



EEN PROPERE BODEM VOOR ALLE TANKSTATIONS IN BELGIË

Addendum aan Richtlijn BOFAS:
Saneringsnoodzaak en saneringsdoelstellingen bij historische verontreinigingen in Vlaanderen



T0021_Procedure:
Richtlijn BOFAS Addendum:
Bepaling ernstige bedreiging en terugsaneerwaarden

Documentbeschrijving

1. *Titel publicatie*

Addendum aan Richtlijn BOFAS : Saneringsnoodzaak en saneringsdoelstellingen bij historische verontreinigingen in Vlaanderen.

2. *Uitgever*

VZW BOFAS

3. *Datum Versie*

12-11-2009

4. *Trefwoorden*

Bodemsanering, tankstations, saneringsnoodzaak, terugsaneerwaarde

5. *Samenvatting*

Bij historische verontreinigingen (of overwegend historische verontreinigingen) wordt in het Vlaams gewest de saneringsnoodzaak en de saneringsdoelstelling bepaald op basis van aanwezige risico's. In deze nota wordt aangegeven hoe op een éénduidige wijze, voor BOFAS-sluitingsdossiers de saneringsnoodzaak en saneringsdoelstelling kunnen bepaald worden.

6. *Begeleidingsgroep*

BOFAS, OVAM, Vito, Haskoning, Soresma

Datum: 18/11/2009	Verantwoordelijke	Goedgekeurd door:	Procedure	T0021_PRO_Richtlijn Bofas Addendum
Vervangt versie: -	Kris Eggermont	Kris Eggermont	Versie 1	



T0021_Procedure:
Richtlijn BOFAS Addendum:
Bepaling ernstige bedreiging en terugsaneerwaarden

Inhoudsopgave

Documentbeschrijving	2
Inhoudsopgave	1
1 Inleiding	2
2 Toepassingsgebied	3
3 Trapsgewijze toetsing ernstige bedreiging met bepaling van saneringsdoelstelling	4
4 Toelichting verschillende toetsingen.....	5
4.1 Toetsing Grondwater	5
4.1.1 Bedreiging bestaande waterwinning.....	5
4.1.2 Bedreiging potentiële waterwinning.....	6
4.1.3 Significante verspreiding en beïnvloeding oppervlaktewater	12
4.1.4 Aanwezigheid drijfslag	14
4.1.5 Blootstelling via grondwater.....	14
4.2 Toetsing Grond.....	15
4.2.1 Blootstelling Via grond	15
4.2.2 Potentiële uitloging Grond.....	15
5 Ecologische Blootstelling.....	17
6 Relatie terugsaneerwaarde - BATNEEC afweging - Gebruiksbeperking	18
7 Bijlagen.....	19
Bijlage I	19
Bijlage II.....	20
Bijlage III.....	22

Datum: 18/11/2009	Verantwoordelijke	Goedgekeurd door:	Procedure	T0021_PRO_Richtlijn Bofas Addendum
Vervangt versie: -	Kris Eggermont	Kris Eggermont	Versie 1	p.1 / 22



T0021_Procedure: Richtlijn BOFAS Addendum: Bepaling ernstige bedreiging en terugsaneerwaarden

1 Inleiding

In gevolge het “Decreet van 27 oktober 2006 betreffende de bodemsanering en bodembescherming”, is het beleid in Vlaanderen inzake bodemsanering gewijzigd en zijn diverse standaardprocedures door de OVAM fundamenteel aangepast. Zo zijn ondermeer de saneringsdoelstellingen van historische verontreinigingen bijgesteld:

Voor historische bodemverontreinigingen is de doelstelling van de saneringswerken gegeven in artikel 21:

Art. 21.

§1. Bodemsanering is er bij historische bodemverontreiniging op gericht om te vermijden dat de bodemkwaliteit een risico oplevert of kan opleveren tot nadelige beïnvloeding van mens of milieu door gebruik te maken van de beste beschikbare technieken die geen overmatig hoge kosten met zich meebrengen.

In functie van deze aanpassingen heeft BOFAS vastgesteld, dat er nood is aan een eenduidige richtlijn met betrekking tot het bepalen van risico's (vastleggen van saneringsnoodzaak) en het bepalen van saneringsdoelstellingen bij historische verontreinigingen. En dit om volgende redenen:

- De BOFAS dossiers worden gekenmerkt door een beperkte omvang van de site, vaak in (semi)-verstedelijkt gebied, en een verontreiniging van BTEX, MO en MTBE. Bofas heeft de systematiek van de standaardprocedure beschrijvend bodemonderzoek met betrekking tot het bepalen van de ernstige bedreiging toegepast specifiek voor BTEX, MO en MTBE componenten, vereenvoudigd voor kleine sites met beperkte grond en grondwaterverontreiniging.
- Als gevolg van de beperkte duurtijd van het bestaan van BOFAS en de grote hoeveelheid te behandelen dossiers, heeft BOFAS noodzaak aan een korte onderzoeksfase. Op basis van de beschikbare gegevens, uit onderzoek of bestaande databanken, moet een snelle, eenvoudige en doorzichtige besluitvorming kunnen genomen worden, waarbij de juiste verhouding onderzoekskosten versus saneringskosten wordt gerespecteerd.
- Binnen de krijtlijnen van de standaardprocedures en codes van goede praktijk, wenst BOFAS een eenduidige aanpak toe te passen om een gelijkvormige behandeling van alle aanvragers te garanderen.

De standaardprocedures voorzien de mogelijkheid van een aparte richtlijn voor een sectorfonds.

Datum: 18/11/2009	Verantwoordelijke	Goedgekeurd door:	Procedure	T0021_PRO_Richtlijn Bofas Addendum
Vervangt versie: -	Kris Eggermont	Kris Eggermont	Versie 1	p.2 of 24



**T0021_Procedure:
Richtlijn BOFAS Addendum:
Bepaling ernstige bedreiging en terugsaneerwaarden**

2 Toepassingsgebied

Deze richtlijn is van toepassing op beschrijvende bodemonderzoeken en bodemsaneringsprojecten die in opdracht van BOFAS opgesteld worden, waarbij een (overwegend) historische verontreiniging is vastgesteld die zijn oorzaak vindt in de activiteiten van een tankstation.

Deze richtlijn is enkel van toepassing op Afperkende Bodemonderzoeken en bodemsaneringsprojecten voor terreinen die gelegen zijn in het Vlaams gewest daar de wetgeving in de overige gewesten geen risico gebonden saneringsnoodzaak of saneringsdoelstelling toelaat.

Het doel van de richtlijn is een bruikbaar werkinstrument aan te bieden voor de meest voorkomende types van verontreiniging, omvang van verontreiniging en terreingebruik in sluitingsdossiers van BOFAS. Deze richtlijn moet toelaten een gemiddelde situatie (75 à 80 % van de BOFAS-dossiers) te behandelen.

In deze zijn per dossier steeds specifieke afwijkingen mogelijk.

Datum: 18/11/2009	Verantwoordelijke	Goedgekeurd door:	Procedure	T0021_PRO_Richtlijn Bofas Addendum
Vervangt versie: -	Kris Eggermont	Kris Eggermont	Versie 1	p.3 / 22



**T0021_Procedure:
Richtlijn BOFAS Addendum:
Bepaling ernstige bedreiging en terugsaneerwaarden**

3 Trapsgewijze toetsing ernstige bedreiging met bepaling van saneringsdoelstelling

Het bepalen van de saneringsnoodzaak gebeurt door het trapsgewijs uitvoeren van een toetsing grondwater en een toetsing grond. Hierbij wordt stelselmatig nagegaan of een Ernstige Bedreiging aanwezig is. Van zodra een E.B. aangetoond is, kan hieraan een saneringsdoelstelling gekoppeld worden die overeenkomt met het verwijderen van de aangetoonde E.B.

