



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

Risicobeoordeling vanadium in en onder fietspaden Drenthe

RIVM Briefrapport 2019-0012
E. Brand | P.J.C.M. Janssen



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

Risicobeoordeling vanadium in en onder fietspaden Drenthe

RIVM Briefrapport 2019-0012
E. Brand | P.J.C.M. Janssen

Colofon

© RIVM 2019

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), de titel van de publicatie en het jaar van uitgave.

DOI 10.21945/RIVM-2019-0012

E. Brand (auteur), RIVM
P.J.C.M. Janssen (auteur), RIVM

Contact:

Ellen Brand

Centrum voor Duurzaamheid, Milieu en Gezondheid (DMG)

Ellen.brand@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van Staatsbosbeheer in het kader van de herinrichting van natuurgebieden in Drenthe (kenmerk UBW50175353).

Dit is een uitgave van:

**Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu**

Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven

Nederland

www.rivm.nl

Publiekssamenvatting

Risicobeoordeling vanadium in en onder fietspaden Drenthe

Staatsbosbeheer heeft in het verleden bij de aanleg van fietspaden in Drenthe materiaal gebruikt om het fietspad te verstevigen, zoals schelpen en bouwmaterialen. De twee gebruikte bouwmaterialen (Koers fietspadenmix (KFP-mix) en Duomix) bevatten het metaal vanadium. Het aanwezige vanadium veroorzaakt geen gezondheidsrisico's voor mensen die de fietspaden gebruiken of in de nabijheid ervan recreëren. Hetzelfde geldt voor grotere (huis)dieren, vogels en drinkwaterwinningen in het gebied. Wel kan het metaal processen verstoren die nodig zijn voor een gezonde bodem, zoals de afbraak van organisch materiaal. Deze effecten zullen gezien de lange en smalle vorm van de fietspaden gering zijn.

Dit blijkt uit een risicobeoordeling van het RIVM op basis van onderzoeken van het gebruikte bouw materiaal, de onderliggende bodem en het grondwater. Naar aanleiding van onderhoudswerkzaamheden aan de fietspaden is bij Staatsbosbeheer de wens ontstaan het verstevigende bouw materiaal, zogeheten halfverhardingen, te vervangen door een product dat langer meegaat. Om te kunnen afwegen of het materiaal kan worden hergebruikt of moet worden afgevoerd, zijn keuringsonderzoeken uitgevoerd. Het materiaal, de onderliggende bodem en het grondwater zijn vervolgens beoordeeld op gezondheidsrisico's (voor recreanten en werknemers), risico's voor planten en dieren, het risico dat het metaal zich verspreidt naar de bodem en het grondwater, en risico's voor drinkwaterwinning in het gebied.

Het RIVM verwacht niet dat het vanadium op korte termijn in de nabije omgeving van de fietspaden naar de bodem en het grondwater zal verspreiden. De concentraties die in het grondwater zijn gemeten, liggen onder de risicogrens voor grondwater en zijn in lijn met concentraties die van nature in Noord-Nederland kunnen worden aangetroffen. Wel zijn de grenswaarden overschreden voor de maximale concentratie die uit het bouw materiaal mag vrijkomen. Daardoor is het vanadium in de grond terechtgekomen.

Kernwoorden: vanadium, risicobeoordeling, grond, grondwater bouwstoffen

Synopsis

Risk assessment of vanadium in and under cycling paths in Drenthe

In the past, Staatsbosbeheer used various substances, such as shells and secondary building materials, for reinforcement purposes when constructing cycling paths in Drenthe. The secondary building materials used (KFP mix and Duomix) contain the metal vanadium. The vanadium present does not pose any health risks for people using the cycling paths for cycling or recreation, nor to larger animals, including pets and birds or drinking water extraction sites in the vicinity. The metal can, however, disrupt processes necessary for healthy soil, such as the degradation of organic material. The effects will be slight, given the long, narrow form of cycling paths.

These were the results of a risk assessment carried out by RIVM based on inspection studies of the secondary building materials used, the underlying soil and the groundwater. Due to the need for maintenance activities on the cycling paths, Staatsbosbeheer wishes to replace the building materials, known as loose-fill surfacing, with a product that is more durable. Inspection studies were carried out to determine whether the material can be reused or must be disposed of. The material, the underlying soil and the groundwater were subsequently assessed for health risks (for recreational users of the cycling paths and workers), risks for plants and animals, the risk that the metal will spread to the soil and groundwater and risks for drinking water extraction in the area.

RIVM does not expect the vanadium to spread to the soil and groundwater in the immediate vicinity of the cycling paths in the short term. The concentrations measured in the groundwater are below the risk limit value for groundwater and are in line with the naturally-occurring concentrations in the northern part of the Netherlands. However, the limit values for the maximum concentrations that may be released from building materials are exceeded and this has resulted in the presence of vanadium in the soil.

Keywords: vanadium, risk assessment, soil, groundwater, secondary building materials

Inhoudsopgave

Samenvatting — 9

1 Inleiding — 15

- 1.1 Vraagstelling — 15
- 1.2 Leeswijzer — 16

2 Verkenning regelgeving en normen — 17

- 2.1 Zorgplicht — 17
- 2.2 Circulaire bodemsanering — 17
 - 2.2.1 Achtergrondwaarde grond en streefwaarde grondwater — 18
 - 2.2.2 Interventiewaarde grond — 18
 - 2.2.3 Interventiewaarde grondwater — 20
 - 2.2.4 Indicatieve niveaus voor ernstige verontreiniging — 20
 - 2.2.5 Herziening risicogrenzen interventiewaarde niveau — 21
- 2.3 Besluit bodemkwaliteit — 21
 - 2.3.1 Maximale Waarden — 21
 - 2.3.2 Bouwstoffen — 22
- 2.4 Conclusie — 23

3 Beoordeling gezondheidsrisico's en ecologie — 25

- 3.1 Halfverharding — 25
 - 3.1.1 Aanwezige concentraties — 25
 - 3.1.2 Risicobeoordeling — 27
- 3.2 Grond — 27
 - 3.2.1 Aanwezige concentraties — 27
 - 3.2.2 Aanvullende beoordeling gezondheidsrisico's — 28
 - 3.2.3 Toetsing hergebruik grond — 29
 - 3.2.4 Risicobeoordeling — 30
- 3.3 Grondwater — 30
 - 3.3.1 Aanwezige concentraties — 30
 - 3.3.2 Risicobeoordeling — 32
- 3.4 Arbo — 32

4 Conclusies en aanbevelingen — 35

- 4.1 Conclusies — 35
- 4.2 Aanbevelingen — 38
 - 4.2.1 Aanvullend onderzoek — 38
 - 4.2.2 Hergebruik versus afvoeren — 39
 - 4.2.3 Arbo — 39

Referenties — 41

Bijlage 1: voorbeeld risicobeoordeling CSOIL 2000 — 43

Samenvatting

Staatsbosbeheer heeft bij de aanleg van fietspaden in het verleden (combinaties van) halfverhardingen gebruikt zoals schelpen, Koers fietspadenmix (hierna KFP-mix) of Duomix (een mengsel van circa 85% gebroken staalslak en circa 15% gegranuleerde hoogovenslak). Staatsbosbeheer wil de halfverhardingen nu vervangen door een product met een langere levensduur.

De fietspaden liggen in drie beheereenheden te weten:

- Beheereenheid Drents-Friese Wold (Oude Willem & Geeuwenbrug);
- Beheereenheid Zuidwest Drenthe (Slingerpad & Woldenpad);
- Beheereenheid Emmen – Sleen (Mekelermeer & Tilweg).

Om te bepalen of het materiaal kan worden hergebruikt of moet worden afgevoerd, heeft Staatsbosbeheer opdracht gegeven aan ingenieursbureaus MACG en TAUW om keuringsonderzoeken uit te voeren. Uit deze onderzoeken blijkt dat de emissiewaarden voor vanadium voor de producten KFP-mix en Duomix worden overschreden. Nader onderzoek op de locatie Zuidwest Drenthe heeft aangetoond dat het vanadium ook aanwezig is in de grond onder de fietspaden. De overige locaties zijn hierop niet onderzocht. De aanwezigheid van vanadium was voor Staatsbosbeheer, in overleg met de provincie Drenthe, aanleiding tot het laten opstellen van een risicobeoordeling.

Het RIVM is gevraagd om op basis van de eerdere keuringsonderzoeken een beoordeling uit te voeren van de eventuele gezondheidsrisico's (recreanten en werknemers), ecologische risico's, verspreidingsrisico's en risico's voor drinkwaterwinning als gevolg van vanadium in het gebied. Deze rapportage geeft hiervan de resultaten.

Wet- en regelgeving

De van toepassing zijnde wet- en regelgeving is uitgebreid beschreven. Hierbij is tevens aandacht besteed aan gerelateerde wet- en regelgeving welke niet direct verplichtend is maar wel relevant kan zijn om duiding te geven aan de risico's. Samenvattend kan worden geconcludeerd dat de zorgplicht uit de Wet Bodembescherming en het Besluit bodemkwaliteit van toepassing is omdat het in deze casus een verontreiniging van na 1987 betreft (geen historische verontreiniging). Voor de risico-onderbouwing is gebruik gemaakt van de volgende normen of risicogrenzen van vanadium:

Naam	Grenswaarde	Bron
<i>Grond (mg/kg_{ds})</i>		
INEV ¹	250	Circulaire bodemsanering (2013)
Herziene risicogrenswaarde ecologie grond (2012)	105 ²	Brand et., (2012)
Herziene risicogrenswaarde humaan grond (2012)	1245	
Achtergrondwaarde	80	Regeling bodemkwaliteit (2007)
Maximale Waarde wonen	97	
Maximale Waarde industrie	250	
<i>Grondwater (µg/l)</i>		
Streefwaarde grondwater diep (> 10 m-mv)	1,2	Circulaire bodemsanering (2013)
INEV	70	Brand et., (2012)
Herziene risicogrenswaarde humaan grondwater (2012)	63 ³	
Herziene risicogrenswaarde humaan grondwater (2012)	4020 ⁴	
Herziene risicogrenswaarde ecologie grondwater (2012)	63	
<i>Bouwstoffen (mg/kg_{ds})</i>		
Emissiewaarde niet-vormgegeven bouwstoffen	1,8	Regeling bodemkwaliteit (2007)
Emissiewaarde IBC-bouwstoffen	20	

1) indicatief niveau voor ernstige verontreiniging

2) voorstel is mogelijk niet beschermend voor doorvergiftiging in de ecologische voedselketen.

3) afgerond naar 70 µg/l als voorstel voor interventiewaarde en gebaseerd op het drinken van 2 liter ongezuiverd grondwater per persoon per dag levenslang.

4) poriewaterconcentratie gebaseerd op evenwichtssituatie tussen concentraties in grond en grondwater.

Gezondheidsrisico's

Recreanten

Voor de locaties Drents-Friese Wold (Oude Willem & Geeuwenbrug) en Emmen - Sleen (Mekelermeer & Tilweg) zijn geen meetgegevens in grond en grondwater beschikbaar. Voor deze locaties kan dan ook geen uitspraak worden gedaan over mogelijke gezondheidsrisico's als gevolg van contact met bodem en grondwater en het daarin aanwezige vanadium.

Uit de uitgevoerde risicobeoordeling voor de locatie Zuidwest Drenthe (Slingerp pad & Woldenpad) blijkt dat de concentraties vanadium de herziene risicogrenswaarde humaan voor zowel grond als grondwater op niet overschrijden. Uit een aanvullende toetsing met het model CSOIL voor de bodemgebruiksfuncties 'wonen met tuin' (worst case scenario) en 'natuur' (representatief scenario), blijkt dat de risicogrenswaardes niet worden overschreden. De risico's voor recreanten die gebruik maken van of recreëren in de directe nabijheid van de fietspaden worden op basis hiervan verwaarloosbaar geacht.

