



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

## **Beoordelingskader milieu- effecten schaliegaswinning**

RIVM Rapport 2015-0074  
B.H. Tangena et al.





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

## **Beoordelingskader milieu-effecten schaliegaswinning**

RIVM Rapport 2015-0074

## Colofon

© RIVM 2015

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.

B.H. Tangena (auteur), RIVM  
P. van Beelen (auteur), RIVM  
J. Spijker (auteur), RIVM  
A.J. Verschoor (auteur), RIVM  
P.A.M. Uijt de Haag (auteur), RIVM  
D.G. de Gruijter (auteur), RIVM  
D.E. Lolkema (auteur), RIVM  
P.G. Ruysenaars (auteur), RIVM  
E. van Kempen (auteur), RIVM

Contact:

B.H. Tangena  
DMG  
[ben.tangena@rivm.nl](mailto:ben.tangena@rivm.nl)

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Milieu/Directie Klimaat, Lucht en Geluid, in het kader van advisering schaliegas.

Dit is een uitgave van:

**Rijksinstituut voor Volksgezondheid  
en Milieu**

Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven

Nederland

[www.rivm.nl](http://www.rivm.nl)

## Publiekssamenvatting

In de zomer van 2015 heeft het ministerie van Economische Zaken het milieu-effectrapport over schaliegaswinning (de planMER schaliegas) uitgebracht. Daarin wordt beschreven welke gevolgen de eventuele winning van schaliegas kan hebben voor het milieu. Om te kunnen beoordelen of deze gevolgen binnen de wettelijke milieunormen of andere richtlijnen blijven, heeft het RIVM een overzicht gemaakt van de bijbehorende normen en richtlijnen. Aan de basis van het overzicht liggen de milieu-effecten die in de planMER in beeld zijn gebracht. Voorbeelden zijn verontreinigingen van lucht, bodem en water, en gevolgen voor lichthinder, geluidhinder, externe veiligheid en klimaat. Uit de inventarisatie blijkt dat voor veel van deze milieugevolgen grenswaarden bestaan, maar niet voor alle.

Er bestaan bijvoorbeeld wettelijke normen voor een aantal stoffen die bij de schaliegaswinning kunnen vrijkomen en de kwaliteit van lucht, grondwater en oppervlaktewater kunnen aantasten. Voor veel stoffen is dat echter niet het geval.

Voor andere soorten milieu-effecten zijn al dan niet wettelijk vastgestelde kaders beschikbaar. Zo bestaan er wettelijke richtlijnen voor de door schaliegaswinning veroorzaakte geluidhinder en de kans op brand en explosies. Voor opgewekte trillingen en lichthinder bestaan alleen niet-wettelijk vastgestelde aanbevelingen.

Er zijn ook milieu-effecten waarvoor geen normen of andere toetsingskaders bestaan, zoals de kans op aardbevingen en bodemdaling. Als zo'n kader ontbreekt, is het niet eenvoudig om deze effecten te beoordelen.

Aan het overzicht worden geen adviezen of conclusies verbonden.

Kernwoorden: schaliegas, milieunormen, beoordelingskader



## Synopsis

In the summer of 2015, the Ministry of Economic Affairs has reported which effects the possible extraction of shale gas may have on the environment (the Environmental Impact Assessment on shale gas exploration, in brief 'the planMER shale gas'). In order to assess whether these effects are within the legal environmental standards or other guidelines, RIVM has made an overview of the associated standards and guidelines. At the base of the outline are the environmental effects that have been drawn up for the planMER. Examples are pollution of air, soil and water, and light pollution, noise pollution, external safety and climate change. The inventory shows that for many of the environmental effects standards exist, but not for all.

For example, legal standards exist for a number of substances used in the shale gas extraction that can influence the quality of air, groundwater and surface water. However, that is not the case for most substances.

For other types of environmental effects legally established frameworks may or may not be available. There are legal guidelines for the noise caused by shale gas extraction and the risk of fire and explosions. For induced vibration and light pollution there are only non-legally established recommendations. For the likelihood of earthquakes and land subsidence, there are no standards or other guidelines. If such a framework is lacking, it is difficult to assess these effects.