De toetsing gebeurt in volgorde van het vastleggen van strenge saneringsdoelstellingen naar minder strenge saneringsdoelstellingen. Door deze getrapte benadering wordt bekomen dat, van zodra een saneringsdoelstelling bepaald is, de verdere toetsing overbodig wordt en dat alle mogelijke risico's gedekt zijn door de vooropgestelde saneringsdoelstelling.

Ook de relatie tussen grondwaterverontreiniging en grondverontreiniging zit vervat in de toetsing en de bijhorende saneringsdoelstelling: bij verontreinigingen met koolwaterstoffen is het niet mogelijk om het grondwater te saneren zonder voorafgaandelijk de grondverontreiniging voldoende gesaneerd te hebben. Indien dus een ernstige bedreiging voor het grondwater wordt aangetoond, bestaat er ook saneringsnoodzaak voor de grondverontreiniging.

Het beslismodel met de relatie tussen saneringsnoodzaak en saneringsdoelstelling is gegeven in bijlage I. Een beschrijving van de verschillende toetsingen is gegeven in hoofdstuk 4. In Hoofdstuk 5 tenslotte is de relatie tussen deze toetsingen en de blokken-methode van de standaardprocedure Beschrijvend Bodemonderzoek gegeven.

Bij het doorlopen van het beslismodel wordt steeds begonnen met de toetsing van het grondwater. Van zodra een Ernstige Bedreiging voor het grondwater is aangetoond ligt de overeenkomende saneringsdoelstelling, voor grondwater en voor grond, vast en is geen verdere toetsing nodig. Indien voor een bepaalde toetsing geen Ernstige Bedreiging wordt vastgesteld, wordt de volgende toetsing uitgevoerd. Het beslismodel geeft ook aan vanaf welke toetsing van de grondwaterverontreiniging, er ook een afzonderlijke toetsing van de grondverontreiniging (blootstelling grond) noodzakelijk wordt.

Eénmaal de saneringsdoelstelling bepaald is, wordt deze gehanteerd als randvoorwaarde bij de keuze van de saneringstechniek. Projectspecifiek wordt nagegaan of deze doelstelling kan gehaald worden en in overeenstemming is met het Batneec-principe.

Datum: 18/11/2009	Verantwoordelijke	Goedgekeurd door:	Procedure	T0021_PRO_Richtlijn Bofas Addendum
Vervangt versie: -	Kris Eggermont	Kris Eggermont	Versie 1	p.4 / 22



T0021_Procedure: Richtlijn BOFAS Addendum: Bepaling ernstige bedreiging en terugsaneerwaarden

4 Toelichting verschillende toetsingen

4.1 Toetsing Grondwater

4.1.1 Bedreiging bestaande waterwinning

Bepaling EB

Hierbij wordt nagegaan of een bestaande waterwinning wordt bedreigd. Een waterwinning wordt als bedreigd beschouwd indien de verontreiniging zich binnen een periode van 25 jaar in de winning zelf of in de beschermingszone II van de winning zal bevinden.

Het bepalen of een winning binnen een periode van 25 jaar kan aangetast worden gebeurt op basis van de berekende stroomsnelheid van het grondwater, rekening houdend met retardatie en de afstand van de rand van de verontreinigingscontour tot de winning. Hierbij wordt rekening gehouden met de watervoerende laag waaruit het grondwater gewonnen wordt en de laag waarin de grondwaterverontreiniging is vastgesteld. Voor het berekenen van de stroomsnelheid van het grondwater wordt verwezen naar de BOFAS-richtlijn. Voor complexere situaties kan het aangewezen zijn om een grondwaterstromingsmodel op te stellen.

Voor deze toetsing wordt een inventarisatie gemaakt van alle waterwinningen in de omgeving van het tankstation die binnen een periode van 25 jaar mogelijk kunnen aangetast worden. Hiervoor wordt elke vorm van waterwinning beschouwd: drinkwaterwinningen, particuliere winningen en winningen voor landbouwdoeleinden of industrieel gebruik.

Zoals aangegeven in de standaardprocedure BBO, wordt hiervoor een inventarisatie gemaakt van alle waterwinningen die gelegen zijn binnen een straal van 500m van de terreingrens evenals van de grondwaterwinningen van categorie C die gelegen zijn binnen een straal van 2 km van de terreingrens. Deze Inventarisatie gebeurt aan de hand van de Databank Ondergrond Vlaanderen (DOV).

In alle gevallen waar een bestaande winning aangetast is of binnen een periode van 25 jaar zou kunnen aangetast worden (indien geen maatregelen genomen worden) wordt een Ernstige Bedreiging beschouwd.

Bepaling Saneringsdoelstelling

Indien een bedreiging voor een actuele waterwinning aangetoond is, wordt een saneringsdoelstelling bepaald die zodanig is dat de bedreiging van de bestaande winning volledig opgeheven wordt. Voor het grondwater betekent dit streven naar de richtwaarde. Om de richtwaarde in het grondwater te kunnen bekomen moet de grond ook voldoende gesaneerd worden, anders zal uitloging naar het grondwater blijven plaatsvinden waardoor de bedreiging van de waterwinning op termijn niet kan uitgesloten worden.

Voor de grond wordt als saneringsdoelstelling voor BTEX gestreefd naar de richtwaarde, voor M.O. (die minder uitloogbaar is) wordt gestreefd naar de Bodemsaneringsnorm.

Datum: 18/11/2009	Verantwoordelijke	Goedgekeurd door:	Procedure	T0021_PRO_Richtlijn Bofas Addendum
Vervangt versie: -	Kris Eggermont	Kris Eggermont	Versie 1	p.5 / 22



T0021_Procedure: Richtlijn BOFAS Addendum: Bepaling ernstige bedreiging en terugsaneerwaarden

Door het vooropstellen van deze saneringsdoelstellingen voor grondwater en voor grond, kan met zekerheid gesteld worden dat er geen andere Ernstige Bedreigingen kunnen aangetroffen worden, die niet zouden verholpen worden met deze saneringsdoelstelling. Een verdere toetsing van grondwater en grond naar overige Ernstige Bedreigingen heeft dus geen zin.

4.1.2 Bedreiging potentiële waterwinning

Bepaling van de “winbaarheid” van het grondwater

Na de toetsing van de E.B. voor bestaande waterwinningen, wordt bepaald of het aangetaste grondwater potentieel winbaar is. Er wordt nagegaan of het verontreinigd grondwater zich in een watervoerende laag bevindt waaruit potentieel grondwater kan onttrokken worden voor drinkwaterbedeling, industrieel, privaat- of landbouwgebruik.

De “winbaarheid” van het grondwater wordt bepaald op basis van:

1. hydrogeologische parameters,
2. de natuurlijke grondwaterkwaliteit
3. de ruimtelijke situatie

1. Hydrogeologische parameters:

Conform de standaardprocedure BBO, moet de transmissiviteit (kD-waarde) van de watervoerende laag minimaal 25m²/dag bedragen opdat deze als winbaar zou beschouwd worden.

Het bepalen van de dikte van de watervoerende laag gebeurt aan de hand van de beschikbare boorgegevens, DOV-gegevens en geologische of grondmechanische kaarten.