Werknemers

In het huidige bodembeleid bestaan geen risicogrenswaarden die kunnen worden toegepast in een risicobeoordeling voor werknemers die werken met grond. Een toetsing van de situatie in Drenthe kan dan ook alleen in kwalitatieve zin worden uitgevoerd.

In het algemeen worden werknemers als gevolg van de (graaf)werkzaamheden en het hiermee geassocieerde contact intensiever blootgesteld aan de bodem en daarin aanwezige verontreinigingen dan bijvoorbeeld recreanten. Recreanten verblijven doorgaans niet langer dan enkele uren per dag in de nabijheid van de fietspaden om te wandelen en/of fietsen (ook woon-werkverkeer). Daarnaast is het contact van recreanten met de fietspaden minder intensief omdat men doorgaans niet met het aangebrachte materiaal in contact komt. Werknemers daarentegen komen gedurende de werkzaamheden intensief met de bodem in contact. De intensiteit van de blootstelling is afhankelijk van drie factoren: het soort contact (onder andere via de huid, ingestie van grond en inhalatie van bodemstof), de blootstellingsduur (meerdere uren per dag) en de contactfrequentie (meerdere keren per dag en week).

De verantwoordelijkheid voor het veilig uitvoeren van de werkzaamheden, ligt bij de werkgever. Blootstelling aan bodemverontreiniging kan beperkt worden door het nemen van diverse maatregelen welke afhankelijk van het type verontreiniging meer of minder intensief kunnen zijn.

Vanadium is een anorganische verontreiniging en niet vluchtig. Werknemers kunnen daardoor alleen via directe ingestie van grond en/of de inhalatie van bodemstof worden blootgesteld aan vanadium. Voorbeelden van directe ingestie van grond en/of bodemstof zijn het inslikken van grond middels hand-mond contact (als gevolg van het niet dragen van werk handschoenen en/of het niet regelmatig wassen van de handen) en het inslikken van bodemstof als gevolg van verwaaiing. Ook kan er sprake zijn van dermaal contact (huidcontact) met de grond, maar vanadium wordt niet door de huid opgenomen. Er is dus geen blootstelling als gevolg van dit contact. Het in acht nemen van de basis-arbeidshygiënische voorzieningen (zoals het dragen van werk-handschoenen, het regelmatig wassen van de handen en het eten in een aparte schaftruimte) wordt voldoende geacht om ingestie middels hand-mond contact te voorkomen. Om stofvorming als gevolg van de werkzaamheden te voorkomen en zo de blootstelling door het inademen van bodemstof te verminderen kan de locatie vochtig worden gehouden of dienen de werkzaamheden bij windstil weer te worden uitgevoerd.

Ecologische risico's

Voor de locaties Drents-Friese Wold (Oude Willem & Geeuwenbrug) en Emmen - Sleen (Mekelermeer & Tilweg) zijn geen meetgegevens in grond en grondwater beschikbaar. Voor deze locaties kan dan ook geen uitspraak worden gedaan over mogelijke ecologische risico's als gevolg van vanadium in bodem en grondwater.

Uit de uitgevoerde risicobeoordeling voor grond op de locatie Zuidwest Drenthe (Slingerpad & Woldenpad) blijkt dat de aangetroffen

concentraties op een vijftal meetpunten (van de in totaal 95 meetpunten), de ecologische risicogrenswaarde overschrijden. Hierdoor kunnen lokale ecologische effecten op de bodemecologie niet worden uitgesloten. Volgens de Circulaire bodemsanering (2013), is er sprake van een ernstige bodemverontreiniging als er tenminste 25 m³ grond verontreinigd is met een gemiddelde concentratie groter dan de interventiewaarde (of in het geval van vanadium het indicatief niveau). Dit is hier niet het geval, waardoor er volgens de Circulaire bodemsanering geen sprake is van een actueel risico. Als daarnaast in acht wordt genomen dat de fietspaden lang en smal zijn, en dat de risicogrenswaarde voor ecologie slechts op enkele meetpunten verspreid over een tweetal fietspaden wordt overschreden, is het aannemelijk dat de effecten beperkt blijven tot de bodemecologie direct onder en naast de fietspaden bij de desbetreffende meetpunten. De effecten voor het verdere ecosysteem, inclusief grotere (huis)dieren en vogels, wordt verwaarloosbaar geacht omdat zij doorgaans niet alleen in de directe nabijheid van de fietspaden foerageren/verblijven en daarmee de blootstelling beperkt is.

Verspreidingsrisico's

De gemeten uitloogconcentraties van vanadium uit de halfverhardingen voor de drie onderzoekslocaties zijn getoetst aan de emissietoetswaarden voor niet-vormgegeven bouwstoffen en IBC-bouwstoffen. Op alle locaties wordt tenminste één van de emissietoetswaarden overschreden. Op basis hiervan kan in het licht van vigerende wet- en regelgeving uitspoeling van vanadium uit de aangebrachte halfverhardingen niet worden uitgesloten.

Voor de locatie Zuidwest Drenthe (Slingerpad & Woldenpad) zijn daarom de concentraties in het grondwater onder twee fietspaden vergeleken met het Indicatief niveau voor ernstige verontreiniging (INEV) voor grondwater. Op basis hiervan wordt geconcludeerd dat de aanwezige concentraties vanadium de INEV niet overschrijden en dat risico's als gevolg van contact of gebruik van het grondwater verwaarloosbaar zijn. Daarnaast liggen de gemeten concentraties in grondwater in dezelfde ordergrootte als de te verwachten achtergrondconcentratie voor vanadium in grondwater voor zandgronden in Noord-Nederland. Er is momenteel dus geen sprake van een verhoogde uitspoeling uit de fietspaden op de locatie Zuidwest Drenthe. De verspreidingsrisico's als gevolg van de uitspoeling worden onder de huidige omstandigheden als verwaarloosbaar ingeschat.

Drinkwaterwinning

Voor de locaties Drents-Friese Wold (Oude Willem & Geeuwenbrug) en Emmen - Sleen (Mekelermeer & Tilweg) zijn geen meetgegevens in grond en grondwater beschikbaar. Voor deze locaties kan dan ook geen uitspraak worden gedaan over mogelijke risico's van vanadium voor drinkwaterwinning in het gebied.

Voor vanadium bestaan geen drinkwaternormen waar de drinkwaterkwaliteit aan moet voldoen. Er is daarom getoetst aan een risicogrenswaarde voor het drinken van twee liter ongezuiverd grondwater per persoon per dag levenslang. Deze risicogrenswaarde wordt gezien als een worst case benadering omdat in Nederland veelal

geen sprake is van consumptie van ongezuiverd grondwater. Alle aangetroffen concentraties in grondwater op de locatie Zuidwest Drenthe – (Slingerpad & Woldenpad) liggen ruimschoots onder de risicogrenswaarde voor grondwater ten behoeve van drinkwater. De risico's voor drinkwaterwinningen worden dan ook verwaarloosbaar geacht.

1 Inleiding

Staatsbosbeheer onderhoudt zijn fietspadennetwerk. Bij de aanleg van fietspaden zijn in het verleden (combinaties van) halfverhardingen gebruikt zoals schelpen, Koers fietspadenmix (hierna KFP-mix) of Duomix (een mengsel van circa 85% gebroken LD-staalslak¹ en circa 15% gegraneerde hoogovenslak). Staatsbosbeheer wil de halfverhardingen nu vervangen door een product met een langere levensduur.

De fietspaden liggen in drie beheereenheden te weten:

- Beheereenheid Drents-Friese Wold (Oude Willem & Geeuwenbrug);
- Beheereenheid Zuidwest Drenthe (Slingerpad & Woldenpad);
- Beheereenheid Emmen - Sleen (Mekelermeer & Tilweg).

Tijdens de voorbereiding van enkele projecten, waarbij de aanwezige halfverhardingen zouden worden afgevoerd, zijn keuringsonderzoeken uitgevoerd door ingenieursbureaus MACG en TAUW. De resultaten van deze onderzoeken geven aan dat de emissiewaarden voor uitloging van vanadium uit de producten KFP-mix en Duomix overschreden wordt. Nader onderzoek op de locatie Zuidwest Drenthe (Slingerpad & Woldenpad) heeft aangetoond dat vanadium ook aanwezig is in de grond en het grondwater onder de fietspaden. De overige locaties zijn hierop niet onderzocht. De aanwezigheid van vanadium was voor Staatsbosbeheer, in overleg met de provincie Drenthe, aanleiding tot een risicobeoordeling. Middels deze rapportage wordt daar invulling aan gegeven.

1.1 Vraagstelling

Onderhavige rapportage zal ingaan op de volgende vragen:

1. Wat zijn de (uitloog)concentraties van vanadium uit de halfverhardingen en in grond en grondwater bij de fietspaden en welke regelgeving is hierop van toepassing?
2. Is er mogelijk sprake van gezondheidsrisico's voor:
 - a. Recreanten die het fietspad gebruiken of in de directe omgeving van het fietspad recreëren?
 - b. Werknemers die de fietspaden moeten herstellen?
 - c. Wat kunnen de effecten zijn en welke (tijdelijke) maatregelen zijn denkbaar?
3. Is er mogelijk sprake van ecologische risico's en zo ja, hoe kunnen deze worden beperkt of weggenomen?
 - a. Zijn er risico's voor grotere (zoog)dieren zoals grazers, huisdieren en vogels?
4. Vanadium is plaatselijk tot in het grondwater aangetoond. Zijn er verspreidingsrisico's en zo ja zijn deze aanvaardbaar?
5. Wat zijn de gevolgen voor eventuele drinkwaterwinningen in het gebied?

¹ LD-staalslak is een bijproduct van het raffinage-proces van staal volgens de Linz-Donawitz methode. De vloeibare slak wordt van 1500°C afgekoeld waarna het vermalen en gezeefd wordt voor hergebruik.

1.2 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 van deze rapportage is de van toepassing zijnde wet- en regelgeving beschreven. Hierbij is tevens aandacht besteed aan andere wet- en regelgeving welke niet direct verplichtend is maar wel relevant kan zijn om duiding te geven aan de risico's. In hoofdstuk 3 wordt een overzicht gegeven van de gemeten uitloogconcentraties van de halfverhardingen en concentraties in grond en in het grondwater. Tevens wordt een risicobeoordeling gedaan. In hoofdstuk 4 volgen tot slot de conclusies en aanbevelingen.

2 Verkenning regelgeving en normen

Dit hoofdstuk geeft een overzicht van relevante regelgeving en normen voor de bodem, het grondwater en de halfverhardingen zoals die zijn toegepast op de fietspaden. Er wordt onderscheid gemaakt tussen wettelijk verplichte regelgeving voor de toepassing, risicobeoordeling en uitloging van stoffen uit halfverhardingen en aanvullende wet- en regelgeving ten behoeve van een nadere duiding van mogelijke risico's. De wet- en regelgeving is eerder beschreven in Brand et al. (2018). De van toepassing zijnde informatie is overgenomen uit deze rapportage en wordt hieronder beschreven.

2.1 Zorgplicht

Voor de toepassing van bouwstoffen, grond en baggerspecie wordt in het Besluit bodemkwaliteit (Bbk) in artikel 7 een zorgplicht neergelegd. In deze zorgplicht wordt gesteld dat verontreiniging of aantasting van de bodem door het toepassen van bouwstoffen, grond en baggerspecie, in beginsel moet worden voorkomen. Als er door een handeling of calamiteit toch een verontreiniging of aantasting optreedt moeten de effecten zoveel mogelijk worden beperkt voor zover dit redelijkerwijs kan worden gevraagd.

Ook voor nieuwe verontreinigingen (veroorzaakt na 1987), is in artikel 13 van de Wet bodembescherming (Wbb) een zorgplicht neergelegd. De zorgplicht houdt in dat verontreiniging of aantasting van de bodem in beginsel moet worden voorkomen. Als door een calamiteit of door onzorgvuldig gebruik van de bodem zich toch een verontreiniging van de bodem heeft voorgedaan, dienen de gevolgen te worden beperkt en de verontreiniging zo veel mogelijk ongedaan te worden gemaakt.

