriële afbraak gering zijn, omdat hier vooral sprake is van relatief langzame anaerobe afbraak. Ook kan het gastransport van benzeen uit aardgas in de bodem vertraagd worden door de fijne poriën in kleibodem. Naar verwachting is de omvang van de resulterende benzeenverontreiniging in klei- en/of leemgrond dan ook geringer dan in zandgrond.

**Het zuurstofgehalte in de bodem:** bij een goed beluchte bodem zijn de condities voor aerobe bacteriële afbraak gunstiger, met dien verstande dat zoals eerder vermeld, tijdens lekkage alleen zuurstofuitwisseling plaatsvindt in de randzone van het door de lekkage beïnvloede gebied.

**Het vochtgehalte in de bodem:** vocht is nodig om bacteriële activiteit te bewerkstelligen. Bij een droge bodem (als gevolg van de verdrogende werking van de gasstroom) is er geen tot weinig bacteriële activiteit. Bovendien is bij de afwezigheid van vocht sprake van een sterke adsorptie van benzeen aan de minerale fractie. Als gevolg van in de bodem percolerend regenwater, is uitspoeling van benzeen naar het grondwater mogelijk.

**Het benzeengehalte in aardgas:** uiteraard leidt een hoger gehalte aan benzeen in het aardgas, bij een gaslek tot een hoger gehalte aan benzeen in de bodem (zie 4.3).

#### 4.5 Noodzaak tot additionele maatregelen

In principe is het duidelijk wat de wettelijke consequenties zijn van de overschrijding van de interventiewaarde in de grond voor benzeen bij een gaslekkage. De Circulaire bodemsanering 2013 is hier niet van toepassing omdat het nieuwe gevallen van verontreiniging zijn, ontstaan na januari 1987.

Vanaf 1987 geldt de zorgplicht zoals verwoordt in artikel 13 van de Wet bodembescherming:

---

<sup>1</sup> GT-180002 Impact van een gaslek op benzeenverontreiniging in de bodem, 13 maart 2018; E.A. Polman, C.J.A. Pulles, F. van den Heuvel, A. Nipshagen, R. Winters



*“Ieder die op of in de bodem handelingen verricht als bedoeld in de artikelen 6 tot en met 11 en die weet of redelijkerwijs had kunnen vermoeden dat door die handelingen de bodem kan worden verontreinigd of aangetast, is verplicht alle maatregelen te nemen die redelijkerwijs van hem kunnen worden gevegd, teneinde die verontreiniging of aantasting te voorkomen, dan wel indien die verontreiniging of aantasting zich voordoet, de verontreiniging of de aantasting en de directe gevolgen daarvan te beperken en zoveel mogelijk ongedaan te maken. Indien de verontreiniging of aantasting het gevolg is van een ongewoon voorval, worden de maatregelen onverwijld genomen.”*

In de “Handreiking bodem voor gemeenten” van Rijkswaterstaat (d.d. 5 juli 2013), is een aanpak (met draaiboeken) beschreven hoe om te gaan met milieuschade als gevolg van (ongewone) voorvallen en incidenten. De handreiking is met name gericht op milieu-incidenten/voorvallen die buiten inrichtingen plaatsvinden en bodemverontreiniging tot gevolg hebben. In die zin zou de handreiking ook richtinggevend kunnen zijn voor de aanpak van bodemverontreiniging als gevolg van gaslekkages. Conform de in de handreiking aangegeven beoordeling van een voorval is bij verontreiniging met interventiewaarde-overschrijding na gaslekage veelal sprake van een ongewoon voorval waarbij geen spoedig handelen is vereist. Bij een kleine bron (<25 m<sup>3</sup>), waar meestal sprake van is bij een gaslekage, dient dan onderzoek plaats te vinden in overleg met WBB-bevoegd gezag (rechtstreekse gemeente of provincie/omgevingsdienst omgevingsdienst<sup>1</sup>) en moet zonodig (volledige) verwijdering plaatsvinden van verontreinigde grond, eveneens in overleg met Wbb-bevoegd gezag en op basis van een plan van aanpak. Zonodig moet ook het grondwater plaatselijk onderzocht worden als er kans is geweest op uitspoeling door percolerend regenwater.

Welke aanpak ook gevolgd gaat worden, duidelijk is dat met het Wbb-bevoegd gezag afspraken gemaakt moeten worden over proportionele maatregelen. Het is wenselijk dat er op landelijk niveau uniforme afspraken gemaakt worden. Immers, burgers voorzien van een gasaansluiting is een wettelijk verplichting en er is een algemeen belang bij een goed functionerende en betaalbare gasvoorziening. Er zijn dus twee belangen: het belang van een goed functionerende en voor iedereen toegankelijke energievoorziening zoals verwoord in de Gaswet en het belang van de bescherming van het milieu zoals verwoord in de Wet bodembescherming.