De permeabiliteit van de bodem wordt ingeschat op basis van boorbeschrijvingen van de uitgevoerde boringen, DOV-gegevens en korrelgrootteverdelingen. De inschatting van de permeabiliteit aan de hand van korrelgrootteverdelingen wordt gemaakt met behulp van de formule van Kozeny (Zie bijlage II). Deze formule geeft minder betrouwbare resultaten naarmate de cumulatieve fractie <63 μ groter wordt (overschatting k-waarde bij hoog siltgehalte). Voor bodems met een groot gehalte aan kleine fractie (<63 μ) waarvoor een nauwkeurige bepaling van de permeabiliteit vereist is, kan een laboratorium proef (Falling head-methode) overwogen worden om deze te bepalen.

Voor de bepaling van de permeabiliteit kan gebruik gemaakt worden van vuistregels:

- Grind, zand, fijn zand, en zwak leemhoudend zand hebben een voldoende permeabiliteit om een winbare watervoerende laag te kunnen vormen (indien hun laagdikte voldoende is om tot een kD van 25m²/d te komen).
- Leemhoudend zand, zandhoudende leem, leem en klei hebben een te lage permeabiliteit om een winbare watervoerende laag te vormen. Een permeabiliteit van minimaal 0,5 m/d is noodzakelijk om als watervoerend beschouwd te worden.

Datum: 18/11/2009	Verantwoordelijke	Goedgekeurd door:	Procedure	T0021_PRO_Richtlijn Bofas Addendum
Vervangt versie: -	Kris Eggermont	Kris Eggermont	Versie 1	p.6 / 22



T0021_Procedure: Richtlijn BOFAS Addendum: Bepaling ernstige bedreiging en terugsaneerwaarden

Indien de permeabiliteit kleiner is, wordt het eerste onderliggende pakket met een transmissiviteit van $25\text{m}^2/\text{d}$ als watervoerende laag beschouwd. De bovenliggende laag wordt dan beschouwd als een deklaag, of als een scheidende laag, afhankelijk van de dikte en de permeabiliteit (hydraulische weerstand) van deze bovenliggende laag.

In de gevallen waar de aangetaste laag zelf als niet winbaar beschouwd wordt ($kD < 25\text{m}^2/\text{d}$), moet bepaald worden of de eerstvolgende onderliggende watervoerende laag kan aangetast worden. Hiervoor wordt bepaald op welke diepte zich de eerste watervoerende laag (met een $kD \geq 25\text{m}^2/\text{d}$) bevindt.

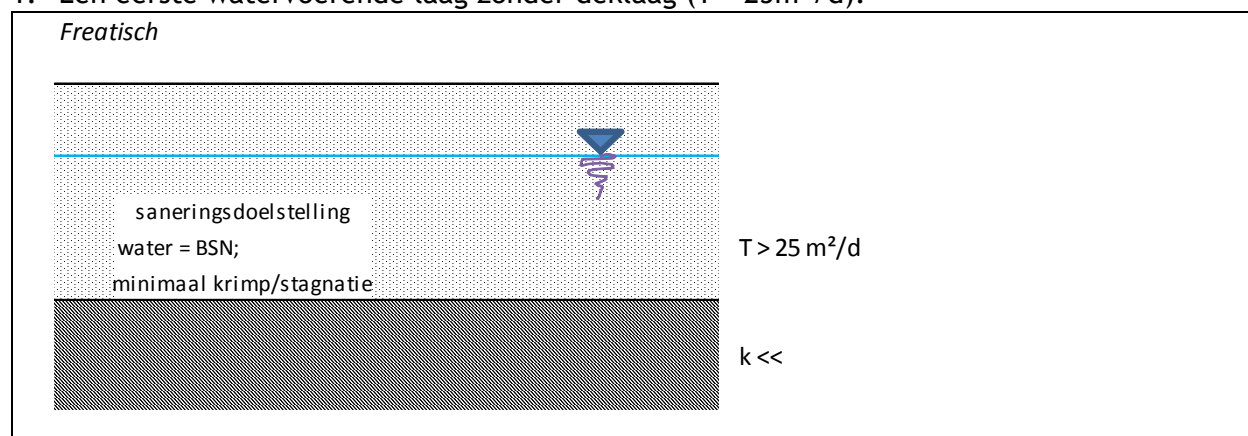
Conform de procedure BBO, is er geen bedreiging voor potentiële waterwinning indien de eerste watervoerende laag gescheiden wordt van de bovenliggende aangetaste laag, door een slecht doorlatende laag ($k < 10^{-6}\text{m/s}$) met een dikte van minstens 10 meter.

Een slecht doorlatende laag ($k < 10^{-6}\text{m/s}$) met een dikte van minstens 10 meter komt overeen met een hydraulische weerstand (C-waarde) van $C = D/k = 10\text{m}/10^{-6}\text{m/s} = 115,7\text{d}$. Dit betekent dat, indien de eerste watervoerende laag afgeschermd wordt door een slecht doorlatende laag met een weerstand van $115,7\text{d}$, deze eerste watervoerende laag niet bedreigd wordt en er geen E.B. voor Potentiële waterwinning bestaat. Het ondiepe grondwater wordt als niet winbaar beschouwd.

Indien geen scheidende laag aanwezig is met een weerstand = $115,7\text{d}$ moet bepaald worden of de onderliggende watervoerende laag potentieel bedreigd wordt: Er moet een uitspraak gedaan worden of de grondwaterverontreiniging boven of in de scheidende laag van die mate is dat ze waterwinning uit de eerste watervoerende laag kan beïnvloeden.

Samenvattend kunnen drie situaties voorkomen:

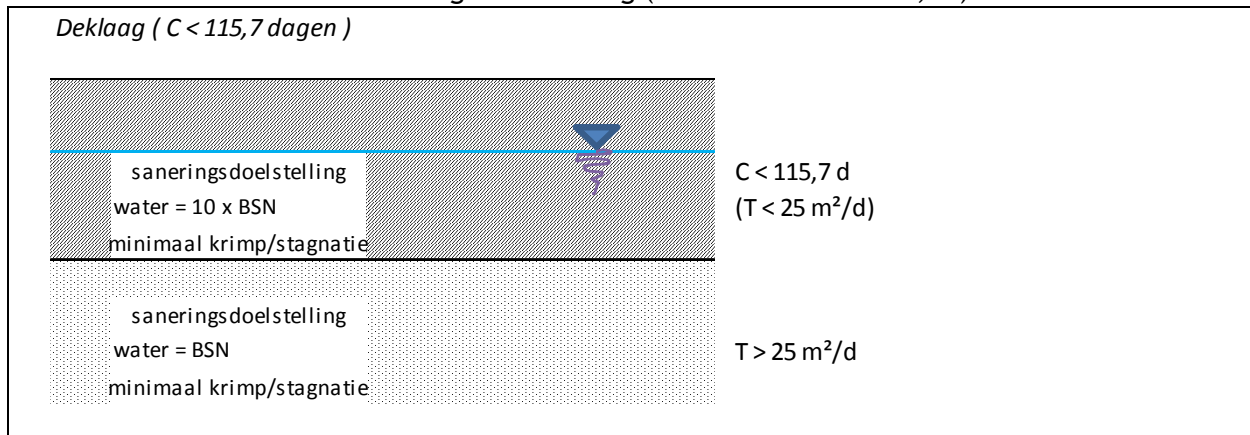
1. Een eerste watervoerende laag zonder deklaag ($T \geq 25\text{m}^2/\text{d}$):



De eerste watervoerende laag met een transmissiviteit van meer dan $25\text{m}^2/\text{d}$, is een freatische laag die niet afgeschermd wordt door een deklaag. De grondwaterverontreiniging wordt aangetroffen in deze freatische laag. Het grondwater wordt als winbaar beschouwd.