De zorgplicht is dus tweeledig:

1. men dient alle maatregelen te nemen om verontreiniging van de bodem te voorkomen;
2. indien er toch sprake is van een verontreiniging, zorg te dragen voor herstel (de herstellplicht).

Het gebruik van halfverhardingen voor fietspaden in Drenthe betreft een nieuwe situatie met mogelijke uitloging van verontreinigingen naar bodem en grondwater als gevolg. De zorgplicht (zowel artikel 7 van het Bbk, als artikel 13 van de Wbb) is daarom van toepassing. Aan de zorgplicht kan als volgt invulling worden gegeven:

1. Inzicht geven in de verontreinigingssituatie, bron en emissie;
2. De risico's voor mens en milieu ten gevolge van verspreiding in grondwater in kaart brengen;
3. Indien nodig: aanpak voor herstel maken.

In deze rapportage wordt invulling gegeven aan punten 1 en 2.

2.2 Circulaire bodemsanering

Om inzicht te krijgen in de verontreinigingssituatie en mogelijke risico's voor mens en milieu kan gebruik worden gemaakt van het

bodeminstrumentarium van de Circulaire bodemsanering (2013). In de Circulaire bodemsanering staat de uitwerking van het saneringscriterium waarmee wordt vastgesteld of een spoedige sanering als gevolg van risico's voor mens of ecologie noodzakelijk is. Hiervoor worden streef- en interventiewaarden voor bodem en grondwater gebruikt. De Circulaire bodemsanering is van toepassing op historische verontreinigingen (veroorzaakt voor 1987) maar omdat de Circulaire bodemsanering een risicobeoordeling en de saneringsdoelstelling omvat kan deze ook als leidraad worden toegepast voor deze casus.

2.2.1 *Achtergrondwaarde grond en streefwaarde grondwater*

De achtergrondwaarde voor grond en streefwaarden voor grondwater markeren de grens tussen schone (niet beïnvloed door menselijke activiteiten) en verontreinigde grond of grondwater. De streef- en achtergrondwaarde zijn een ijkpunt voor de milieukwaliteit op de lange termijn. Indien deze worden overschreden, vloeien daar geen verplichtingen uit voor het bevoegd gezag. In de jaren negentig van de vorige eeuw fungeerde de streefwaarde als saneringsdoelstelling. Omdat een dergelijke doelstelling vaak financieel en technisch onhaalbaar bleek, is deze doelstelling gaandeweg verlaten.

Voor vanadium is een achtergrondwaarde voor grond van **80 mg/kg_{ds}** en een streefwaarde voor grondwater beschikbaar van **1,2 µg/l voor diep grondwater (> 10 m-maaiveld)**.

2.2.2 *Interventiewaarde grond*

De interventiewaarden voor grond en grondwater markeren de grens waarboven sprake is van een ernstige bodemverontreiniging. Er is pas sprake van een geval van ernstige verontreiniging als de gemiddelde gemeten concentratie van een stof in minimaal 25 m³ bodemvolume hoger is dan de interventiewaarde. Is het verontreinigde bodemvolume kleiner dan 25 m³, dan is er volgens de Circulaire bodemsanering geen sprake van een ernstige bodemverontreiniging met uitzondering van enkele gevoelige situaties. Bij deze gevoelige situaties kunnen concentraties kleiner dan de interventiewaarde toch het beoordelingscriterium voor onaanvaardbare humane risico's overschrijden. Bekende voorbeelden van gevoelige situaties zijn:

- moestuin/volkstuin;
- plaatsen waar vluchtige verbindingen in het freatische grondwater onder bebouwing aanwezig zijn in combinatie met hoge grondwaterstanden en/of in de onverzadigde bodem;
- plaatsen waar sprake is van gewasconsumptie en waar een verontreiniging met PCB's in de contactzone aanwezig is.

Bij recreatie op of nabij de fietspaden in Drenthe is geen sprake van een gevoelige situatie omdat de verblijftijd en contactmogelijkheden laag zijn in vergelijking met het standaard bodemgebruik 'wonen met tuin'. Om de verschillen tussen de gebruiksscenario's inzichtelijk te maken geeft Tabel 2.1 een overzicht van de verschillende blootstellingsroutes voor de bodemgebruiksscenario's 'wonen met tuin' en 'natuur' (=recreatie). Volledigheidshalve zijn ook de blootstellingsroutes voor 'graven in grond' (arbo-omstandigheden) weergegeven. De bescherming van werknemers valt echter niet onder het bodembeleid en is daarmee geen bestaand bodemgebruiksscenario. In Tabel 2.2 zijn per bodemgebruik de verschillen in contactfrequentie en blootstellingsduur

voor de bodemgebruiksscenario's 'wonen met tuin' en 'natuur' weergegeven.

Tabel 2.1: verschillende blootstellingsroutes voor de bodemgebruiken 'wonen met tuin' (standaard bodemgebruik), natuur (= recreatie) en graven in grond.

Blootstellingsroute	Wonen met tuin	Natuur (= recreatie)	Graven in grond (arbo) ¹
Directe ingestie van verontreinigde grond (inslikken van grond)	Ja	Ja	Ja
Consumptie van gewassen uit eigen tuin	Ja	Nee	Nee
Inhalatie van vluchtige dampen in binnenlucht	Ja	Nee	Nee
Inhalatie van vluchtige dampen in buitenlucht	Ja	Ja	Ja
Inhalatie van verontreinigd bodemstof	Ja	Ja	Ja
Inhalatie vluchtige dampen tijdens het douchen	Ja	Ja	Nee
Dermale opname via direct huidcontact	Ja	Ja	Ja
Dermale opname via huidcontact met verontreinigd grondwater	Ja	Ja	Ja
Permeatie van verontreiniging in drinkwaterleidingen	Ja	Ja	Nee

1) de bescherming van werknemers valt niet onder het bodembeleid en is daarmee geen bestaand bodemgebruiksscenario.

Tabel 2.2: contactfrequentie en blootstellingsduur per bodemgebruik.

Type frequentie of blootstellingsduur	Wonen met tuin		Natuur (= recreatie)		Graven in grond (arbo) ¹
	kind	volw.	kind	volw.	
Contactfrequentie (dagen/jaar)	125	100	25	10	n.b.
Grondingestie (jaarlijks gemiddelde) (mg/dag) ²	100	50	20	10	n.b.
Contacttijd per keer (uren)	8	8	8	8	n.b.
Tijd binnenhuis (uren/dag)	21,14	14,86	n.v.t.	n.v.t.	n.b.
Tijd buitenshuis (uren/dag)	2,86	1,14	1	1	n.b.
Consumptie wortelgewassen uit eigentuin (%)	10	10	n.v.t.	n.v.t.	n.b.
Consumptie bladgewassen uit eigentuin (%)	10	10	n.v.t.	n.v.t.	n.b.

1) de bescherming van werknemers valt niet onder het huidige bodembeleid en is daarmee geen bestaand bodemgebruiksscenario.

2) in de jaarlijkse gemiddelde grondingestie is tevens een inname via de inhalatie van grond verdisconteerd.

De interventiewaarden voor grond zijn gebaseerd op mogelijk onaanvaardbare risico's voor de mens of het ecosysteem en worden als volgt bepaald:

1. voor de mens (gezondheidsrisico's) wordt de bodemconcentratie bepaald die bij het bodemgebruik 'wonen met tuin' leidt tot blootstelling ter hoogte van het MTR (Maximaal Toelaatbaar Risiconiveau). De situatie 'wonen met tuin' is een relatief gevoelige wijze van bodemgebruik, waarbij alle blootstellingsroutes van de mens van toepassing zijn;
2. voor het ecosysteem wordt de bodemconcentratie bepaald die leidt tot 50% potentieel aangetaste soorten of bodemprocessen (HC50).

De laagste van de twee afgeleide bodemconcentraties (voor gezondheidsrisico's en ecologie) is de interventiewaarde grond (NOBO, 2008). Voor vanadium is geen interventiewaarde in grond beschikbaar. Er is wel een zogenoemd indicatief niveau voor ernstige verontreiniging (INEV) voor vanadium in bodem beschikbaar. Zie voor een verdere toelichting paragraaf 2.2.4 Indicatieve niveaus.

2.2.3 *Interventiewaarde grondwater*

De vigerende interventiewaarden voor grondwater dateren nog uit de jaren negentig en missen ten dele een directe onderbouwing op basis van een risicobenadering. De getalswaarden van de interventiewaarden voor grondwater zijn afgeleid volgens uitgangspunten die op essentiële punten afwijken van de uitgangspunten die zijn toegepast voor de interventiewaarde grond. Er is sprake van een geval van ernstige grondwaterverontreiniging indien voor ten minste één stof de gemiddelde gemeten concentratie van 100 m³ poriënverzadigd bodemvolume, hoger is dan de interventiewaarde.

Voor vanadium is geen interventiewaarde voor grondwater beschikbaar. Er is wel een INEV voor vanadium in grondwater beschikbaar. Zie voor een verdere toelichting de paragraaf 2.2.4 indicatieve niveaus.

2.2.4 *Indicatieve niveaus voor ernstige verontreiniging*

De INEV's zijn beschreven in bijlage 1, paragraaf 2 van de Circulaire bodemsanering (2013) als: "*Indicatieve niveaus hebben een grotere mate van onzekerheid dan de interventiewaarden. De status van de indicatieve niveaus is daarom niet gelijk aan de status van de interventiewaarde. Over- of onderschrijding van de indicatieve niveaus heeft derhalve niet direct consequenties voor wat betreft het nemen van een beslissing over de ernst van de verontreiniging door het bevoegd gezag. Het bevoegd gezag dient daarom naast de indicatieve niveaus ook andere overwegingen te betrekken bij de beslissing of er sprake is van ernstige verontreiniging.*".

Voor vanadium zijn de INEV's voor respectievelijk bodem en grondwater **250 mg/kg_{ds}** en **70 µg/l**. De onderbouwing van deze niveaus dateert uit 1998 en is gebaseerd op de risico's voor ecologie (Kreule en Swartjes, 1998).

2.2.5 *Herziening risicogrenzen interventiewaarde niveau*

De INEV's zijn bij de herziening van de Circulaire bodemsanering in 2006 en 2013 niet geëvalueerd.

In 2012 hebben Brand et al. onder andere de risicogrenswaarden voor vanadium in bodem en grondwater herzien. De afgeleide waarden voor ecologie en gezondheidsrisico's zijn niet overgenomen in beleid maar geven een betere onderbouwing van de mogelijke risico's dan de huidige indicatieve niveaus uit de Circulaire bodemsanering. De voorstellen worden in deze rapportage gebruikt om een nadere duiding te geven aan de analyseresultaten.

Voor bodem zijn de volgende risicogrenswaarden afgeleid:

- Gezondheidsrisico's: **1245 mg/kg_{ds}**;
- Ecologische risico's: **105 mg/kg_{ds}** (afgerond naar 110 mg/kg_{ds} als voorstel voor interventiewaarde. Waarde is mogelijk niet beschermend voor doorvergiftiging in de voedselketen).

Voor grondwater zijn de volgende risicogrenswaarden afgeleid:

- Gezondheidsrisico's: **63 µg/l** (afgerond naar 70 µg/l als voorstel voor interventiewaarde en gebaseerd op het drinken van 2 liter ongezuiverd grondwater per persoon per dag);
- Gezondheidsrisico's: **4020 µg/l** (poriewaterconcentratie gebaseerd op evenwichtssituatie tussen concentraties in grond en grondwater).
- Ecologische risico's: **63 µg/l**.