No opinions or conclusions are connected to this inventory.

Keywords: shale gas, environmental standards, assessment framework





## Inhoudsopgave

### **Samenvatting — 9**

#### **1 Inleiding — 11**

#### **2 Beoordelingskader — 13**

2.1 Thema's, aspecten, milieu-effecten en maatlatten — 13

2.2 Diepe ondergrond en stabiliteit — 15

2.2.1 Diepe ondergrond — 15

2.2.2 Stabiliteit en trillingen — 16

2.3 Bodem en water — 19

2.3.1 Bodem — 19

2.3.2 Grondwater — 21

2.3.3 Oppervlaktewater — 22

2.4 Woon- en leefmilieu — 22

2.4.1 Externe veiligheid — 22

2.4.2 Lucht — 24

2.4.3 Geluid — 25

2.4.4 Licht — 27

2.5 Klimaat — 29

2.6 Stoffen — 31

2.7 Overzicht van beoordelingsgrondslagen — 33

#### **3 Literatuur — 37**

#### **Bijlage 1 Gevaareigenschappen en regulering van stoffen binnen REACH — 39**

#### **Bijlage 2 Normen voor stoffen die kunnen vrijkomen bij schaliegaswinning — 46**

#### **Bijlage 3 Beoordeling van stoffen die kunnen vrijkomen bij schaliegaswinning — 64**

#### **Bijlage 4 Processtappen en routes voor milieu-effecten — 69**



## Samenvatting

In de zomer van 2015 is de Milieu-Effect Rapportage over schaliegaswinning (de planMER schaliegas) verschenen. Daarin worden in opdracht van het ministerie van Economische Zaken de mogelijke milieugevolgen van de eventuele winning van schaliegas beschreven. Om deze milieugevolgen te kunnen toetsen aan wettelijke milieunormen of andere relevante richtlijnen heeft het RIVM een overzicht van dergelijke normen en richtlijnen opgesteld. Vertrekpunt daarbij zijn de milieu-aspecten die in de Notitie Reikwijdte en Detailniveau ten behoeve van de planMER zijn genoemd. De daar gehanteerde indeling in thema's en aspecten wordt in het onderhavige rapport gevolgd.

Uit de inventarisatie blijkt dat voor veel in de planMER beschreven milieugevolgen wettelijk vastgestelde kwantitatieve eisen of anderszins vastgestelde richtlijnen bestaan. Het gaat daarbij om: trillingen aan het maaiveld, kwaliteit van lucht, bodem, grondwater en oppervlaktewater, brand en explosies, geluidsbelasting, hemelhelderheid en emissies van broeikasgassen. Al deze aspecten kunnen dus op tamelijk eenvoudige wijze worden beoordeeld, namelijk door de betreffende milieu-effecten te vergelijken met normen en richtlijnen. Hierbij zij opgemerkt dat voor veel stoffen die bij schaliegaswinning een rol kunnen spelen geen milieunormen bestaan.

Voor een aantal milieu-effecten bestaan geen normen en richtlijnen; het gaat daarbij om: migratie van gassen of vloeistoffen in de bodem, interferentie met andere ondergrondse functies, aardbevingen, liquefactie, bodemdaling, bodemopbouw en horizonvervuiling. De beoordeling van deze effecten is lastig, omdat een toetsingskader ontbreekt.



## 1 Inleiding

In opdracht van het ministerie van Economische Zaken, in samenwerking met het ministerie van Infrastructuur en Milieu, heeft adviesbureau Arcadis een milieu-effectrapport opgesteld over de eventuele winning van schaliegas in Nederland, de zogenaamde planMER. In de planMER worden milieu-effecten van schaliegaswinning in kwantitatieve of kwalitatieve zin beschreven. Ten behoeve van de invulling van de planMER is een Notitie Reikwijdte en Detailniveau [1] verschenen. Daarin worden milieu-effecten ingedeeld in thema's en aspecten die in de planMER dienen te worden behandeld.