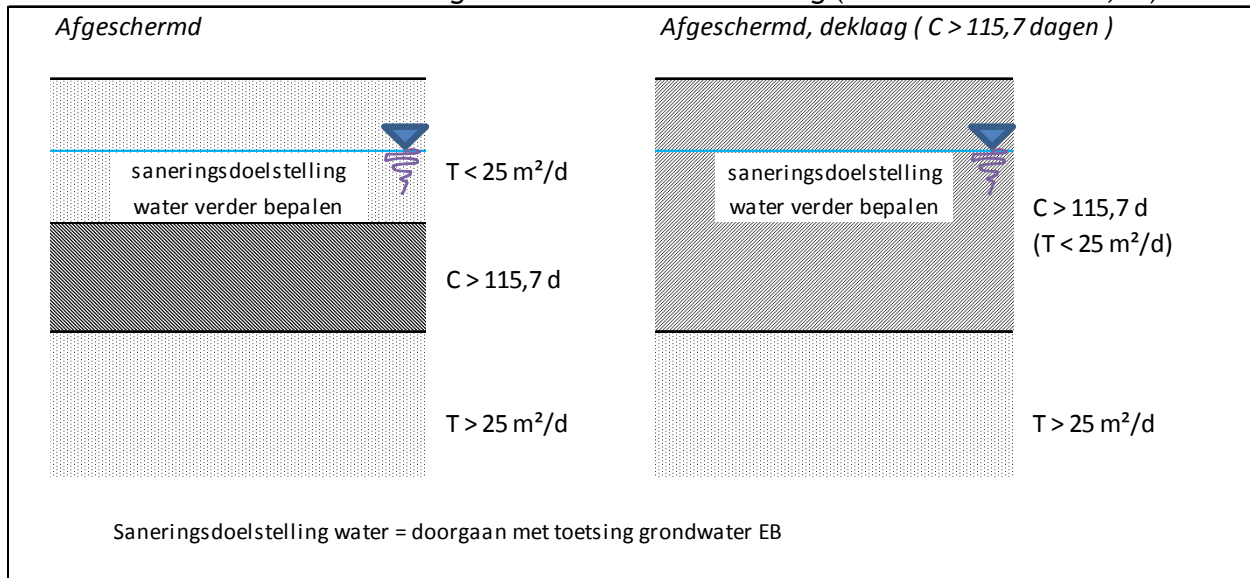
Datum: 18/11/2009	Verantwoordelijke	Goedgekeurd door:	Procedure	T0021_PRO_Richtlijn Bofas Addendum
Vervangt versie: -	Kris Eggermont	Kris Eggermont	Versie 1	p.7 / 22

2. Een eerste watervoerende laag met deklaag ($T < 25 \text{ m}^2/\text{d}$ en $C < 115,7 \text{ d}$):



Boven de eerste watervoerende laag bevindt zich een deklaag met een lage permeabiliteit ($k < 0,5 \text{ m/d}$), maar met een dikte die onvoldoende is om een als een volledig afschermd laag beschouwd te worden. De deklaag heeft een transmissiviteit $< 25 \text{ m}^2/\text{d}$ maar de hydraulische weerstand van de deklaag is kleiner dan 115,7 d. De grondwaterverontreiniging bevindt zich in de deklaag en de onderliggende watervoerende laag wordt als winbaar beschouwd. Als typisch voorbeeld kunnen hier de lemlagen boven een zandpakket aangehaald worden.

3. Een eerste watervoerende laag onder een scheidende laag ($T < 25 \text{ m}^2/\text{d}$ en $C > 115,7 \text{ d}$):



De eerste watervoerende laag ($T > 25 \text{ m}^2/\text{d}$) bevindt zich onder een scheidende laag die een weerstand heeft van 115,7d. De grondwaterverontreiniging bevindt zich boven deze scheidende laag. Het ondiepe grondwater wordt als niet winbaar beschouwd.

Datum: 18/11/2009	Verantwoordelijke	Goedgekeurd door:	Procedure	T0021_PRO_Richtlijn Bofas Addendum
Vervangt versie: -	Kris Eggermont	Kris Eggermont	Versie 1	p.8 / 22



T0021_Procedure: Richtlijn BOFAS Addendum: Bepaling ernstige bedreiging en terugsaneerwaarden

In het geval van een eerste watervoerende laag zonder deklaag (situatie 1) en een eerste watervoerende laag met deklaag (situatie 2) wordt het grondwater als winbaar beschouwd en moet een E.B. Potentiële waterwinning beschouwd worden.

In het geval van een eerste watervoerende laag onder een scheidende laag wordt het (ondiepe) grondwater, conform de standaardprocedure BBO, als niet winbaar beschouwd en moet geen E.B. Potentiële waterwinning beschouwd worden.

2. De natuurlijke grondwaterkwaliteit

In sommige gebieden is de natuurlijke kwaliteit van het grondwater zodanig dat het niet bruikbaar is voor drinkwater, landbouw of industrie. Dit is o.a. het geval rond de kuststreek, in de grensstreek met West- en Oost-Zeeuws Vlaanderen en langs de Schelde waar het grondwater verzilt is. In deze gebieden wordt het water als niet winbaar beschouwd en wordt geen E.B. Potentiële waterwinning beschouwd.

3. Ruimtelijke situatie

In een stedelijke omgeving of semi-stedelijke omgeving kan verwacht worden dat er geen nieuwe grondwaterwinningen zullen opgestart worden. Hiermee moet ook rekening gehouden worden bij de bepaling van de E.B. voor potentiële waterwinning. Voor de gevallen waar met grote zekerheid kan verwacht worden dat er om reden van de ruimtelijke situatie of andere redenen, geen toekomstige waterwinning zal plaatsvinden, wordt geen E.B. Potentiële waterwinning beschouwd.

Bepaling EB

Indien het grondwater potentieel winbaar is, moet bepaald worden of een Ernstige Bedreiging aanwezig is. In de volgende gevallen wordt een Ernstige Bedreiging beschouwd:

- De grondwaterconcentraties in de eerste watervoerende laag (met of zonder deklaag) zijn hoger dan de BSN. Of indien,
- De grondwaterconcentraties in de deklaag hoger zijn dan 10 maal de BSN.

In de deklaag kunnen hogere concentraties getolereerd worden dan in de watervoerende laag zelf. Bij een waterwinning zal namelijk het opgepompte water voornamelijk uit de watervoerende laag zelf onttrokken worden en slechts een klein deel grondwater zal uit de deklaag afkomstig zijn. Op basis van uitgevoerde modelberekeningen blijkt dat het aandeel van het opgepompte grondwater dat afkomstig is uit de deklaag slechts een fractie van het totaal opgepompt debiet bedraagt. Het aandeel aan verontreinigd water dat uit de deklaag aangetrokken wordt, is hoofdzakelijk bepaald door de grootte van de verontreinigingsvlek (oppervlakte van de verontreinigingscontour), het onttrokken debiet en de hydrogeologische parameters van de deklaag.

Datum: 18/11/2009	Verantwoordelijke	Goedgekeurd door:	Procedure	T0021_PRO_Richtlijn Bofas Addendum
Vervangt versie: -	Kris Eggermont	Kris Eggermont	Versie 1	p.9 / 22



T0021_Procedure: Richtlijn BOFAS Addendum: Bepaling ernstige bedreiging en terugsaneerwaarden

Op basis van de uitgevoerde modelberekeningen blijkt dat het aandeel opgepompt water dat afkomstig is uit de deklaag in verhouding met het aandeel water afkomstig uit de watervoerende laag zeer beperkt is. Hieruit blijkt dat een concentratie tot 10XBSN in de deklaag ruimschoots aanvaardbaar is. Het aandeel in het opgepompt water dat afkomstig is uit de deklaag blijft aanvaardbaar laag zolang voldaan is aan volgende voorwaarden:

- de deklaag heeft een C-waarde ≥ 2 d, en een k-waarde $< 0,5$ m/d
- het opgepompt debiet is $< 72\text{m}^3/\text{d}$
- de oppervlakte van de verontreinigingscontour in de deklaag is $< 3800\text{m}^2$.