2.3 **Besluit bodemkwaliteit**

Het doel van het Besluit bodemkwaliteit (Bbk) is duurzaam bodembeheer. Er wordt gestreefd naar een balans tussen bescherming van de bodemkwaliteit voor mens en milieu enerzijds en gebruik van de bodem en bouwstoffen voor maatschappelijke ontwikkelingen zoals woningbouw of aanleg van wegen anderzijds.

Het besluit bevat regels ten aanzien van kwaliteitsborging van de bodemwerkzaamheden (Kwalibo), en het omgaan met bouwstoffen, grond en baggerspecie.

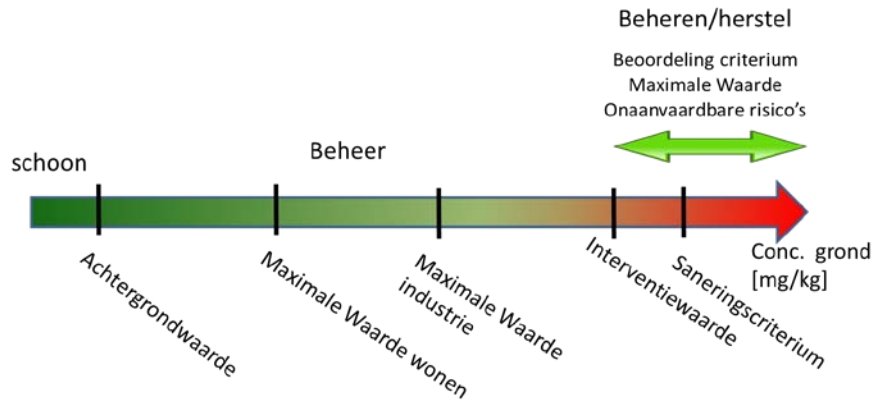
2.3.1 *Maximale Waarden*

Voor het generieke toetsingskader in het Besluit bodemkwaliteit zijn de zogenoemde Maximale Waarden voor de bodemfunctieklassen Wonen en Industrie ontwikkeld.

Deze twee waarden liggen tussen de achtergrondwaarde (de grens voor vrij grond- en baggerverzet) en de interventiewaarden.

De maximale waarden hebben als doel om een duurzaam geschikte toestand van de bodem te waarborgen, gegeven het gebruik. Dit betekent dat de bodem, indien deze aan de normen voldoet, blijvend geschikt wordt geacht voor de uitgeoefende bodemfunctie. In Figuur 2.1 wordt de relatie tussen de verschillende bodemnormen voor hergebruik van grond en spoedbepaling weergegeven.

De achtergrondwaarde voor vanadium bedraagt **80 mg/kg_{ds}**, de Maximale Waarde wonen bedraagt **97 mg/kg_{ds}** en de Maximale Waarde industrie bedraagt **250 mg/kg_{ds}** (Regeling bodemkwaliteit, 2007).



Figuur 2.1: schematisch overzicht van de normen voor hergebruik van grond en spoedbepaling.

2.3.2 Bouwstoffen

In het Besluit bodemkwaliteit (Besluit bodemkwaliteit, 2007) is in Hoofdstuk 4 (Grond en baggerspecie) de toetsing beschreven voor "de toepassing van grond in bouw- en wegconstructies, waaronder mede worden begrepen wegen, spoorwegen en geluidswallen" (artikel. 35b). In het kader van een gebiedsspecifiek toetsingskader voor de algemene toepassing, kan het bevoegde gezag voor het toepassen van grond op of in de bodem voor een door hem aangewezen bodembeheergebied, lokale Maximale Waarden vaststellen. Onder voorwaarden kunnen lokale Maximale Waarden boven de Maximale Waarden voor de bodemfunctieklasse industrie worden vastgesteld (artikel. 44.2).

Grootschalige toepassingen

Voor grootschalige toepassingen geldt een apart beleid. Grootschalige toepassingen zijn toepassingen van grond in een laagdikte van minimaal twee meter en een minimale omvang van 5000 m³. Het mengen van de bouwstoffen en de onderliggende grond om het volume te vergroten is niet toegestaan, omdat grond niet voldoet aan de definitie van een bouwstof. In de praktijk is het toegestaan dat een partij met maximaal 20 gewichtsprocent grond of baggerspecie is vermengd als gevolg van het afgraven van de bouwstoffen (Regeling bodemkwaliteit, 2007).

Uitloging

Omdat de halfverhardingen in Drenthe bij eventueel hergebruik worden beoordeeld als bouwstof, moeten deze bij hergebruik voldoen aan de Maximale Samenstellings- en Emissiewaarden, zoals geformuleerd in Bijlage A van de Regeling bodemkwaliteit voor bouwstoffen. In deze rapportage worden de Maximale Emissiewaarden dan ook gebruikt om verdere duiding te geven aan de risico's van uitloging van stoffen naar bodem en grondwater.

Er bestaan emissiewaarden voor anorganische stoffen zoals metalen en samenstellingswaarden voor organische stoffen. Er worden drie categorieën bouwstoffen onderscheiden: 1) niet-vormgegeven, 2)

vormgegeven bouwstoffen en 3) geïsoleerde toepassing van vormgegeven bouwstoffen (IBC²-bouwstoffen). De Maximale Emissiewaarden verschillen tussen de verschillende categorieën bouwstoffen. Wanneer een partij bouwstoffen niet aan de maximale samenstellings- en emissiewaarden voldoet, is sprake van een afvalstof (<https://www.bodemplus.nl/onderwerpen/wet-regelgeving/bbk/instrumenten/handreiking-bbk/>).

De halfverhardingen zoals toegepast in de fietspaden in Drenthe worden geclassificeerd als niet-vormgegeven bouwstoffen. De emissiewaarde voor vanadium in een niet-vormgegeven bouwstof bedraagt: **1,8 mg/kg_{ds}**. Mocht deze waarde overschreden worden dan kunnen de halfverhardingen mogelijk nog gebruikt worden als IBC-bouwstoffen. De Emissiewaarde voor vanadium in een IBC-bouwstof bedraagt: **20 mg/kg_{ds}**.

2.4 Conclusie

In Tabel 2.3 worden de normen en (herziene) risicogrenzen voor vanadium samengevat. Verder is de zorgplicht, zowel artikel 7 van het Bbk, als artikel 13 van de Wbb, van kracht.

Tabel 2.3: normen of risicogrenzen voor vanadium.

Naam	Grenswaarde	Bron
<i>Grond (mg/kg_{ds})</i>		
INEV	250	Circulaire bodemsanering (2013)
Herziene risicogrenswaarde ecologie grond (2012)	105 ¹	Brand et., (2012)
Herziene risicogrenswaarde humaan grond (2012)	1245	
Achtergrondwaarde	80	Regeling bodemkwaliteit (2007)
Maximale Waarde wonen	97	
Maximale Waarde industrie	250	
<i>Grondwater (µg/l)</i>		
Streefwaarde grondwater diep (> 10 m-mv)	1,2	Circulaire bodemsanering (2013)
INEV	70	Brand et., (2012)
Herziene risicogrenswaarde humaan grondwater (2012)	63 ²	
Herziene risicogrenswaarde humaan grondwater (2012)	4020 ³	
Herziene risicogrenswaarde ecologie grondwater (2012)	63	
<i>Bouwstoffen (mg/kg_{ds})</i>		
Emissiewaarde niet-vormgegeven bouwstoffen	1,8	Regeling bodemkwaliteit (2007)
Emissiewaarde IBC-bouwstoffen	20	

² IBC-bouwstoffen zijn niet-vormgegeven bouwstoffen die alleen mogen worden toegepast met isolatie-, beheers- en controle- (IBC) maatregelen, omdat het toepassen zonder deze maatregelen anders leidt tot teveel emissies naar het milieu

- 1) voorstel is mogelijk niet beschermend voor doorvergiftiging in de ecologische voedselketen
- 2) afgerond naar 70 µg/l als voorstel voor interventiewaarde en gebaseerd op het drinken van 2 liter ongezuiverd grondwater per persoon per dag.
- 3) poriewaterconcentratie gebaseerd op evenwichtssituatie tussen concentraties in grond en grondwater

3 Beoordeling gezondheidsrisico's en ecologie

In opdracht van Staatsbosbeheer hebben ingenieursbureaus MACG en TAUW onderzoek gedaan naar de uitloging van de toegepaste halfverhardingen en concentraties van vanadium in de bodem en het grondwater onder de fietspaden. Voor de risicobeoordeling in deze rapportage zijn de meetgegevens gebruikt zoals gerapporteerd in de volgende rapportages welke zijn aangeleverd door Staatsbosbeheer:

- Bouwhuis, E., (2018). In-situ partijkeuringen bouwstoffen ter plaatse van het fietspad Mekelerweg en Tilweg in boswachterij Gees. MACG, Groningen Nederland. Docnr.18-504-001-PK01;
- Dorgelo, W., (2017) In-situ partijkeuring niet-vormgegeven bouwstoffen Woldenpad te Ruinen. Tauw b.v., Assen, Nederland. Kenmerk: R002-1245179WDO-mwl-V01-NL;
- Hilbrandie, M., (2016a). Partijkeuring (insitu) bouwstoffen Slingerpad te Dwingeloo. MACG, Groningen Nederland. Docnr. 16-504-008-PK02;
- Hilbrandie, M., (2016b). In-situ partijkeuringen bouwstoffen ter plaatse van het fietspad Oude Willem – Geeuwenbrug. MACG, Groningen Nederland. Docnr.16-504-001-PK01;
- Hilbrandie, M., (2017). In-situ partijkeuringen bouwstoffen ter plaatse van het fietspad Oude Willem – Geeuwenbrug. MACG, Groningen Nederland. Docnr. 17-504-002-PK01;
- Spang, J., (2017a). Aanvullend bodemonderzoek Slingerpad en Woldenpad te Dwingeloo en Ruinen. Tauw b.v., Assen, Nederland. Kenmerk: R001-1251314HJS-nva-V01-NL.
- Spang, J., (2017b). Partijkeuring voor grond Woldenpad te Ruinen. Tauw b.v., Assen, Nederland. Kenmerk: R001-124517HJS-nva-V01-NL.

3.1 Halfverharding

3.1.1 *Aanwezige concentraties*

In Tabel 3.1 worden de uitloogconcentraties van vanadium uit de aangebrachte halfverhardingen samengevat.

Op basis van de partijkeuringen is de geschatte omvang van de halfverharding per locatie:

- Drents-Friese Wold (Oude Willem & Geeuwenbrug), 370 m³;
- Zuidwest Drenthe (Slingerpad & Woldenpad), 1690 m³;
- Emmen – Sleen (Mekelermeer & Tilweg), 650 m³.

De totale omvang van de bouwstoffen betreft: 2710 m³

Tabel 3.1: uitloogconcentraties vanadium uit halfverhardingen. Per concentratie is aangegeven of de emissiewaarden voor niet-vormgegeven bouwstoffen en IBC-bouwstoffen worden overschreden. De concentraties zijn overgenomen uit Hilbrandie (2016a); Hilbrandie (2016b); Hilbrandie (2017); Bouwhuis (2018) en Dorgelo (2017).

Meet-punt	Uitloog-concentratie KFP-mix (mg/kg _{ds})	Overschrijding Emissiewaarde ¹	Uitloog-concentratie Duomix (mg/kg _{ds})	Overschrijding Emissiewaarde ¹	Uitloog-concentratie mengsel KFP/Duomix (mg/kg _{ds})	Overschrijding Emissiewaarde ¹
<i>Locatie: Drents-Friese Wold (Oude Willem & Geeuwenbrug)</i>						
1	23,1	Ja, beide	1,38	Nee	35	Ja, beide
2	41,6	Ja, beide	4,45	Ja, niet-vormgegeven bouwstoffen	35,7	Ja, beide
<i>Locatie: Zuidwest Drenthe (Slingerpad & Woldenpad)</i>						
1	26,2	Ja, beide	-	-	-	-
2	28,6	Ja, beide	-	-	-	-
3	4,1	Ja, niet-vormgegeven bouwstoffen	-	-	-	-
4	20	Ja, niet-vormgegeven bouwstoffen	-	-	-	-
<i>Locatie: Emmen – Sleen (Mekelermeer & Tilweg)</i>						
1	23,7	Ja, beide	-	-	-	-
2	17,4	Ja, niet-vormgegeven bouwstoffen	-	-	-	-
3	21,6	Ja, beide	-	-	-	-
4	18,5	Ja, niet-vormgegeven bouwstoffen	-	-	-	-

1) Emissiewaarden: niet-vormgegeven bouwstoffen 1,8 mg/kg en IBC-bouwstoffen 20 mg/kg.