Op verzoek van de directie Klimaat, Lucht en Geluid van het ministerie van Infrastructuur en Milieu heeft het RIVM dit rapport met een beoordelingskader van de milieu-effecten van schaliegaswinning opgesteld. Dit beoordelingskader geeft een overzicht van de wet- en regelgeving rondom de thema's uit de Notitie Reikwijdte en Detailniveau. Aan de hand van dit rapport kunnen potentiële milieu-effecten van schaliegaswinning getoetst worden aan de vigerende wet- en regelgeving. Dit rapport biedt slechts een handreiking voor beoordeling en geen oordeel over de effecten van schaliegas.

### **Toepassing beoordelingskader**

Het beoordelingskader in dit rapport is opgesteld aan de hand van de thema's en aspecten van de Notitie Reikwijdte en Detailniveau. Hieraan is nog het thema 'stoffen' toegevoegd. Potentiële milieu-effecten kunnen vervolgens worden beoordeeld aan de hand van bestaande wet- en regelgeving, richtlijnen, beleidsuitgangspunten en (inter)nationale standaarden; waar mogelijk wordt onderscheid gemaakt in grens- en streefwaarden. In hoofdstuk 2 wordt het beoordelingskader nader uitgewerkt per thema, aspect en milieu-effect. Getracht is aan de maatlatten waarmee het milieu-effect kan worden beoordeeld een kwantitatieve uitwerking te geven. Dit is niet in alle gevallen mogelijk gebleken.



## 2 Beoordelingskader

### **2.1 Thema's, aspecten, milieu-effecten en maatlatten**

In de Notitie Reikwijdte en Detailniveau ten behoeve van de planMER [1] wordt een aantal milieuthema's genoemd, die nader zijn onderverdeeld in milieuaspecten en milieu-effecten. Deze zijn vermeld in Tabel 2.1 op de volgende pagina. Hieraan is de kolom 'maatlat' toegevoegd die een invulling geeft van de beoordeling van het beschouwde milieueffect. In de volgende paragrafen wordt dit per aspect nader uitgewerkt.

Tabel 2.1 Te beschouwen thema's, aspecten, milieu-effecten en maatlaten

<b>Thema</b>	<b>Aspect</b>	<b>Milieu-effect</b>	<b>Maatlat</b>
Diepe ondergrond en stabiliteit	Diepe ondergrond	Migratie van gas of vloeistoffen	Maximaal aantal meters indringing
		Interferentie met andere ondergrondse functies	pm
	Stabiliteit en trillingen	Aardbevingen	Kans op aardbeving van bepaalde sterkte
		Trillingen aan het maaiveld	Kans op trillingen van bepaalde sterkte
		Liquefactie (bodempervloeiing)	Kans op liquefactie van bepaalde omvang
Bodemdaling en zetting	Kans op bodemdaling van bepaalde omvang		
Bodem en water	Bodem	Bodemkwaliteit	Concentraties per stof
		Bodemopbouw	Mate van verstoring bodemlagen
	Grondwater	Grondwaterkwaliteit	Concentraties per stof
		Grondwaterkwantiteit	Hoeveelheid onttrokken grondwater
	Oppervlaktewater	Oppervlaktewaterkwaliteit	Concentraties per stof
Oppervlaktewaterkwantiteit		Hoeveelheid onttrokken oppervlaktewater	
Woon- en leefmilieu <sup>1</sup>	Externe veiligheid	Brand en explosies (waaronder blow out)	Groepsrisico, plaatsgebonden risico
	Luchtkwaliteit	Luchtkwaliteit	Concentraties per stof
		Totale stikstofdepositie t.g.v. NO <sub>x</sub> - en NH <sub>3</sub> -emissie	Totale stikstofdepositie binnen x km
	Geluid	Geluidsbelasting	Geluidsbelasting geluidsgevoelige objecten, o.a. woningen, 'gevoelige' gebieden
Woon- en leefmilieu <sup>1</sup>	Licht	Lichtbelasting	Horizonvervuiling
			Hemelhelderheid tot op 25 km afstand in verschillende typen gebieden
Klimaat	Klimaatverandering	Emissie broeikasgassen	Bijdrage aan klimaatverandering (in CO <sub>2</sub> -equivalenten)
Stoffen	Afvalstoffen	Afvalstoffenstroom	Samenstelling milieugevaarlijke afvalstoffen

<sup>1</sup> De bij dit thema beschouwde aspecten zijn van belang voor de te hanteren afstanden vanaf een schaliegaswinning tot gebieden met bepaalde functies (wonen, natuur).