Voor huishoudelijk gebruik kan uitgegaan worden van een dagelijks waterverbruik van 125liter/dag/persoon. Een debiet van $72\text{m}^3/\text{dag}$ komt overeen met het verbruik van 150 huishoudens (van 4 personen). In woongebieden mag er vanuit gegaan worden dat een maximaal debiet van $72\text{m}^3/\text{dag}$ voldoende veiligheid inbouwt. Een concentratie in het grondwater tot 10XBSN in de deklaag kan dus als voldoende veilig beschouwd worden voor woongebieden.

Indien de kans bestaat dat een groter debiet opgepompt wordt (vb. in industriegebied), kan locatiespecifiek, afhankelijk van de hydrogeologische karakteristieken (C-waarde en k-waarde) van de deklaag, bepaald worden wat het maximaal toelaatbaar debiet is. Dit gebeurt aan de hand van een grondwatermodellering.

Naarmate de oppervlakte van de verontreinigingsvlek in de deklaag toeneemt, neemt het aandeel van het onttrokken grondwater dat afkomstig is uit de deklaag ook toe. Uit de modelberekeningen blijkt dat een verontreinigingsvlek met een diameter tot 70 meter voldoende veiligheid garandeert voor de kwaliteit van het opgepompte water. Een vlek met een diameter van 70 meter komt overeen met een oppervlakte van ca. 3800m^2 . Voor het overgrote deel van de BOFAS dossiers is de oppervlakte van de verontreinigingscontour kleiner dan 3800m^2 . Indien echter de oppervlakte groter is, kan niet meer uitgegaan worden van voldoende verdunning en moet een strengere norm gehanteerd worden. Ook deze zal locatiespecifiek moeten bepaald worden.

Minimaal volume aan verontreinigd grondwater

Bovenop de overschrijding van de BSN (of 10XBSN in deklagen) moet ook rekening gehouden worden met het volume aan verontreinigd grondwater. Het komt namelijk voor dat de verontreiniging zo lokaal is, of het volume verontreinigd grondwater zo beperkt is, dat er geen relevante beïnvloeding van de kwaliteit van het opgepompte grondwater te verwachten is. In deze gevallen is er ook geen sprake van een Ernstige Bedreiging (voor potentiële waterwinning).

Het beschouwen van een minimaal volume aan verontreinigd grondwater is in analogie met de standaardprocedure Beschrijvend Bodemonderzoek, waarin een puntenscore wordt toegekend aan het volume verontreinigd grondwater voor het bepalen van de saneringsnoodzaak.

Datum: 18/11/2009	Verantwoordelijke	Goedgekeurd door:	Procedure	T0021_PRO_Richtlijn Bofas Addendum
Vervangt versie: -	Kris Eggermont	Kris Eggermont	Versie 1	p.10 / 22



T0021_Procedure: Richtlijn BOFAS Addendum: Bepaling ernstige bedreiging en terugsaneerwaarden

In de voorliggende richtlijn wordt geen vast getal opgegeven voor dit “minimaal volume”. Er moet locatiespecifiek een uitspraak gemaakt worden of het volume verontreinigd grondwater dermate is dat de kwaliteit van het opgepompte grondwater geen normaal gebruik van dit water zou toelaten. Hierbij wordt onder andere gekeken naar de geologische en hydrogeologische situatie van de locatie, de aangetoonde concentraties en andere omgevingsfactoren.

Bepaling Saneringsdoelstelling

Voor deze situaties waar een E.B. Potentiële waterwinning bepaald is, wordt een saneringsdoelstelling bepaald die zodanig is dat toekomstige waterwinning wel mogelijk wordt:

- in de watervoerende laag betekent dit streven naar de Bodemsaneringsnorm voor het grondwater, en minimaal het bekomen van een situatie van krimp of stagnatie van de verontreinigingspluim. Hiermee wordt bekomen dat op langere termijn het grondwater kan gewonnen worden zonder bijkomende zuiveringsmaatregelen.
- In de deklaag wordt als saneringsdoelstelling, streven naar 10 keer de BSN en minimaal het bekomen van een situatie van krimp of stagnatie aangehouden.

Om deze waarde in het grondwater te kunnen bekomen moet de grond ook voldoende gesaneerd worden, anders zal uitloging naar het grondwater blijven plaatsvinden waardoor de bedreiging van de waterwinning op termijn niet kan uitgesloten worden.

Voor de grond wordt als saneringsdoelstelling, in de watervoerende laag, voor BTEX gestreefd naar de richtwaarde, voor M.O. (die veel minder uitloogbaar is) wordt gestreefd naar de Bodemsaneringsnorm.

Indien de grondverontreiniging zich in de deklaag bevindt, wordt gestreefd naar de BSN voor BTEX en M.O. Deze saneringsdoelstelling is echter afhankelijk van de permeabiliteit van de deklaag. Bij een lage permeabiliteit, kan een minder strenge saneringsdoelstelling voor de grond aanvaard worden. Zolang de kwaliteit van de onderliggende watervoerende laag gevrijwaard wordt. Een minder strenge saneringsdoelstelling in de deklaag, bij een lage permeabiliteit van deze deklaag, is in sommige gevallen onvermijdelijk, omdat het bij een lage permeabiliteit niet steeds haalbaar is te saneren tot lage concentraties.

Samenvatting saneringsdoelstellingen:

De saneringsdoelstellingen voor grondwater en grond in de watervoerende laag en in de deklaag zijn samengevat in onderstaande tabel:

	Grondwater	Grond
Winbare laag	Streven naar Bodemsaneringsnorm en minimaal een situatie van krimp/stagnatie	Streven naar richtwaarde voor BTEX en bodemsaneringsnorm voor minerale olie

Datum: 18/11/2009	Verantwoordelijke	Goedgekeurd door:	Procedure	T0021_PRO_Richtlijn Bofas Addendum
Vervangt versie: -	Kris Eggermont	Kris Eggermont	Versie 1	p.11 / 22

	T0021_Procedure: Richtlijn BOFAS Addendum: Bepaling ernstige bedreiging en terugsaneerwaarden
-----------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Deklaag (C<115,7d)	Streven naar 10 * bodemsaneringsnorm en minimaal een situatie van krimp/stagnatie	Streven naar bodemsaneringsnorm, of locatiespecifiek afhankelijk van permeabiliteit van de deklaag
-----------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Door het vooropstellen van deze saneringsdoelstellingen voor grondwater en voor grond, kan met zekerheid gesteld worden dat er geen andere Ernstige Bedreigingen kunnen aangetroffen worden, die niet zouden verholpen worden met deze saneringsdoelstelling.

Een verdere toetsing van grondwater en grond naar overige Ernstige Bedreigingen heeft dus geen zin.

4.1.3 Significante verspreiding en beïnvloeding oppervlaktewater

Bepaling EB

Verspreiding

Indien geen E.B. voor actuele en/of potentiële waterwinning aangetoond is, wordt getoetst op significante verspreiding. Hiervoor wordt de stroomsnelheid van het grondwater berekend, en rekening houdend met retardatie, de snelheid waarmee het front van de verontreinigingspluim voortschrijdt.