3.1.2 *Risicobeoordeling*

Op basis van Tabel 3.1 kan geconcludeerd worden dat voor alle locaties sprake is van een overschrijding van de emissiewaarde voor niet-vormgegeven bouwstoffen in zowel de halfverharding KFP-mix als Duomix. Ook wordt de emissiewaarde voor IBC-bouwstoffen op de drie locaties in tenminste één meetpunt overschreden voor de halfverharding KFP-mix en een mengsel van KFP- en Duomix. Hieruit blijkt dat de halfverhardingen niet zonder meer mogen worden hergebruikt op een andere locatie. Indien de bouwstoffen worden verwijderd dient het onderzochte materiaal te worden afgevoerd naar een erkende verwerker. Daarnaast blijkt uit de onderzoeksrapportages voor deze casus dat de totale omvang van het af te voeren materiaal (KFP- en duomix samen) rond de 2710 m³ ligt. Dit is minder dan 5000 m³, waaruit volgt dat de vrijkomende halfverhardingen van de fietspaden in Drenthe niet voldoen aan de voorwaarden voor hergebruik in grootschalige toepassingen.

Op basis van artikel: 27 ad 2 van het Besluit bodemkwaliteit is het wel toegestaan om de halfverhardingen tijdelijk te verplaatsen of uit een werk weg te nemen en deze zonder te zijn bewerkt, op of nabij dezelfde plaats en onder dezelfde condities opnieuw in dat werk aan te brengen.

Op basis van de overschrijdingen van de emissiewaarden kan in het licht van vigerende wet- en regelgeving een uitspoeling voor vanadium naar het grondwater niet worden uitgesloten. De aanvullende metingen in grondwater voor de locatie Zuidwest Drenthe (Slingerpad & Woldenpad) zijn daarom vergeleken met de risicogrenswaarde voor grondwater en te verwachten achtergrondconcentraties in Noord-Nederland (zie ook paragraaf 3.3). Uit deze vergelijking bleek dat de risicogrenswaarden niet worden overschreden en dat de aangetroffen concentraties in dezelfde ordergrootte liggen als te verwachten achtergrondconcentraties voor Noord-Nederland. Daarom is er op dit moment geen sprake van verspreiding van vanadium in grondwater als gevolg van de fietspaden. De gemeten concentraties geven vooralsnog geen aanleiding om op korte termijn een verandering in de uitloging en als gevolg daarvan een verspreiding van vanadium te verwachten.

3.2 **Grond**

3.2.1 *Aanwezige concentraties*

Alleen voor de locatie Zuidwest Drenthe (Slingerpad & Woldenpad) zijn meetgegevens beschikbaar voor vanadium in grond. In totaal zijn er 95 boringen gedaan waarbij zowel mengmonsters als individuele monsters zijn geanalyseerd. Er is in de risicobeoordeling zoveel mogelijk gebruik gemaakt van concentraties op de individuele meetpunten, daar waar deze niet gegeven zijn worden de concentraties van de mengmonsters gebruikt.

In Tabel 3.2 worden de aangetroffen concentraties vanadium van 100 mg/kg_{ds} of meer gepresenteerd. Hiervoor is gekozen, omdat deze concentratie overeenkomt met de recent herziene (strengste) ecologische risicogrenswaarde van 105 mg/kg_{ds} voor vanadium in grond. De overige concentraties zijn lager dan 100 mg/kg_{ds}. Onder de risicogrenswaarde van 105 mg/kg_{ds} zijn ecologische risico's

aanvaardbaar en bij concentraties lager dan 80 mg/kg_{ds} (achtergrondwaarde) is er geen aanleiding tot verdere zorg.

Volgens de regelgeving geldt voor saneringsafwegingen dat de toetsing moet plaatsvinden op basis van de gemiddelde concentratie binnen de interventiewaarde-contour (in dit geval de INEV). De toetsing van individuele metingen zoals in dit rapport uitgevoerd, moet daarom gezien worden als een schatting van de aanwezige risico's op de geselecteerde meetpunten.

Tabel 3.2: concentraties vanadium in grond (geselecteerde meetpunten gecorrigeerd naar standaard-bodem) op de locatie Zuidwest Drenthe (Slingerpad & Woldenpad). Per concentratie is aangegeven of de risicogrenswaarden worden overschreden. De concentraties zijn overgenomen uit Spang (2017a).

Meetpunt	Concentratie ¹ (mg/kg _{ds})	Overschrijding INEV? (mg/kg _{ds})	Overschrijding risicogrenswaarde humaan? (mg/kg _{ds})	Overschrijding risicogrenswaarde Ecologie? (mg/kg _{ds})
Grenswaarde		250	1245	105
<i>Locatie Zuidwest Drenthe (Slingerpad)</i>				
5 Individueel monster	336	Ja	Nee	Ja
8 Individueel monster	252	Ja	Nee	Ja
13 t/m16 mengmonster	99,2	Nee	Nee	Nee
<i>Locatie Zuidwest Drenthe (Woldenpad)</i>				
94 Individueel monster	1050	Ja	Nee	Ja
96 Individueel monster	408	Ja	Nee	Ja
50 t/m 53 mengmonster	102	Nee	Nee	Nee
62 t/m 65 mengmonster	131	Nee	Nee	Ja

1) Concentratie in standaard-bodem.

3.2.2 Aanvullende beoordeling gezondheidsrisico's

Voor de geselecteerde meetpunten is een aanvullende beoordeling gedaan met het risicobeoordelingsmodel CSOIL 2000. Hierbij zijn de gebruiksscenario's 'wonen met tuin' (standaard scenario) en 'natuur' aangehouden. Het scenario 'natuur' sluit beter aan op het gebruik van de fietspaden dan het standaardscenario 'wonen met tuin' (zie ook paragraaf 2.2.2 voor een toelichting). Het gebruiksscenario 'wonen met tuin' wordt daarom als worst case beschouwd. Tabel 3.3 geeft een overzicht van de resultaten. In bijlage 1 van deze rapportage is een voorbeeld opgenomen van de risicobeoordeling voor vanadium met het model CSOIL 2000 uitgaande van de hoogst gemeten concentratie.

Tabel 3.3: resultaten risicobeoordeling met het model CSOIL 2000 voor de gebruiksscenario's 'wonen met tuin' en 'natuur'. Een risico-index (RI) groter dan één geeft aan dat gezondheidsrisico's bij dit gebruik niet kunnen worden uitgesloten.

Meetpunt	Concentratie (mg/kg _{ds})	Risico-index bodemfunctie wonen met tuin	Risico-index Bodemfunctie natuur
<i>Locatie Zuidwest Drenthe (Slingerpad)</i>			
5 Individueel monster	336	0,27	0,04
8 Individueel monster	252	0,20	0,03
13 t/m16 mengmonster	99,2	0,08	0,01
<i>Locatie Zuidwest Drenthe (Woldenpad)</i>			
94 Individueel monster	1050	0,84	0,13
96 Individueel monster	408	0,33	0,05
50 t/m 53 mengmonster	102	0,08	0,01
62 t/m 65 mengmonster	131	0,11	0,02

3.2.3

Toetsing hergebruik grond

In tabel 3.4 zijn de gemeten concentraties op de geselecteerde meetpunten in grond vergeleken met de Maximale Waarden voor wonen en voor industrie (respectievelijk 97 mg/kg_{ds} en 250 mg/kg_{ds}), voor hergebruik.

Tabel 3.4: Kwaliteitsbeoordeling van de concentratie vanadium in bodem op geselecteerde meetpunten.

Meetpunt	Concentratie (mg/kg _{ds})	Kwaliteit klasse
<i>Locatie Zuidwest Drenthe – (Slingerpad)</i>		
5 Individueel monster	336	Niet toepasbaar
8 Individueel monster	252	Niet toepasbaar
13 t/m16 mengmonster	99,2	Industrie
<i>Locatie Zuidwest Drenthe – (Woldenpad)</i>		
94 Individueel monster	1050	Niet toepasbaar
96 Individueel monster	408	Niet toepasbaar
50 t/m 53 mengmonster	102	Industrie
62 t/m 65 mengmonster	131	Industrie

3.2.4 *Risicobeoordeling*

Op basis van de geselecteerde meetpunten (met concentraties > 100 mg/kg_{ds}) op de locatie Zuidwest Drenthe (Slingerpad & Woldenpad) kan worden geconcludeerd dat de concentraties vanadium op een viertal meetpunten hoger zijn dan het indicatief niveau (250 mg/kg_{ds}) voor grond. Het INEV dateert uit 1998 en kent een ecologische onderbouwing.

In 2012 hebben Brand et al. onder andere de risicogrenswaarden voor vanadium in bodem en grondwater herzien. De afgeleide waarden voor ecologie en gezondheidsrisico's zijn niet geformaliseerd in wet- en regelgeving maar geven een betere onderbouwing van mogelijke risico's. Als de geselecteerde meetpunten (met concentraties > 100 mg/kg_{ds}) worden vergeleken met de nieuw voorgestelde risicogrenzen wordt de humane risicogrenswaarde (1245 mg/kg_{ds}) nergens overschreden. Uit een aanvullende beoordeling met het model CSOIL 2000 volgt dat bij de bodemfuncties 'wonen met tuin' (worst case) en 'natuur' (realistisch), geen sprake is van gezondheidsrisico's. Het gezondheidsrisico wordt verwaarloosbaar geacht.

Voor vijf van de geselecteerde meetpunten is er sprake van een overschrijding van de risicogrenswaarde voor ecologie (105 mg/kg_{ds}). Op basis hiervan kunnen ecologische risico's ter plaatse van de vijf meetpunten niet worden uitgesloten. Volgens de Circulaire bodemsanering (2013), is er pas sprake van een ernstige bodemverontreiniging als er tenminste 25 m³ grond verontreinigd is met een gemiddelde concentratie groter dan de interventiewaarde (of in het geval van vanadium het indicatief niveau). Dit is niet het geval, waardoor er geen sprake is van een actueel risico. Als daarnaast in acht wordt genomen dat de fietspaden lang en smal zijn en dat de risicogrenswaarde voor ecologie slechts op enkele meetpunten (5 van 95) verspreid over de twee fietspaden wordt overschreden, is het aannemelijk dat de effecten beperkt blijven tot de bodemecologie direct naast en onder de fietspaden bij de desbetreffende meetpunten. De effecten voor het verdere ecosysteem, inclusief grotere (huis)dieren en vogels, wordt om dezelfde reden verwaarloosbaar geacht. Daarnaast verblijven/foerageren de dieren doorgaans niet alleen in de directe nabijheid van de fietspaden waardoor de blootstelling afneemt.

Bij toetsing aan de Maximale Waarden (respectievelijk 97 en 250 mg/kg_{ds} voor wonen en industrie) blijkt dat de grond op de geselecteerde meetlocaties een kwaliteit heeft variërend van 'niet toepasbaar' tot 'industrie' en dus niet zondermeer elders mag worden toegepast.

3.3 **Grondwater**

3.3.1 *Aanwezige concentraties*

Alleen voor de locatie Zuidwest Drenthe (Slingerpad & Woldenpad) zijn meetgegevens beschikbaar voor vanadium in grondwater (zie Tabel 3.5).