## 2.2 Diepe ondergrond en stabiliteit

Bij dit thema spelen twee aspecten een rol: processen in de diepe ondergrond zelf, en stabiliteit en trillingen.

### 2.2.1 Diepe ondergrond

Aspect	Milieu-effect	Maatlat	Wettelijke eisen of richtlijnen
Diepe ondergrond	migratie van gas of vloeistoffen	maximaal aantal meters indringing	geen wettelijke eisen
	interferentie met andere ondergrondse functies	pm	geen wettelijke eisen

#### Migratie van gas of vloeistoffen

Het doel van fracken is onder andere om scheuren ('fractures') aan te brengen in de schalielaag. Deze scheuren ontstaan door de hoge druk van de vloeistof. Hoe hoger de druk en hoe langer de druk wordt uitgeoefend, hoe langer de scheuren worden. Kleine scheurtjes tezamen kunnen een kanaal vormen ('pipe' of 'chimney'). Als deze kanalen lang genoeg zijn, kunnen gassen of vloeistoffen naar omliggende formaties getransporteerd worden. Om te voorkomen dat bijvoorbeeld een aquifer, gebruikt voor grondwaterwinning, in direct contact komt met de boorput van de schaliegaswinning, moet de afstand tussen boorput en de te beschermen formatie groot genoeg zijn.

Davies e.a. [2] hebben op basis van meetgegevens in de Verenigde Staten onderzocht hoe lang scheuren kunnen worden in het geval van fracken. Hun conclusie was dat de kans dat een scheur groter wordt dan 500 meter ongeveer 1% is. Echter, in combinatie met natuurlijk breuken kan de lengte van een scheur oplopen tot circa 1000 meter [2,3]. De genoemde studies en discussie van Davies e.a. [2,4] en Lacazette en Geiser [3] laten ook zien dat er nog onzekerheden bestaan in de schatting van de scheurlengten bij fracken.

Als beoordelingscriterium voor de maximale mate van indringing kan men de maximale scheurlengte nemen. Dit is echter niet in beleid opgenomen of wettelijk vereist.

#### Interferentie met andere ondergrondse functies

Op locaties waar schaliegas wordt gewonnen zijn andere ondergrondse activiteiten niet of slechts in beperkte mate mogelijk. Omgekeerd zijn er locaties en gebieden waar nu ondergrondse activiteiten plaatsvinden die schaliegaswinning geheel of ten dele uitsluiten. De combinatie van grondwaterwinning voor de drinkwatervoorziening met schaliegaswinning is uit oogpunt van milieu en volksgezondheid in de huidige grondwaterbeschermingsgebieden uitgesloten. De combinatie van schaliegaswinning met toekomstige strategische grondwatervoorraden en nationale grondwaterreserves wordt in de 'Structuurvisie Ondergrond' uitgewerkt. In waterwingebieden en grondwaterbeschermingsgebieden zijn inrichtingen voor delfstoffenwinning in het algemeen verboden. Achtergrond daarvan is dat ten gevolge van calamiteiten bij de schaliegaswinning (breuk casing) een grondwater voorkomen kan worden verontreinigd, zodanig dat deze niet meer geschikt is voor de drinkwatervoorziening.

De 'Structuurvisie Ondergrond' zal uitsluitend moeten geven in hoeverre functies kunnen worden gecombineerd. Hierbij spelen alle te beschouwen milieu-effecten een rol.