Indien de verspreidingsnelheid van de grondwaterverontreiniging (voortschrijding front) meer dan 3 meter per jaar bedraagt, wordt de verspreiding als een E.B. beschouwd. Een verspreidingsnelheid die lager is dan 3 meter per jaar wordt aanvaardbaar geacht, vermits er geen Ernstige Bedreiging voor bestaande of potentiële waterwinning aanwezig is, volgens bovenstaande toetsingen. Dit is ook in analogie met de standaardprocedure BBO waarin een snelheid tussen 1 en 5 meter per jaar, 30 punten toegewezen krijgt, en dus op zich geen sanering noodzaak vertegenwoordigt.

Op een kleine site, zoals een tankstation is het dikwijls niet mogelijk om de stroomsnelheid van het grondwater nauwkeurig te bepalen. De afstand tussen de peilbuizen is dikwijls onvoldoende en de diepte van de verschillende filters te onregelmatig en de impact van lokale infrastructuur (rioleringen...) significant waardoor voornamelijk in lemige en kleiige gronden geen éénduidige piëzometrie bekomen wordt.

In alle gevallen dienen de gemeten stijghoogtes op plan uitgezet te worden zodat de lijnen van gelijke stijghoogte kunnen gevisualiseerd worden. Enkel in deze gevallen waar een éénduidig stijghoogtepatroon bekomen wordt, kan de gradiënt van het grondwater bepaald worden. Op basis van deze gradiënt en op basis van de permeabiliteit (berekend op basis van korrelgrootteverdeling of andere inschatting) kan de stroomsnelheid van het grondwater berekend worden.

Datum: 18/11/2009	Verantwoordelijke	Goedgekeurd door:	Procedure	T0021_PRO_Richtlijn Bofas Addendum
Vervangt versie: -	Kris Eggermont	Kris Eggermont	Versie 1	p.12 / 22



T0021_Procedure: Richtlijn BOFAS Addendum: Bepaling ernstige bedreiging en terugsaneerwaarden

De berekende verspreidingsnelheid moet steeds getoetst worden aan de gemeten verspreiding. Hiervoor wordt de contour van de grondverontreiniging vergeleken met de contour van de grondwaterverontreiniging. Voor historische verontreinigingen, waar de verontreiniging vóór 1996 ontstaan is, moet er een meetbaar verschil zijn tussen de contour grondverontreiniging en de contour grondwaterverontreiniging, indien er effectief verspreiding via het grondwater plaatsvindt.

Voor deze gevallen waar geen wezenlijk verschil is tussen beide contouren, kan de E.B. verspreiding uitgesloten worden.

Beïnvloeding oppervlaktewater

Naast het bepalen van de verspreidingsnelheid moet bepaald worden of de grondwaterverontreiniging mogelijks de kwaliteit van het oppervlaktewater kan beïnvloeden. Hiervoor wordt in eerste instantie bepaald of de 80% BSN contour het oppervlaktewater bereikt heeft, of dit binnen een periode van 25 jaar zal bereiken (op basis van de berekende verspreidingsnelheid).

Vervolgens moet bepaald worden of dit enige relevante invloed zal hebben op de kwaliteit van het oppervlaktewater. Hiervoor kan gekeken worden of het betreffende oppervlaktewater drainerend of infiltrerend is en moet nagegaan worden of de milieukwaliteitsdoelstelling voor het betreffende oppervlaktewater negatief beïnvloed kan worden. Men spreekt enkel van oppervlaktewater indien er permanent water aanwezig is. Grachten of beken die niet permanent water bevatten, worden niet in rekening gebracht.

Bepaling Saneringsdoelstelling

Voor deze situaties waar een E.B. significante verspreiding vastgesteld is, wordt een saneringsdoelstelling voor het grondwater bepaald die zodanig is dat:

- een situatie bekomen wordt waarbij de grondwaterpluim krimpt of minstens stagneert en minimaal
- de risicogrenswaarden voor blootstelling via het grondwater (Vlierhumaan-berekeningen, zie bijlage III) bekomen worden.

Indien bovendien een mogelijke beïnvloeding van het oppervlaktewater vastgesteld is, moet ernaar gestreefd worden dat de contour 80% BSN niet tot aan het oppervlaktewater reikt.

Hierbij komt voor de grond een saneringsdoelstelling overeen die het maximaal verwijderen van de grondverontreiniging (bron van grondwaterverontreiniging) beoogt:

- streven naar BSN en minimaal
- de risicogrenswaarde Vlierhumaan voor blootstelling via de grond (indien een E.B. “blootstelling via grond” aangetoond is, zie hiervoor hoofdstuk 4.2.1.)

Datum: 18/11/2009	Verantwoordelijke	Goedgekeurd door:	Procedure	T0021_PRO_Richtlijn Bofas Addendum
Vervangt versie: -	Kris Eggermont	Kris Eggermont	Versie 1	p.13 / 22



T0021_Procedure: Richtlijn BOFAS Addendum: Bepaling ernstige bedreiging en terugsaneerwaarden

4.1.4 Aanwezigheid drijfslaag

Bepaling EB

Indien drijfslaag of puur product is aangetoond, kan het potentieel risico voor permanente aantasting van het grondwater niet worden uitgesloten. In de praktijk leidt dit steeds tot een E.B.

Hierbij dient wel een onderscheid gemaakt te worden tussen een werkelijke drijfslaag of een schijnbare drijfslaag. Een functioneel criterium om hierop te kunnen antwoorden, bestaat erin om de terugpompbaarheid van de veronderstelde drijfslaag na te gaan: men pompt de snijdende filter herhaaldelijk leeg, en gaat na of er puur product blijft toestromen. Indien dit niet het geval is, dan gaat het niet zozeer om een drijfslaag maar eerder om een lokale accumulatie in de snijdende filter. Dit laatste fenomeen is niet ongebruikelijk bij filters in sterk verontreinigde grond die gedurende lange tijd niet meer bemonsterd zijn.

Bepaling Saneringsdoelstelling

Indien een drijfslaag aangetoond wordt, bestaat er een E.B.. De overeenkomende saneringsdoelstelling voor het grondwater is:

- Het maximaal verwijderen van de drijfslaag en minimaal
- de risicogrenswaarden Vlierhumaan voor blootstelling via het grondwater

Het zal echter niet steeds mogelijk zijn om puur product volledig te verwijderen. Het kan zijn dat enkel de mobiele fractie van het puur product verwijderd kan worden. Er blijft dan nog immobiel puur product aanwezig. In dit geval is het verspreidingsrisico verdwenen maar blijft er een potentieel blootstellingsrisico aanwezig. Dit wordt bepaald zoals aangegeven in onderstaande hoofdstukken 4.1.5. (blootstelling via grondwater) of 4.2.2. Blootstelling via grond.

Hierbij komt voor de grond als saneringsdoelstelling de risicogrenswaarde Vlierhumaan voor blootstelling via de grond overeen.

4.1.5 Blootstelling via grondwater

Bepaling EB

Als laatste toetsing voor het grondwater, dit is voor de situaties waarin geen E.B. werd aangetoond voor bestaande of potentiële waterwinning, geen significante verspreiding en geen drijfslaag, wordt nagegaan of er een risico bestaat voor humane blootstelling ten gevolge van de aangetroffen grondwaterverontreiniging. Dit gebeurt aan de hand van Vlier-humaan berekeningen zoals aangegeven in bijlage III.

Bepaling Saneringsdoelstelling

De saneringsdoelstelling die overeenkomt met deze E.B. is de risicogrenswaarde voor het grondwater die via Vlier-Humaan bekomen wordt.