Tabel 3.5: concentraties vanadium in grondwater locatie Zuidwest Drenthe (Slingerpap & Woldenpad). Per concentratie is aangegeven of de grenswaarden worden overschreden. De concentraties zijn overgenomen uit Spang (2017a).

Meet-punt	Diepte m-mv	Conc. (µg/l)	Overschrijding streefwaarde grondwater diep (>10m-mv)?	Overschrijding INEV? (µg/l)	Overschrijding risicogrenswaarde humaan? ¹ (µg/l)	Overschrijding risicogrenswaarde Ecologie? (µg/l)
Grenswaarde			1,2	70	63 (70 afgerond)	63
<i>Zuidwest Drenthe (Slingerpap)</i>						
2	4,70	<2	Nee ²	Nee	Nee	Nee
13	5,40	<2	Nee ²	Nee	Nee	Nee
24	3,60	6	Ja	Nee	Nee	Nee
<i>Zuidwest Drenthe (Woldenpad)</i>						
34	4,80	<2	Nee ²	Nee	Nee	Nee
44	3,10	<2	Nee ²	Nee	Nee	Nee
54	2,90	2,5	ja	Nee	Nee	Nee
64	3,80	3,7	ja	Nee	Nee	Nee
74	3,40	3	ja	Nee	Nee	Nee
84	2,10	8	ja	Nee	Nee	Nee
94	2,00	16	ja	Nee	Nee	Nee
104	3,00	2,9	ja	Nee	Nee	Nee

1) gebaseerd op het drinken van twee liter ongezuiverd drinkwater per persoon per dag levenslang.

2) de Streefwaarden grondwater is voor een aantal stoffen lager dan de vereiste rapportagegrens in AS3000. Dit betekent dat deze Streefwaarden strenger zijn dan het niveau waarop betrouwbaar (routinematig) kan worden gemeten. De laboratoria moeten minimaal voldoen aan de vereiste rapportagegrens in AS3000. Bij het beoordelen van het meetresultaat '< rapportagegrens AS3000' mag de beoordelaar ervan uitgaan dat de kwaliteit van het grondwater voldoet aan de Streefwaarde. Voor deze metingen op het Slingerpap is voldaan aan de AS3000.

3.3.2 *Risicobeoordeling*

De aangetroffen concentraties vanadium in het grondwater op de locatie Zuidwest Drenthe (Slingerpad & Woldenpad) zijn lager dan de INEV, herziene risicogrenswaarde humaan en de herziene risicogrenswaarde voor ecologie. De gezondheidseffecten en ecologische effecten als gevolg van de concentraties in grondwater worden verwaarloosbaar geacht.

In de meetpunten 24 en 54 tot en met 104 wordt de streefwaarde voor vanadium in diep grondwater (10m-mv) overschreden. De streefwaarde geeft het niveau aan waarbij sprake is van een duurzame grondwaterkwaliteit. Het is tevens het ijkpunt voor de milieukwaliteit op de lange termijn, uitgaande van Verwaarloosbare Risico's voor het ecosysteem. Een overschrijding van de streefwaarde geeft (in tegenstelling tot de INEV) geen verplichting tot handelen. Voor metalen wordt onderscheid gemaakt tussen diep (>10 m-mv) en ondiep grondwater omdat de achtergrondconcentraties op de verschillende dieptes kunnen verschillen als gevolg van de invloed van menselijk handelen. De metingen in grondwater op de locatie Zuidwest Drenthe zijn gedaan in ondiep grondwater en er is dus geen directe streefwaarde voor ondiep grondwater om aan te toetsen. Daarom zijn de gemeten concentraties in grondwater vergeleken met concentraties in grondwater uit de rapportage van Fraters et al. (2001). In Fraters et al. wordt een inschatting gemaakt van de achtergrondconcentraties van onder andere vanadium in ondiep en diep grondwater in verschillende bodemsoorten en voor Noord- en Zuid-Nederland. Hieruit blijkt dat de concentraties voor vanadium in ondiep grondwater voor zandgronden in Noord-Nederland tussen de 13-39 µg/l kan liggen. De waarden van de locatie Zuidwest Drenthe liggen onder of binnen deze range.

3.4 **Arbo**

In het huidige bodembeleid bestaan geen risicogrenswaarden die kunnen worden toegepast in een risicobeoordeling voor werknemers die werken met grond. Een toetsing van de situatie in Drenthe kan dan ook alleen in kwalitatieve zin worden uitgevoerd.

In het algemeen worden werknemers als gevolg van de (graaf)werkzaamheden en het hiermee geassocieerde contact intensiever blootgesteld aan de bodem en daarin aanwezige verontreinigingen dan bijvoorbeeld recreanten. Recreanten verblijven doorgaans niet langer dan enkele uren per dag in de nabijheid van de fietspaden om te wandelen en/of fietsen (inclusief woon-werkverkeer). Daarnaast is het contact van recreanten met de fietspaden minder intensief, men fietst of loopt over de fietspaden en heeft slechts incidenteel contact met het materiaal. Werknemers daarentegen komen gedurende de werkzaamheden intensief met de bodem in contact door bijvoorbeeld graven. De intensiteit van de blootstelling is afhankelijk van drie factoren: het soort contact (onder andere via de huid, ingestie van grond en inhalatie van bodemstof), de blootstellingsduur (meerdere uren per dag) en de contactfrequentie (meerder dagen per dag en week). De verantwoordelijkheid voor het veilig uitvoeren van de werkzaamheden, ligt bij de werkgever. Blootstelling aan bodemverontreiniging kan beperkt worden door het nemen van diverse

maatregelen welke, afhankelijk van het type verontreiniging, meer of minder intensief kunnen zijn. Voorbeelden van maatregelen zijn het dragen van werkhandschoenen, het regelmatig wassen van de handen en bij vluchtige verbindingen het werken met gasmaskers en overdruk cabines.

Vanadium is geen vluchtige stof en zal daarom niet verdampen waardoor inhalatie van vanadium tijdens werkzaamheden geen rol speelt. Bij werkzaamheden in de bodem kan er wel sprake zijn van dermaal contact (huidcontact) met de grond, maar vanadium wordt niet door de huid opgenomen. Er is dus geen blootstelling als gevolg van dit contact. Werknemers kunnen tijdens de werkzaamheden met de grond en de halfverhardingen alleen via de ingestie van grond en/of inademing van verontreinigde bodemdeeltjes als gevolg van stofvorming worden blootgesteld. Het wel of niet optreden van stofvorming kan niet vooraf worden voorspeld en is afhankelijk van het type werk en de weersomstandigheden (wind en regen).

In het algemeen is bekend dat door inademing van vanadiumverbindingen in arbeidssituaties irritatie en ontstekingsreacties in diverse delen van luchtwegen kunnen ontstaan. Bij kortdurende blootstelling kunnen deze effecten zich voordoen vanaf concentraties in lucht van 50 tot 60 μg vanadium/ m^3 en bij langdurige blootstelling vanaf 20 μg vanadium/ m^3 (WHO, (2000); Tiesjema en Baars (2009)). Daarom is het belangrijk deze potentiële blootstelling te minimaliseren door stofvorming te voorkomen. Stofvorming kan worden voorkomen door de locatie bij de graafwerkzaamheden vochtig te houden of uit te voeren bij windstil weer. Daarnaast beperkt het hanteren van de basis-arbeidshygiënische voorzieningen de blootstelling via het inslikken van grond door het dragen van werkhandschoenen, het regelmatig wassen van de handen (vooral voordat er gegeten wordt) en het verzorgen van een aparte schaftruimte.

De CROW richtlijn 400 'Werken in en met verontreinigde bodem' (CROW, 2017) is een vaak toegepast hulpmiddel om te bepalen of er maatregelen moeten worden getroffen voor de bescherming van werknemers. Deze richtlijn heeft geen wettelijke status.

4 Conclusies en aanbevelingen

4.1 Conclusies

Op basis van diverse onderzoeksrapportages is een risicobeoordeling uitgevoerd voor de uitloging van vanadium uit halfverhardingen en de aanwezigheid van vanadium in grond en grondwater onder fietspaden in Drenthe. In dit hoofdstuk worden per onderzoeksvraag de conclusies samengevat.

1. *Wat zijn de (uitloog)concentraties van vanadium uit de halfverhardingen en in grond en grondwater bij de fietspaden en welke regelgeving is hierop van toepassing?*

In hoofdstuk 2 van deze rapportage is de van toepassing zijnde wet- en regelgeving beschreven. Hierbij is tevens aandacht besteed aan gerelateerde wet- en regelgeving welke niet direct verplichtend is maar wel relevant kan zijn om duiding te geven aan mogelijke risico's. Samenvattend kan worden geconcludeerd dat de zorgplicht uit de Wet Bodembescherming en het Besluit Bodemkwaliteit van toepassing is.

In tabel 4.1 worden de beschikbare normen of risicogrenzen van vanadium voor de risicobeoordeling samengevat.

Tabel 4.1: normen of risicogrenzen voor vanadium.

Naam	Grenswaarde	Bron
<i>Grond (mg/kg_{ds})</i>		
INEV	250	Circulaire bodemsanering (2013)
Herziene risicogrenswaarde ecologie grond (2012)	105 ¹	Brand et al. (2012)
Herziene risicogrenswaarde humaan grond (2012)	1245	
Achtergrondwaarde	80	Regeling bodemkwaliteit (2007)
Maximale Waarde wonen	97	
Maximale Waarde industrie	250	
<i>Grondwater (µg/l)</i>		
Streefwaarde grondwater diep (>10 m-mv)	1,2	Circulaire bodemsanering (2013)
INEV	70	Brand et al. (2012)
Herziene risicogrenswaarde humaan grondwater (2012)	63 ²	
Herziene risicogrenswaarde humaan grondwater (2012)	4020 ³	
Herziene risicogrenswaarde ecologie grondwater (2012)	63	
<i>Bouwstoffen (mg/kg_{ds})</i>		
Emissiewaarde niet-vormgegeven bouwstoffen	1,8	Regeling bodemkwaliteit (2007)
Emissiewaarde IBC-bouwstoffen	20	

1) voorstel is mogelijk niet beschermend voor doorvergiftiging in de ecologische voedselketen.

2 afgerond naar 70 µg/l als voorstel voor interventiewaarde en gebaseerd op het drinken van 2 liter ongezuiverd grondwater per persoon per dag.

3 poriewaterconcentratie gebaseerd op evenwichtssituatie tussen concentraties in grond en grondwater.

Voor een overzicht van de (uitloog)concentraties voor vanadium uit de halfverharding en de concentraties in grond en het grondwater wordt verwezen naar de overzichtstabellen in hoofdstuk 3.

2. *Is er mogelijk sprake van gezondheidsrisico's voor:*

a. *recreanten die het fietspad gebruiken of in de directe omgeving van het fietspad recreëren?*

Voor de locaties Drents-Friese Wold (Oude Willem & Geeuwenbrug) en Emmen (Sleen - Mekelermeer & Tilweg) zijn geen meetgegevens in grond en grondwater beschikbaar. Voor deze locaties kan dan ook geen uitspraak worden gedaan over mogelijke gezondheidsrisico's als gevolg van contact met grond en grondwater en het daarin aanwezige vanadium.

Uit de uitgevoerde risicobeoordeling voor de locatie Zuidwest Drenthe (Slingerpad & Woldenpad) blijkt dat de risicogrenswaarde humaan voor grond en grondwater op geen van de locaties wordt overschreden. Uit een aanvullende toetsing met het model CSOIL 2000 voor de bodemgebruiksfuncties 'wonen met tuin' (worst case scenario) en 'natuur' (representatief scenario), blijkt dat de gemeten bodemconcentraties de risicogrenswaarden niet overschrijden. De risico's voor recreanten die gebruikmaken van of recreëren in de directe nabijheid van de fietspaden wordt verwaarloosbaar geacht.

b. *Werknemers die de fietspaden moeten herstellen?*

In het huidige bodembeleid bestaan geen risicogrenswaarden die kunnen worden toegepast voor de risicobeoordeling voor werknemers die werken met grond. Voor de situatie in Drenthe kan dan alleen in kwalitatieve zin een uitspraak worden gedaan over de risico's voor werknemers.