### 2.2.2 *Stabiliteit en trillingen*

<b>Aspect</b>	<b>Milieu-effect</b>	<b>Maatlat</b>	<b>Wettelijke eisen of richtlijnen</b>
Stabiliteit en trillingen	aardbevingen	kans op aardbeving	geen wettelijke eisen
	trillingen aan het maaiveld	kans op trillingen	geen wettelijke eisen
	liquefactie (bodemvervloeiing)	kans op liquefactie	geen wettelijke eisen
	bodemdaling en zetting	kans op bodemdaling	geen wettelijke eisen

#### **Aardbevingen**

Er zijn diverse studies bekend waarbij onconventionele gaswinning door middel van fracken leidt tot aardbevingen. Voelbare aardbevingen treden voornamelijk op als bestaande breuken in de ondergrond worden geactiveerd door het fracken. Door de toenemende vloeistofdruk in de ondergrondse breuken kunnen deze gaan schuiven met een aardbeving als gevolg [5]. Uit een inventarisatie van Jackson e.a. [6] is gebleken dat de hoogste gemeten magnitude van deze aardbevingen 3,8 bedraagt (Horn River Basin, Canada). In theorie zouden zwaardere aardbevingen kunnen worden opgewekt. Dit heeft echter niet alleen te maken met de aangelegde vloeistofdruk, maar ook met ligging van het breukvlak. Zowel bij een relatief lage als hoge vloeistofdruk kan een aardbeving ontstaan.<sup>1</sup>

De schade veroorzaakt door een aardbeving is afhankelijk van de lokale omstandigheden, zoals bodemgesteldheid en diepte van de beving. De Pater en Baisch [7] laten in hun studie naar de aardbevingen in Lancashire zien dat aardbevingen ook kunnen leiden tot vervorming van de casing van een boorput, waarmee de kans op lekkage wordt verhoogd.

#### **Trillingen**

Naast voelbare aardbevingen komen ook trillingen voor in de ondergrond die door de mens niet voelbaar zijn [5]. Voor frack-activiteiten wordt aangenomen dat de trillingsniveaus moeten voldoen aan dezelfde eisen als aan andere (industriële) activiteiten waarbij trillingen kunnen voorkomen.

Voor trillingen bestaat er een aantal richtlijnen. Het beleid rond trillingen is samengevat op de website van Infomil (<http://www.infomil.nl/onderwerpen/ruimte/handreiking/milieuthema/tril/tril-beleid-w/>).

Het gaat om de volgende richtlijnen en beleidsregels:

<sup>1</sup> Ter vergelijking, de data van het KNMI laten maximale magnitudes zien van rond de 3 in het gebied rond het gasveld in Slochteren.

- SBR-richtlijn;
- Beleidsregel trillinghinder spoor;
- Handreiking Industrielawaai en vergunningverlening.

Een wettelijke regeling ontbreekt echter.

Een belangrijk en voor veel situaties te gebruiken hulpmiddel is de door Stichting Bouwresearch opgestelde richtlijn 'Meet- en beoordelingsrichtlijnen voor trillingen' [8]. Deze richtlijn wordt het meest toegepast. Hij bestaat uit drie delen:

- Deel A, Schade aan gebouwen;
- Deel B, Hinder voor personen in gebouwen;
- Deel C, Storing aan apparatuur.

Deze richtlijn sluit grotendeels aan bij internationale richtlijnen (Duitse norm DIN 4150, ISO 2631/2). Er wordt in deze richtlijn veel aandacht besteed aan het meten van trillingen. Over het algemeen wordt dan ook verwezen naar deze richtlijn wanneer een trillingsonderzoek is voorgeschreven en uitgevoerd. Naast aandacht voor de meting van trilling bevat de richtlijn ook een beoordelingssystematiek.

De richtlijnen hebben uitsluitend betrekking op trillingen die van buiten het te beoordelen gebouw komen. Dat houdt in dat het gaat om trillingen die uitsluitend via de ondergrond en de funderingen het gebouw bereiken. Dat is tevens het beoordelingscriterium voor deel A. Deel B is vooral bedoeld als hulpmiddel bij het meten en beoordelen van trillinghinder.