Datum: 18/11/2009	Verantwoordelijke	Goedgekeurd door:	Procedure	T0021_PRO_Richtlijn Bofas Addendum
Vervangt versie: -	Kris Eggermont	Kris Eggermont	Versie 1	p.14 / 22



T0021_Procedure: Richtlijn BOFAS Addendum: Bepaling ernstige bedreiging en terugsaneerwaarden

Hierbij komt voor de grond als saneringsdoelstelling de risicogrenswaarde Vlierhumaan voor blootstelling via de grond overeen.

4.2 Toetsing Grond

De toetsing grond wordt uitgevoerd indien geen E.B. voor actuele of potentiële waterwinning aanwezig is. Indien deze wel aangetoond is, ligt de saneringsnoodzaak en de saneringsdoelstelling voor grond namelijk reeds vast (zie hoofdstukken 3.1.1. en 3.1.2.).

De toetsing grond bestaat uit twee deelaspecten: de E.B. voor potentiële uitloging naar het grondwater en E.B. voor blootstelling via grond.

4.2.1 Blootstelling Via grond

Bepaling EB

Deze E.B. wordt bepaald aan de hand van berekeningen met Vlier Humaan. De te hanteren randvoorwaarden en de definitie van potentiële situaties voor BOFAS dossiers bij het opstellen van Vlier Humaan berekeningen zijn gegeven in bijlage III.

Bepaling Saneringsdoelstelling

Op basis de Vlier Humaan berekeningen worden de risicogrenswaarden of saneringsdoelstellingen bepaald zoals aangegeven in bijlage III.

4.2.2 Potentiële uitloging Grond

Bepaling EB

Deze toetsing moet enkel gebeuren voor deze gevallen waar geen verontreiniging in het grondwater aangetroffen wordt. Indien een grondwaterverontreiniging aangetroffen wordt, is de uitloging namelijk aangetoond en wordt de saneringsnoodzaak en saneringsdoelstelling bepaald op basis van de aangetoonde grondwaterverontreiniging en de ermee gepaard gaande E.B.

Indien geen grondwaterverontreiniging is aangetroffen, moet bepaald worden of de aanwezige grondverontreiniging het grondwater in de toekomst alsnog negatief zou kunnen beïnvloeden. In het geval van een historische verontreiniging die na vele jaren het grondwater nog niet heeft beïnvloed, is de kans haast onbestaande dat dit in de toekomst alsnog zal gebeuren.

De diepte tot waar de koolwaterstoffen in de bodem infiltreren is afhankelijk van de hoeveelheid brandstoffen die “gemorst” werd of “gelekt” heeft en de retentiecapaciteit van

Datum: 18/11/2009	Verantwoordelijke	Goedgekeurd door:	Procedure	T0021_PRO_Richtlijn Bofas Addendum
Vervangt versie: -	Kris Eggermont	Kris Eggermont	Versie 1	p.15 / 22



T0021_Procedure: Richtlijn BOFAS Addendum: Bepaling ernstige bedreiging en terugsaneerwaarden

de bodem. Er ontstaat een evenwicht tussen retentiecapaciteit van de bodem en infiltratiediepte die afhankelijk is van het volume gelekte brandstof. De infiltratie zelf, tot deze evenwichtsdiepte, is een snel fenomeen dat zich op enkele dagen tot enkele weken afspeelt. Voor historische verontreinigingen is deze evenwichtsdiepte reeds vele jaren bereikt zodat een verdere infiltratie kan uitgesloten worden.

Naast het fenomeen van de infiltratie van de koolwaterstoffen zelf, moet de uitloging s.s. beschouwd worden. Dit is het in oplossing gaan van de koolwaterstoffen naar het bodemvocht, wat op zijn beurt infiltreert. Hierdoor kunnen de koolwaterstoffen, als opgeloste fracties, het grondwater bereiken. Het fenomeen van uitloging sensu strictu van koolwaterstoffen is, als gevolg van o.a. vervluchtiging en biologische afbraak, zo complex dat er geen berekeningsmethodes bestaan die toelaten dit met enige nauwkeurigheid te voorspellen. Evenwel daarom wordt, om uitloging te voorspellen, uitgegaan van laboratorium proeven (uitloogproeven). Dergelijke proeven nemen één tot maximaal enkele weken in beslag. Historische verontreinigingen zijn reeds jaren in de bodem aanwezig, wat dus overeenkomt met een zeer langdurige uitloogproef: Indien na zovele jaren nog geen beïnvloeding vastgesteld wordt van het grondwater, mag met grote zekerheid gesteld worden dat er ook geen toekomstige beïnvloeding moet verwacht worden.

Voor historische bodemverontreinigingen waarbij geen beïnvloeding van het grondwater wordt vastgesteld, moeten uitzonderlijke voorwaarden aangetoond worden alvorens een Ernstige Bedreiging voor potentiële uitloging wordt aangenomen. Alvorens hierin definitief te beslissen over de eventuele saneringsnoodzaak, moet aan de hand van bijkomende metingen (monitoring) aangetoond worden dat er effectief uitloging zal plaatsvinden.

Bepaling Saneringsdoelstelling

Indien uitloging naar het grondwater aangetoond is op basis van gemeten concentraties in het grondwater, wordt de saneringsdoelstelling bepaald op basis van de E.B. die in het grondwater is aangetoond. Hiervoor wordt verwezen naar de bovenstaande toetsingen grondwater met hun respectievelijke saneringsdoelstelling voor grondwater en de hieraan gekoppelde saneringsdoelstelling voor grond.

Voor deze uitzonderlijke gevallen waarin een “potentiële uitloging” zou kunnen verwacht worden, moeten specifieke saneringsmaatregelen opgesteld worden die zodanig zijn dat ze de mogelijke ernstige bedreiging van het grondwater die zou kunnen ontstaan ten gevolge van de potentiële uitloging van de grond, teniet doen. De saneringsdoelstelling zal hier site specifiek moeten bepaald worden.

Datum: 18/11/2009	Verantwoordelijke	Goedgekeurd door:	Procedure	T0021_PRO_Richtlijn Bofas Addendum
Vervangt versie: -	Kris Eggermont	Kris Eggermont	Versie 1	p.16 / 22



T0021_Procedure:
Richtlijn BOFAS Addendum:
Bepaling ernstige bedreiging en terugsaneerwaarden

5 Ecologische Blootstelling

Gelet op de typische BOFAS-sites: dikwijls zeer oude en kleine tankstations met beperkte volumes aan grond- en grondwaterverontreiniging ; steeds langs grote wegen en meestal in (semi) verstedelijkt gebied is “Ecologische blootstelling” zelden relevant.

Voor deze reden wordt in deze richtlijn geen standaardmethodiek opgegeven voor het bepalen van potentiële ecologische risico’s.

Voor deze uitzonderlijke sites waarbij een Ecologisch risico relevant zou zijn, moet dit dan projectspecifiek bepaald worden.

Datum: 18/11/2009	Verantwoordelijke	Goedgekeurd door:	Procedure	T0021_PRO_Richtlijn Bofas Addendum
Vervangt versie: -	Kris Eggermont	Kris Eggermont	Versie 1	p.17 / 22



6 Relatie terugsaneerwaarde - BATNEEC afweging - Gebruiksbeperking

In de voorgaande hoofdstukken is aangegeven hoe voor een BOFAS dossier saneringsnoodzaak bepaald wordt, en hoe hieraan saneringsdoelstellingen gekoppeld zijn.