De verantwoordelijkheid voor het veilig uitvoeren van de werkzaamheden, ligt bij de werkgever. Blootstelling kan beperkt worden door het nemen van diverse maatregelen welke afhankelijk van het type verontreiniging meer of minder intensief kunnen zijn.

In het algemeen worden werknemers als gevolg van de (graaf)werkzaamheden en het hiermee geassocieerde contact intensiever blootgesteld aan de bodem en daarin aanwezige verontreinigingen dan bijvoorbeeld recreanten. Recreanten verblijven doorgaans niet langer dan enkele uren per dag in de nabijheid van de fietspaden en het contact met de halfverhardingen of de bodem is incidenteel. Werknemers daarentegen komen gedurende de werkzaamheden intensief met de bodem in contact. De intensiteit van de blootstelling is afhankelijk van drie factoren: het soort contact (onder andere via de huid, ingestie van grond en inhalatie van bodemstof), de blootstellingsduur (meerdere uren per dag) en de contactfrequentie (meerder dagen per dag en week).

Omdat vanadium niet vluchtig is kunnen de werknemers alleen via directe ingestie (inslikken) van grond en/of inhalatie van bodemstof

worden blootgesteld. Het in acht nemen van de basis-arbeidshygiënische voorzieningen, zoals het dragen van werkhandschoenen, het wassen van de handen en het eten in een aparte schaftruimte wordt voldoende geacht om de blootstelling als gevolg van het inslikken van grond door hand-mondcontact te verminderen. Bij eventuele stofvorming moet de locatie vochtig worden gehouden of dienen de werkzaamheden bij windstil weer te worden uitgevoerd om de blootstelling te verminderen.

c. Wat kunnen de effecten zijn en welke (tijdelijke) maatregelen zijn denkbaar?

De gezondheidsrisico's van het gebruik van de fietspaden door recreanten worden verwaarloosbaar geacht. Maatregelen zijn daarom niet noodzakelijk.

Voor werknemers die werken ter plaatse van de fietspaden en intensiever in contact komen met de halfverhardingen en de grond, is het in acht nemen van de basis- arbeidshygiënische voorzieningen (zoals het dragen van werkhandschoenen, het wassen van de handen en eten in een aparte schaftruimte) voldoende om veilig te kunnen werken. Als er sprake is van stofvorming gedurende de werkzaamheden moet de locatie vochtig worden gehouden of dienen de werkzaamheden bij windstil weer te worden uitgevoerd om de blootstelling te verminderen.

3. Is er mogelijk sprake van ecologische risico's en zo ja, hoe kunnen deze worden beperkt of weggenomen?

Voor de locaties Drents-Friese Wold (Oude Willem & Geeuwenbrug) en Emmen - Sleen (Mekelermeer & Tilweg) zijn geen meetgegevens voor vanadium in grond en grondwater beschikbaar, voor deze locaties kan geen uitspraak worden gedaan over mogelijke ecologische risico's.

Uit de uitgevoerde risicobeoordeling voor grond op de geselecteerde meetpunten op de locatie Zuidwest Drenthe (Slingerpad & Woldenpad) blijkt dat de aangetroffen concentraties de ecologische risicogrenswaarden overschrijden op een vijftal meetpunten (van in totaal 95 meetpunten). Hierdoor kunnen lokale ecologische effecten op de bodemecologie ter plaatse van deze meetpunten niet worden uitgesloten. Het verontreinigde volume op de vijf meetpunten voldoet niet aan het gestelde criterium van 25 m³ bodemvolume met een gemiddelde concentratie groter dan het indicatieve niveau, waardoor er volgens de Circulaire bodemsanering geen sprake is van een actueel risico.

a. Zijn er risico's voor grotere (zoog)dieren zoals grazers, huisdieren en vogels?

Als in acht wordt genomen dat de fietspaden lang en smal zijn en dat de risicogrenswaarde voor ecologie slechts op enkele meetpunten wordt overschreden is het aannemelijk dat de risico's beperkt blijven tot de bodemecologie op de desbetreffende meetpunten. De risico's voor het verdere ecosysteem, inclusief grotere (huis)dieren en vogels, wordt om dezelfde reden verwaarloosbaar geacht. Daarnaast foerageren/verblijven de dieren doorgaans niet alleen in de directe nabijheid van de fietspaden waardoor de blootstelling beperkt is.

4. Vanadium is plaatselijk tot in het grondwater aangetoond. Zijn er verspreidingsrisico's en zo ja zijn deze aanvaardbaar?

De gemeten uitloogconcentraties uit de halfverharding op de drie locaties zijn getoetst aan de emissietoetswaarden voor niet-vormgegeven bouwstoffen en IBC-bouwstoffen. Op basis hiervan kan in het licht van vigerende wet- en regelgeving uitspoeling van vanadium uit de fietspaden naar grond en grondwater niet worden uitgesloten.

Voor de locatie Zuidwest Drenthe (Slingerpad & Woldenpad) zijn de gemeten concentraties in het grondwater onder de fietspaden aanvullend vergeleken met de gangbare risicogrenswaarden. Voor beide fietspaden zijn geen concentraties vanadium in het grondwater aangetroffen boven deze risicogrenswaarden (zowel humaan als ecologisch). Daarnaast liggen de gemeten concentraties vanadium net onder of binnen de range van te verwachten achtergrondconcentraties in grondwater voor zandgronden in Noord-Nederland. Er is momenteel dus nog geen sprake van een verspreiding van vanadium op de locatie Zuidwest Drenthe als gevolg van de fietspaden. De verspreidingsrisico's onder de huidige omstandigheden worden als verwaarloosbaar ingeschat.

Voor de locaties Drents-Friese Wold (Oude Willem & Geeuwenbrug) en Emmen- Sleen (Mekelermeer & Tilweg) is de mate van uitspoeling van vanadium niet bekend wegens het ontbreken van informatie over concentraties vanadium in grond en grondwater.

5. Wat zijn de gevolgen voor eventuele drinkwaterwinningen in het gebied?

Voor de locaties Drents-Friese Wold (Oude Willem & Geeuwenbrug) en Emmen – Sleen (Mekelermeer & Tilweg) zijn er geen meetgegevens in grond en grondwater beschikbaar. Voor deze locaties kan geen uitspraak worden gedaan over mogelijke risico's van vanadium voor drinkwaterwinning in het gebied.

Voor vanadium bestaan geen drinkwaternormen. Wel is in 2012 door Brand et al. een risicogrenswaarde vastgesteld voor het drinken van twee liter ongezuiverd grondwater per persoon per dag levenslang. Deze risicogrenswaarde bedraagt 63 µg/l (70 µg/l afgerond) en wordt gezien als een worst case benadering omdat in Nederland veelal geen sprake is van consumptie van ongezuiverd grondwater.

Alle aangetroffen concentraties in grondwater op de locatie Zuidwest Drenthe (Slingerpad & Woldenpad) liggen ruimschoots onder de risicogrenswaarde voor grondwater ten behoeve van drinkwater. De risico's voor drinkwaterwinningen worden dan ook verwaarloosbaar geacht.

4.2 Aanbevelingen

4.2.1 Aanvullend onderzoek

Voor de locaties Drents-Friese Wold (Oude Willem & Geeuwenbrug) en Emmen - Sleen (Mekelermeer & Tilweg) zijn geen meetgegevens in grond en grondwater beschikbaar. Voor deze locaties is dan ook geen uitspraak gedaan over mogelijke risico's voor grond, grondwater en

verspreiding. De gemeten uitloogconcentraties voor vanadium uit de halfverhardingen van deze twee locaties liggen in dezelfde orde grootte als van de locatie Zuidwest Drenthe (Slingerpad & Woldenpad). Voor de locatie Zuidwest Drenthe (Slingerpad & Woldenpad) bleek op basis van de gemeten concentraties in bodem, dat op een vijftal meetpunten ecologische effecten kunnen optreden. Hoewel er geen grote verschillen verwacht worden tussen de locaties, kan alleen door middel van een aanvullend onderzoek van de locaties Drents-Friese Wold (Oude Willem & Geeuwenbrug) en Emmen - Sleen uitsluitel worden gegeven over het wel of niet optreden van risico's in grond en grondwater.

4.2.2 *Hergebruik versus afvoeren*

Wegens een overschrijding van de emissiewaarden voor niet-vormgegeven bouwstoffen en IBC-bouwstoffen mogen de halfverhardingen niet zonder meer worden hergebruikt op een andere locatie. Indien de bouwstoffen worden verwijderd dient het onderzochte materiaal dat de emissiewaarde overschrijdt te worden afgevoerd naar een erkende verwerker. Het materiaal dat voldoet aan de emissiewaarden zou elders kunnen worden hergebruikt.

Op basis van artikel: 27 ad 2 van het Besluit bodemkwaliteit is het wel toegestaan om de halfverhardingen tijdelijk te verplaatsen of uit een werk weg te nemen en deze zonder te zijn bewerkt, op of nabij dezelfde plaats en onder dezelfde condities opnieuw in dat werk aan te brengen.

4.2.3 *Arbo*

Vanadium is niet vluchtig en wordt niet door de huid opgenomen. Daarom kunnen werknemers alleen via directe ingestie van grond en/of de inhalatie van bodemstof worden blootgesteld aan vanadium. Daarom wordt aanbevolen om bij toekomstige werkzaamheden de basis-arbeidshygiënische voorzieningen (zoals het dragen van werkhandschoenen, het wassen van de handen en eten in een aparte schaftruimte) in acht te nemen. Mocht bij de werkzaamheden sprake zijn van stofvorming dan kan de locatie aanvullend vochtig worden gehouden of moeten de werkzaamheden worden uitgevoerd bij windstil weer.

Referenties

- Bouwhuis, E., (2018). In-situ partijkeuringen bouwstoffen ter plaatse van het fietspad Mekelerweg en Tilweg in boswachterij Gees. MACG, Groningen Nederland. Docnr.18-504-001-PK01
- Brand, E., Bogte, J., Baars, B., Janssen, P., Tiesjema, B., Van Vlaardingen, P., Verbruggen, E., (2012). Proposal for revised Intervention Values soil and groundwater for the 2nd, 3rd and 4th series of compounds. RIVM, Bilthoven, Nederland. Rapportnr. 607711006
- Brand E., Otte, P.F., Swartjes, F.A., Wintersen, A., Janssen P.J.C.M., Rutgers, M., Hagens, W.I., Brouwer, M., (2018). Risicobeoordeling van het gebruik van thermisch gereinigde grond in Perkpolder (Zeeland). RIVM, Bilthoven, Nederland. Rapnr. 2018-0063
- CROW, (2017). CROW-publicatie 400: Werken in en met verontreinigde bodem. Richtlijn voor veilig, zorgvuldig en risicogestuurd werken. Kennisplatform CROW, Ede, Nederland. ISBN: 9789066286641
- Dorgelo, W., (2017) In-situ partijkeuring niet-vormgegeven bouwstoffen Woldenpad te Ruinen. Tauw b.v., Assen, Nederland. Kenmerk: R002-1245179WDO-mwl-V01-NL
- Fraters, B., Boumans, L.J.M., Prins H.P., (2001). Achtergrondconcentraties van 17 sporen-metalen in het grondwater van Nederland. RIVM, Bilthoven, Nederland. Rapnr. 711701017
- Hilbrandie, M., (2016a). Partijkeuring (in-situ) bouwstoffen Slingerpad te Dwingeloo. MACG, Groningen Nederland. Docnr. 16-504-008-PK02
- Hilbrandie, M., (2016b). In-situ partijkeuringen bouwstoffen ter plaatse van het fietspad Oude Willem – Geeuwenbrug. MACG, Groningen Nederland. Docnr.16-504-001-PK01
- Hilbrandie, M., (2017). In-situ partijkeuringen bouwstoffen ter plaatse van het fietspad Oude Willem – Geeuwenbrug. MACG, Groningen Nederland. Docnr. 17-504-002-PK01
- Kreule, P., Swartjes, F., (1998). Proposals for Intervention Values for soil and groundwater, including the calculation of the human toxicological serious soil contamination concentrations: fourth series of compounds. RIVM, Bilthoven, Nederland. Rapportnr. 711701005
- NOBO, (2008). NOBO: Normstelling en bodemkwaliteitsbeoordeling. Onderbouwing en beleidsmatige keuzes voor de bodemnormen in 2005, 2006 en 2007. (Voormalig) Ministerie van VROM, Den Haag, Nederland. <https://www.bodemplus.nl/onderwerpen/wet-regelgeving/bbk/instrumenten/nobo/> (geraadpleegd op 16-01-2019)
- Spang, J., (2017a). Aanvullend bodemonderzoek Slingerpad en Woldenpad te Dwingeloo en Ruinen. Tauw b.v., Assen, Nederland. Kenmerk: R001-1251314HJS-nva-V01-NL
- Spang, J., (2017b). Partijkeuring voor grond Woldenpad te Ruinen. Tauw b.v., Assen, Nederland. Kenmerk: R001-124517HJS-nva-V01-NL