Overigens komt het nogal eens voor dat wat door bewoners als trilling wordt ervaren in werkelijkheid laagfrequent geluid is (en dus overdracht via de lucht). Hiervoor gelden de richtlijnen niet. Deel C betreft storingen en schades aan (gevoelige) apparatuur, zoals computers, microscopen, apparatuur voor foliolithografie, precisiebalansen en dergelijke.

#### *Beoordeling effecten op gezondheid en welzijn*

Net als geluid kunnen trillingen door mensen als onplezierig en/of storend worden ervaren. Effecten die met trillingen in verband worden gebracht zijn onder meer hinder, vermoeidheid, verminderde taakprestatie, bewegingsziekte en lichamelijke klachten. Deel B van de SBR-richtlijn hanteert streefwaarden voor maximaal optredende en gemiddelde trillingsniveaus in gebouwen en beschrijft meet- en beoordelingsmethodieken om te kunnen aangeven of er van mogelijke hinder in een bepaalde situatie sprake zou kunnen zijn. Tabel 2.2 geeft een overzicht van de streefwaarden. De SBR-richtlijn B is opgesteld om individuele gevallen te beoordelen; voor elk individueel geval moeten er metingen worden uitgevoerd. De richtlijn is in de eerste plaats een klachtenrichtlijn en minder geschikt voor de beoordeling van een gebied en het maken van prognoses. De SBR-richtlijn B leidt tot een uitspraak of een klacht over hinder terecht is, maar zegt weinig over het percentage gehinderden, in tegenstelling tot bijvoorbeeld de geluidwetgeving, die zich daar wel op richt.

Tabel 2.2 Streefwaarden voor hinder zoals opgenomen in de SBR-richtlijn B

Maximale trillingsnelheid $V_{\max}$ (mm/s)	Waarneming	Hinderkwalificatie
< 0,1	niet voelbaar	geen hinder
0,1 – 0,2	juist voelbaar	weinig hinder
0,2 – 0,8	juist voelbaar tot goed voelbaar	matige hinder
0,8 – 3,2	goed voelbaar tot sterk voelbaar	hinder
> 3,2	zeer sterk voelbaar	ernstige hinder

*Beoordeling schade*

Voor schade aan gebouwen zijn grenswaarden opgenomen; deze zijn in Tabel 2.3 vermeld. Overschrijding van deze waarden wordt beoordeeld als een onacceptabele kans op schade. Daarmee is niet gezegd dat er ook schade optreedt. Evenmin is gegarandeerd dat er geen schade op zal treden wanneer de metingen onder de grenswaarden blijven.

Tabel 2.3 Grenswaarden voor schade aan de draagconstructie van gebouwen zoals opgenomen in SBR-richtlijn A

Categorie	Maximale trillingsnelheid $V_{\max}$ (mm/s) op hoogste verdieping	Karakteristieke grenswaarde $V_{\text{kar}}$ (mm/s) op begane grond-niveau <sup>1</sup>
1. Betonnen of houten draagconstructie	40	20-50
2. Stenen metselwerk in goede conditie	15	5-20
3. Oude/monumentale gebouwen met grote cultuurhistorische waarde en in slechte staat verkerende gebouwen of onderdelen daarvan	8	3-10

<sup>1</sup> Spreiding hangt af van de dominante frequentie.

Bij het toepassen van deze grenswaarden dient rekening te worden gehouden met de meetmethode (indicatief, beperkt of uitgebreid) en het type trillingsbron (kortdurend, herhaald kortdurend of continu). De SBR-richtlijn C geeft een procedure voor het meten en het beoordelen van gebouwtrillingen met betrekking tot beïnvloeding van voor trillingen gevoelige apparatuur, opgesteld in gebouwen. De beoordeling is sterk gekoppeld aan de meetmethode.