Het bepalen van de saneringsnoodzaak gebeurt door het trapsgewijs uitvoeren van een toetsing grondwater en een toetsing grond. Hierbij wordt stelselmatig nagegaan of een Ernstige Bedreiging aanwezig is. Van zodra een E.B. aangetoond is, kan hieraan een saneringsdoelstelling gekoppeld worden die overeenkomt met het verwijderen van de aangetoonde E.B. Deze toetsing wordt getrapd uitgevoerd, vertrekkende van de meest strenge saneringsnoodzaak en hieraan gekoppelde strenge saneringsdoelstelling. Van zodra een E.B. aangetoond is, is dan ook geen verdere toetsing noodzakelijk, vermits de hieraan gekoppelde saneringsdoelstelling alle overige E.B. uitsluit.

Enmaal een saneringsdoelstelling, met eraan gekoppelde terugsaneerwaarde bepaald is, moet vervolgens nagegaan worden of deze voldoet aan de BATNEEC-principes. Met andere woorden, kan de vooropgestelde terugsaneerwaarde bekomen worden zonder “onredelijk” hoge kosten met zich mee te brengen.

Deze BATNEEC afweging gebeurt conform de BOFAS-richtlijn met betrekking tot afweging van kosten in functie van het behaalde resultaat.

Indien het behalen van de vooropgestelde terugsaneerwaarde niet BATNEEC is, zal een andere, minder strenge terugsaneerwaarde worden gekozen. Hiervoor wordt in de getrapte benadering van het beslismodel overgegaan naar de volgende (minder strenge) terugsaneerwaarde.

Als gevolg van deze minder strenge terugsaneerwaarde is het mogelijk dat bepaalde risico's niet opgeheven worden. Dit kan dan aanleiding geven tot het opleggen van gebruiksbeperkingen.

Indien de gekozen terugsaneerwaarden aanleiding geven tot gebruiksbeperkingen moeten deze duidelijk aangegeven zijn in het bodemsaneringsproject en beantwoorden aan de OVAM richtlijnen hieromtrent.

Datum: 18/11/2009	Verantwoordelijke	Goedgekeurd door:	Procedure	T0021_PRO_Richtlijn Bofas Addendum
Vervangt versie: -	Kris Eggermont	Kris Eggermont	Versie 1	p.18 / 22



T0021_Procedure:
Richtlijn BOFAS Addendum:
Bepaling ernstige bedreiging en terugsaneerwaarden

7 Bijlagen

Bijlage I

Zie excell-file T0022_PRO_Richtlijn_BOFAS_Addendum_Bijlage 1

Datum: 18/11/2009	Verantwoordelijke	Goedgekeurd door:	Procedure	T0021_PRO_Richtlijn Bofas Addendum
Vervangt versie: -	Kris Eggermont	Kris Eggermont	Versie 1	p.19 / 22



Bijlage II

1 BEPALING VAN DE PERMEABILITEIT MET BEHULP VAN DE METHODE VAN KOZENY

Bepaling van de transmissiviteit en/of van de verticale weerstand van de beschouwde laag

In eerste instantie wordt een hydrogeologische schematisatie opgesteld op basis van beschikbare boorbeschrijvingen, DOV en geologische kaarten.

De k-waarde of permeabiliteit van de bodem wordt ingeschat op basis van de granulometrische curve en de porositeit aan de hand van de onderstaande berekening.

Het betreft een versie van de formule van Kozeny die rekening houdt met meerdere factoren zoals de specifieke oppervlakte van het monster en de porositeit. De specifieke oppervlakte wordt berekend aan de hand van een volledige korrelverdeling. De porositeit kan ingeschat worden op basis van literatuurgegevens of kan afgeleid worden uit de droge densiteit van het monster.

De berekening is als volgt:

De permeabiliteit $k = C^{ste} / \underline{U}^2 \times n^3 / (1-n)^2$ (in cm/s). Om deze om te rekenen naar m/s, deze k-waarde delen door 100, en om deze om te rekenen naar m/d, vermenigvuldigen met 864.

Bij deze berekening is:

$C^{ste} = 420,86$: een empirische constante bepaald o.a. door de viscositeit van het water. In de bodem heerst een nagenoeg constante temperatuur zodat deze viscositeit als constant mag beschouwd worden.

\underline{U} = de specifieke oppervlakte van het monster berekend als een gewogen gemiddelde van de specifieke oppervlakte van iedere zeeffractie. De specifieke oppervlakte van iedere zeeffractie $u_i = 1/d_i$ waarbij d_i = de gemiddelde korreldiameter in cm is van de i^e zeeffractie. Daar de gemiddelde korreldiameter van de kleinste (bvb. $< 2 \mu\text{m}$) en van de grootste (bvb. $> 2000 \mu\text{m}$) zeeffracties normaal niet bepaald kunnen worden, worden voor deze gemiddelde korreldiameters de zeefdiameters aangehouden (resp. $2 \mu\text{m}$ en $2000 \mu\text{m}$). Voor de andere tussenliggende fracties wordt de gemiddelde korreldiameter als volgt bepaald : $d_i = 10$ tot de macht $((\text{Log}_{10}(z_{i-1}) + \text{Log}_{10}(z_i)) / 2)$. Hierbij zijn z_{i-1} en z_i de twee zeefdiameters waartussen de zeeffractie valt. Deze korreldiameters zijn doorgaans in μm en dienen dus naar cm omgezet te worden (delen door 10000). Aan iedere zeeffractie wordt een gewicht toegekend dat gelijk is aan het gewichtspercentage (p_i) van deze zeeffractie. Tenslotte is de specifieke oppervlakte $\underline{U} = \sum(u_i \times p_i) / \sum(p_i)$ van alle zeeffracties. Als gewichtspercentages gebruikt worden dan is $\sum(p_i) = 100\%$. Het is echter eveneens mogelijk om het nettogewicht van iedere zeeffractie te gebruiken in plaats van het gewichtspercentage.

Datum: 18/11/2009	Verantwoordelijke	Goedgekeurd door:	Procedure	T0021_PRO_Richtlijn Bofas Addendum
Vervangt versie: -	Kris Eggermont	Kris Eggermont	Versie 1	p.20 / 22



T0021_Procedure:
Richtlijn BOFAS Addendum:
Bepaling ernstige bedreiging en terugsaneerwaarden

n = de porositeit bepaald als de verhouding van het volume poriën op het totale volume van het droge monster. In de veronderstelling dat de dichtheid van de korrels benaderend gelijk is aan die van kwarts ($d = \pm 2,65 \text{ ton/m}^3$) kan de porositeit geraamd worden uit de droge dichtheid (d_{droog}) van het monster $n = (2,65 - d_{\text{droog}})/2,65$. Noteer dat $0 < n < 1$.

Op basis van de permeabiliteit wordt de transmissiviteit : $T = k \times D$ berekend, waarbij D de totale dikte is van de beschouwde laag.

Analoog wordt de weerstand van de beschouwde laag bepaald als volgt: $C = D/k$ waarbij D de dikte is van de beschouwde laag.

De bepaling van de permeabiliteit op basis van korrelgrootteverdelingen blijft een benadering, waarbij de k -waarde overschat wordt bij hogere siltgehalten (fractie $< 63\mu$). Voor deze gevallen waar een exacte kennis van de k -waarde vereist is, kunnen laboratoriumproeven overwogen worden.

Datum: 18/11/2009	Verantwoordelijke	Goedgekeurd door:	Procedure	T0021_PRO_Richtlijn Bofas Addendum
Vervangt versie: -	Kris Eggermont	Kris Eggermont	Versie 1	p.21 / 22



T0021_Procedure:
Richtlijn BOFAS Addendum:
Bepaling ernstige bedreiging en terugsaneerwaarden

Bijlage III

Datum: 18/11/2009	Verantwoordelijke	Goedgekeurd door:	Procedure	T0021_PRO_Richtlijn Bofas Addendum
Vervangt versie: -	Kris Eggermont	Kris Eggermont	Versie 1	p.22 / 22