In geval van een reparatie van een gaslekage waarbij sprake is van een verontreiniging met benzeen speelt bovendien nog het aspect van werken in en met verontreinigde bodem. De in dat kader van kracht zijnde CROW-publicatie 400 (herdruk januari 2018) presenteert een systematiek voor het bepalen van veiligheids- en gezondheidsrisico's en de bijbehorende beschermende maatregelen. In deze herziene richtlijn is sprake van meer maatwerk bij het bepalen van veiligheidsmaatregelen, waardoor onnodig gebruik van maatregelen wordt beperkt. Zo biedt de richtlijn ook de mogelijkheid om bij het werken aan leidingen, waarbij op meer korte termijn ingrijpen nodig is, te werken volgens een vooraf opgesteld generiek draaiboek in plaats van volgens een telkenmale op te stellen V&G-plan. Wellicht dat in zo'n draaiboek, in overleg met Wbb-bevoegd gezag, ook (generieke) afspraken en/of wijzen van aanpak op te nemen zijn hoe om wordt gegaan met de aanwezige verontreinigde grond. Er zou dan alleen een beknopte melding hoeven worden gedaan bij het betreffende Wbb-bevoegd gezag, met verwijzing naar het onderliggende draaiboek.

---

<sup>1</sup> [http://www.bodemloket.nl/bevoegd\\_gezag\\_wbb](http://www.bodemloket.nl/bevoegd_gezag_wbb)

# 5 Conclusies en aanbevelingen

## 5.1 Conclusies

Op de onderzoeksvraag: “is er een relatie tussen het aanwezig zijn van een gaslek en een overschrijding van de interventiewaarde van benzeen in de bodem?” kan gesteld worden dat er een relatie is. Bij 5 van de 16 onderzochte locaties is een overschrijding van de interventiewaarde gemeten en bij nog 1 van de 16 locaties is een verhoogde waarde aangetroffen.

Op de onderzoeksvraag “Wat is de concentratie van benzeen in de lucht bij het graven naar een (leke) gasleiding en leidt dit mogelijk tot overschrijding van de Publieke Grenswaarde TGG-8u voor benzeen in lucht?” kan gesteld worden dat uit experimenten blijkt dat het maximale gemeten momentane gehalte benzeen 1,22 mg/m<sup>3</sup> lucht bedraagt. Dit gehalte is gemeten voor reparatie van het gaslek, op de bodem van het uitgegraven gat, waarbij ook sporen van aardgas in het luchtmonster zijn aangetroffen. Het gehalte van 1,22 mg/m<sup>3</sup> lucht is hoger dan de TGG-8 uren waarde in de lucht. Het is niet duidelijk wat de gemiddelde 8 uren belasting voor een monteur in de praktijk zal zijn. De verwachting is dat dit lager zal zijn dan de TCG-8 urenwaarde in lucht, maar dit zal geverifieerd moeten worden.

In principe is het duidelijk wat de wettelijke consequenties zijn van de overschrijding van de interventiewaarde in de grond voor benzeen bij een gaslekkage. Het betreft dan een nieuw geval van verontreiniging die valt onder het zorgplicht artikel 13 van de Wet bodembescherming. De “Handreiking bodem voor gemeenten” van Rijkswaterstaat (d.d. 5 juli 2013), waarin een aanpak (met draaiboeken) is beschreven hoe om te gaan met milieuschade als gevolg van (ongewone) voorvallen en incidenten, zou ook richtinggevend kunnen zijn voor de aanpak van bodemverontreiniging als gevolg van gaslekkages. Met Wbb-bevoegd gezag moeten (lieftst landelijk) afspraken gemaakt worden over proportionele maatregelen dienaangaande.

In geval van een reparatie van een gaslekkage waarbij sprake is van een verontreiniging met benzeen en derhalve werken in verontreinigde bodem, is de CROW-publicatie-400 (herdruk januari 2018) van kracht. De richtlijn biedt bij het werken aan leidingen in bepaalde gevallen de mogelijkheid te werken volgens een vooraf opgesteld generiek draaiboek in plaats van volgens een telkenmale op te stellen V&G-plan. Wellicht dat in zo'n draaiboek, in overleg met Wbb-bevoegd gezag, ook (generieke) afspraken en/of wijzen van aanpak op te nemen zijn hoe om wordt gegaan met de aanwezige verontreinigde grond.

## 5.2 Aanbevelingen

De aanbevelingen zijn opgesteld in twee typen: aanbevelingen gericht op het doen van korte termijn acties en aanbevelingen voor onderzoek om de problematiek nader te duiden.

### 5.2.1 Aanbevelingen voor korte termijn acties

- Ga de mogelijkheden na om het benzeengehalte in gedistribueerd aardgas te verlagen. Hierbij valt te denken aan een verbeterde reiniging van aardgas of een verhoogde inzet van gassen met een lager benzeengehalte.
- Informeer het bevoegd gezag over de bevindingen gemeld in dit rapport en bespreek een plan van aanpak.

### **5.2.2 Aanbevelingen voor onderzoek**

- Breid de steekproef uit om de betrouwbaarheid over de omvang van het probleem (aantal verontreinigingen en de gemeten concentratie in de bodem) duidelijker te krijgen.
- Doe extra metingen aan het benzeengehalte in lucht tijdens lekreparatie en doe hierbij ook metingen aan lekken in klei- en löss grond. Een langdurige monitoring van het benzeengehalte in lucht, in plaats van een momentmonster geeft extra informatie over de werkelijke belasting voor een monteur in de praktijk.
- Ga na of er een afhankelijkheid is van het type bodem. Met name de vraag of klei en of lössgrond meer gevoelig zijn voor bodemverontreiniging door benzeen, is relevant.
- Monitor het verloop van de verontreiniging in de bodem en in het grondwater. Indien de bodem in staat is om de aanwezige benzeen door bacteriële activiteit af te breken, kan bepaald worden hoe lang een bodem na reparatie nog als verontreinigd aangemerkt moet worden.