**Liquefactie**

Liquefactie-effecten treden op in met water verzadigde gronden ('slappe' bodems) door veranderingen in porositeit ten gevolge van trillingen; de bodem verliest hierbij zijn draagvermogen en gaat vloeien met mogelijk

schade voor funderingen van bouwwerken. Liquefactie kan optreden bij aardbevingen. Over de beoordeling van liquefactie ten gevolge van schaliegaswinning zijn geen gegevens beschikbaar. In navolging van aardbevingen kan gesteld worden dat de kans op liquefactie klein is, maar dat de effecten groot kunnen zijn.

### **Bodemdaling**

Bij conventionele gaswinning of zoutwinning is het mogelijk dat er daling van het maaiveld ontstaat door verlaging van druk of wegnemen van materiaal uit de ondergrond. Bij de winning van schaliegas zijn geen wetenschappelijke studies gevonden waarin significante (meetbare) bodemdaling wordt aangetoond. Op dit moment worden wel studies uitgevoerd naar bodemdaling, maar de resultaten zijn nog niet bekend, bijvoorbeeld het Engelse ReFINE-project (<https://www.dur.ac.uk/refine/research/projects/>).

## **2.3 Bodem en water**

Bij het thema Bodem en water gaat het om milieu-effecten op de bodem, op het grondwater en op het oppervlaktewater. Bodem en grondwater kunnen worden verontreinigd door lekkage van het boorgat en van bovengrondse opslag van chemicaliën. Met diverse maatregelen kan de kans op lekkage worden verminderd, zoals het aanbrengen van meerdere casings en het gebruik van vloeistofdichte vloeren. Niettemin blijft de kans aanwezig; dit geldt in het bijzonder als de locatie verlaten is en na tientallen jaren het boorgat alsnog gaat lekken.

### **2.3.1**

#### *Bodem*

<b>Aspect</b>	<b>Milieu-effect</b>	<b>Maatlat</b>	<b>Wettelijke eisen of richtlijnen</b>
Bodem	bodemkwaliteit	concentraties per stof	Wet Bodem-bescherming
	bodemopbouw	mate van verstoring bodemlagen	geen wettelijke eisen

### **Bodemkwaliteit**

In de Wet Bodembescherming (1986) zijn eisen geformuleerd om de kwaliteit van de bodem te beschermen. Het gaat met name om de bescherming van de functionele eigenschappen van de bodem voor mens, plant of dier. Artikel 13 stelt dat de gebruiker is verplicht 'alle maatregelen te nemen die redelijkerwijs van hem kunnen worden gevergd, teneinde die verontreiniging of aantasting te voorkomen, dan wel indien die verontreiniging of aantasting zich voordoet, de verontreiniging of aantasting en de directe gevolgen daarvan te beperken'. Een leidend principe daarbij is de zorgplicht: bij alle activiteiten moet het inbrengen van nieuwe verontreinigingen in de bodem zo veel mogelijk worden voorkomen. Deze zorgplicht geldt ook voor mijnbouwactiviteiten. Op een diepte van meer dan 100 meter geldt tevens de Mijnbouwwet.

Het Besluit Bodemkwaliteit van 2007 regelt het toepassen van bouwstoffen, grond of baggerspecie op of in de bodem. Het geeft ook verantwoordelijkheden aan van verschillende overheden.

De Circulaire Bodemsanering uit 2013 specificeert de Wet Bodembescherming. Het gaat om historische verontreinigingen van vóór 1987. Wanneer er sprake is van onaanvaardbare risico's voor de mens, voor het ecosysteem of voor verspreiding van de verontreiniging, dan moet er met spoed gesaneerd worden. Incidentele gevallen kunnen individueel aangepakt worden maar vaak is ook een clusteraanpak voor vergelijkbare verontreinigingen in een gebied mogelijk. Voor grotere vervuilde terreinen is een gebiedsaanpak opportuun. Hierbij gaat het vaak niet langer om het saneren maar om het beheersen van de verontreiniging. Lokale bronzones worden in elk geval gesaneerd maar de grondwaterverontreiniging eromheen wordt via natuurlijke afbraak en het voorkomen van verspreiding beheerst. Volgens de Wet Bodembescherming moet de bodem na de sanering tenminste geschikt worden gemaakt voor de functie die het dan krijgt. Hierbij wordt het risico voor mens, plant of dier als gevolg van blootstelling aan de verontreiniging zo veel mogelijk beperkt.