- Tiesjema, B., Baars, A.J., (2009). Re-evaluation of some humantoxicological Maximum Permissible Risk levels earlier evaluated in the period 1991-2001. RIVM, Bilthoven, Nederland. Rapportnr. 711701092
- WHO, (2000). Air Quality Guidelines - Second Edition; Chapter 6.12: Vanadium. World Health Organization, Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark.

Websites

Besluit Bodemkwaliteit, (2007) (geldig op 15 januari 2019):
<https://wetten.overheid.nl/BWBR0022929/2016-05-24>

Regeling bodemkwaliteit, (2007) (geldig op 15 januari 2019):
<https://wetten.overheid.nl/BWBR0023085/2018-11-30>

Circulaire bodemsanering, (2013) (geldig op 15 januari 2019):
<https://wetten.overheid.nl/BWBR0033592/2013-07-01>

Bijlage 1: voorbeeld risicobeoordeling CSOIL 2000

naam gebruiker	Gebruiker		datum	16 januari 2019	
model	CSOIL		versie	1.0	
bestandsnaam	C:\Users\Jet\Documents\Mijn Projecten\RIVM\CSoil 1.0 28-11-2008.xls				
contaminant	vanadium		CASnr.	7440-62-2	
Bodemgebruik	wonen met tuin		considered receptor	levenslang gemiddeld	
opmerkingen	-				
HUMANE RISICO GRENSWAARDEN					
SRC humaan	niet beschikbaar				
risico index	0,84	(levenslang gemiddeld)			
bodemgehalte	1,050E+03	mg/kg ds			
C gw-max	6,28E+01	ug/dm ³			
BIJDRAGE BLOOTSTELLINGSROUTES KIND, VOLWASSENE, LEVENSLANG GEMIDDELDE					
in mg/kg l.g. *d					
	ingestie grond	dermale opname binnen grond	dermale opname buiten grond	inhalatie grond	inhalatie binnenlucht
kind	7,00E-03	0,00E+00	0,00E+00	1,64E-05	0,00E+00
volwassene	7,50E-04	0,00E+00	0,00E+00	9,38E-06	0,00E+00
levenslang gemiddeld	1,29E-03	0,00E+00	0,00E+00	9,98E-06	0,00E+00
	inhalatie buitenlucht	Consumptie gewas eigen tuin	consumptie drinkwater	inhalatie damp douchen	dermale opname baden
kind	0,00E+00	6,57E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
volwassene	0,00E+00	3,06E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
levenslang gemiddeld	0,00E+00	3,36E-04	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
PROCENTUELE BIJDRAGE BLOOTSTELLINGSROUTES KIND, VOLWASSENE, LEVENSLANG					
in %					
	ingestie grond	dermale opname binnen grond	dermale opname buiten grond	inhalatie grond	inhalatie binnenlucht
kind	91,22%	0,00%	0,00%	0,21%	0,00%
volwassene	70,40%	0,00%	0,00%	0,88%	0,00%
levenslang gemiddeld	78,79%	0,00%	0,00%	0,61%	0,00%

	inhalatie buitenlucht	consumptie gewas eigen tuin	consumptie drinkwater	inhalatie damp douchen	dermale opname baden
kind	0,00%	8,57%	0,00%	0,00%	0,00%
volwassene	0,00%	28,72%	0,00%	0,00%	0,00%
levenslang gemiddeld	0,00%	20,60%	0,00%	0,00%	0,00%
CONCENTRATIES IN RELEVANTE MILIEUCOMPARTIMENTEN					
bodem (mg/kg ds)	1,05E+03	(an)organisch C plant-blad (mg/kg vers)	-	binnenlucht (mg/m ³)	0,00E+00
poriewater (mg/dm ³)	3,40E+00	(an)organisch C plant- knol/aardappel (mg/kg vers)	-	kruipruimte (mg/m ³)	0,00E+00
porielucht (mg/dm ³)	0,00E+00	(an)organisch C plant-blad (mg/kg vers)	6,17E-01		
		(an)organisch C plant- knol/aardappel (mg/kg vers)	1,05E+00		

INVOER GEGEVENS			
<i>beschrijving</i>	<i>symbool</i>	<i>waarde</i>	<i>eenheid</i>
type stof	1	metaal	
stofspecifieke parameters			
molmassa	M	50,94	[g/mol]
wateroplosbaarheid	S	3,00E+03	[mg/dm ³]
dampdruk zuivere stof	Vp	n.v.t.	[Pa]
octanol-water verdelingscoëfficiënt	log Kow	n.v.t.	[-]
organisch koolstof gecorrigeerde verdelingscoëff.	log Koc	n.v.t.	[dm ³ /kg]
permeatie coëfficiënt pe waterleiding	Dpe	n.v.t.	[m ² /d]
partitiecoëfficiënt metalen	log Kp (metaal)	3,09E+02	[dm ³ /kg]
zuurdissociatieconstante	pKa	n.v.t.	[-]
fractie niet gedissocieerde stof	fnd	n.v.t.	[-]
bcf metalen (groenten-aardappel)	6,00E-03	6,00E-03	[(mg/kg d.g.) / (mg/kg d.g.)]
bcf organische stoffen (blad)	BCFPWS	n.v.t.	[(mg/kg v.g.) / (mg/dm ³)]
bcf organische stoffen (wortel)	BCFPWR	n.v.t.	[(mg/kg v.g.) / (mg/dm ³)]
CRITERIA GEZONDHEIDSRISICO			
<i>beschrijving</i>	<i>symbool</i>	<i>waarde</i>	<i>eenheid</i>
maximaal toelaatbaar risiconiveau mens	MTR	2,00E-03	[mg/(kg l.g. d)]

toelaatbare concentratie lucht	TCL	1,00E-03	[mg/m ³]
tdi inhalatoir kind	MTR_LC	5,07E-04	[mg/(kg l.g. d)]
tdi inhalatoir volwassene	MTR_LA	2,86E-04	[mg/(kg l.g. d)]
LOCATIE SPECIFIEKE GEGEVENS			
<i>beschrijving</i>	<i>symbool</i>	<i>waarde</i>	<i>eenheid</i>
bodemgehalte	CS	1,05E+03	[mg/kg d.w.]
bodemtemperatuur	T	283	[K]
volume lucht fractie in bodem	Va	0,20	[-]
volume water fractie in bodem	Vw	0,30	[-]
volume vaste fractie in bodem	Vs	0,50	[-]
fractie organische koolstof	foc	0,0580	[-]
lutum gehalte	L	25	[%]
pH	pH	6,00	[-]
bulkdichtheid droge grond	SD	1,20	[kg/d m ³]
MODEL PARAMETER WAARDEN			
<i>beschrijving</i>	<i>symbool</i>	<i>waarde</i>	<i>Eenheid</i>
gasconstante	R	8,31	[Pa.m ³ /mol.k]
grenslaagdikte	d	0,01	[m]
diepte verontreiniging t.o.v maaiveld	dp	1,25	[m]
ventilatievoud kruipruimte	Vv	1,10	[1/h]
hoogte kruipruimte	Bh	0,50	[m]
bijdrage kruipruimte lucht aan binnenlucht (fractie)	fbi	0,10	[-]
diameter verontr. gebied	Lp	100	[m]
verhouding droog/vers aardappelen of knolgroente	fdwr	0,167	[-]
verhouding droog/vers bladgroente	fdws	0,098	[-]
depositie constante	dpconst	1,00E-02	[-]
fractie grond in stof binnen	frsi	0,80	[-]
fractie grond in stof buiten	frso	0,50	[-]
verdunningsfactor poriewater - grondwater	fdil	1,00	[-]
temperatuur badwater	Tsh	313	[K]
drinkwaterconstante	dwconst	45,60	[-]
fractie blootgestelde huid douchen	fexp	4,00E-01	[-]
retentiefactor deeltjes in longen	fr	7,50E-01	[-]
relatieve absorptiefactor algemeen (excl grond)	Fa	1,00E+00	[-]
relatieve absorptiefactor grond	Fag	1,00E+00	[-]
matrixfactor dermale absorptie	fm	1,50E-01	[-]
douchetijd per keer	tdc	2,50E-01	[h/d]
verblijf in badkamer	td	5,00E-01	[h]
type waterleiding	waterl	1,00E+00	code 1 = PE /

			code 0 = metaal
fractie verontreinigde aardappel of knolgewas	Fvk	1,00E-01	[-]
fractie verontreinigd bladgewas	Fvb	1,00E-01	[-]

beschrijving	symbool	waarde voor kind	waarde voor volw.	eenheid
lichaamsgewicht	BWc,a	1,50E+01	7,00E+01	[kg]
dagelijkse inname grond	AIDc,a	1,00E-04	5,00E-05	[kg ds/d]
gewasconsumptie aardappelen of knolgewas	Qk'c,a	5,95E-02	1,22E-01	[kg vg/d]
gewasconsumptie bladgroente	Qb'c,a	5,83E-02	1,39E-01	[kg vg/d]
drinkwaterconsumptie	Qdw,c,a	1,00E+00	2,00E+00	[dm ³ /d]
geinhaleerde bodem deeltjes	ITSPc,a	3,13E-07	8,33E-07	[kg/d]
verblijftijd binnen (jaargemiddeld per dag)	Tiic,a	2,11E+01	2,29E+01	[h]
verblijftijd buiten (jaargemiddeld per dag)	Tioc,a	2,86E+00	1,14E+00	[h]
ademvolume	Avc,a	3,17E-01	8,33E-01	[m ³ /h]
oppervlak lichaam	Atotc,a	9,50E-01	1,80E+00	[m ²]
blootgesteld oppervlak binnen	Aexpci,a	5,00E-02	9,00E-02	[m ²]
blootgesteld oppervlak buiten	Aexpc,ao	2,80E-01	1,70E-01	[m ²]
bedekkingsgraad huid binnen	DAEci,ai	5,60E-04	5,60E-04	[kg/m ²]
bedekkingsgraad huid buiten	DAEco,ao	5,10E-03	3,75E-02	[kg/m ²]
dermale absorptiesnelheid	DARc,a	1,00E-02	5,00E-03	[1/h]
tijd blootstelling contact grond binnen	Tbci,ai	9,14E+00	1,49E+01	[h/d]
tijd blootstelling contact grond buiten	Tbco,ao	2,86E+00	1,14E+00	[h/d]
verdunningsnelheid	Vfc,a	1,61E+02	3,25E+02	[m/h]

RIVM

De zorg voor morgen begint vandaag