De Circulaire Bodemsanering is dus **niet** van toepassing op nieuwe activiteiten die mogelijk tot bodem- en grondwaterverontreiniging kunnen leiden, zoals schaliegaswinning. De in de circulaire genoemde streef- en interventiewaarden voor bodem- en grondwaterverontreinigingen gelden dan ook niet voor een strikt juridische beoordeling van schaliegaswinning. Ze worden in Bijlage 1 wel genoemd, om toch enig houvast te bieden bij het aanduiden van de mogelijke omvang van een verontreiniging. Er is ook een handleiding voor het omgaan met stoffen waarvoor geen milieukwaliteitsnormen aanwezig zijn.

De wetgeving houdt geen rekening met het vrijkomen van verontreinigingen uit de diepe ondergrond. Deze processen kunnen tientallen of honderden jaren na een schaliegaswinning optreden en hebben dan potentieel grote milieu-effecten. De Mijnbouwwet kent een waarborgfonds mijnschade waaruit bij insolventie van de vergunninghouder schade betaald kan worden veroorzaakt door met name instortingen en bodembeweging. Het is niet duidelijk of schade door milieuverontreiniging van een mijnbouwwerk hier ook onder valt.

### **Bodemopbouw**

Voor de mate van verstoring van bodemlagen zijn geen wettelijke eisen van kracht. De verstoring kan wel invloed hebben op de kwaliteit van grondwater (bijvoorbeeld verzilting of verspreiding van bestaande verontreiniging).

Bij het boren dient rekening te worden gehouden met het in stand houden van ondoorlatende lagen. Wanneer de boring wordt afgesloten dan moet deze worden gevuld met afsluitende kleikorrels om de ondoorlatende lagen ook op de lange termijn in stand te houden. De Stichting Infrastructuur Kwaliteitsborging Bodembeheer (SIKB) heeft hiervoor richtlijnen gepubliceerd (Mechanisch boren VKB-Protocol, 2006).

## 2.3.2

*Grondwater*

Aspect	Milieu-effect	Maatlat	Wettelijke eisen of richtlijnen
Grondwater	grondwater-kwaliteit	concentraties per stof	Besluit Kwaliteitseisen en Monitoring Water 2009
			Drinkwater-besluit 2011
	grondwater-kwantiteit	hoeveelheid onttrokken grondwater	vergunningen

**Grondwaterkwaliteit**

De Europese Grondwaterrichtlijn van 2006 en de Kaderrichtlijn Water beschermen het zoete grondwater tegen verontreinigingen zoals nitraat, bestrijdingsmiddelen en biociden. Grondwaterlichamen moeten een goede chemische toestand bereiken en de inbreng van verontreinigende stoffen in het grondwater moet worden voorkomen of beperkt en de achteruitgang van de toestand van alle grondwaterlichamen moet worden voorkomen. Lidstaten kunnen drempelwaarden van verontreinigingen opstellen waaronder een goede chemische status gewaarborgd is. Lidstaten moeten maatregelen nemen, behoudens in de Grondwaterrichtlijn genoemde uitzonderingen. De Europese Grondwaterrichtlijn is verder uitgewerkt in een aantal handleidingen voor het beperken van verontreinigingen en het monitoren van de chemische status. Voor het diepere zoute grondwater zijn er uitzonderingsregelingen voor de winning van koolwaterstoffen. Op grond van de Kaderrichtlijn Water (artikel 11, derde lid, onder j) mogen lidstaten toestemming verlenen voor injectie van water in geologische formaties waaruit koolwaterstoffen zijn gewonnen of die van nature blijvend ongeschikt zijn voor andere doeleinden. Dergelijke injecties mogen het bereiken van een goede toestand van grondwaterlichamen niet verhinderen. Van dit soort uitzonderingen moet door lidstaten een inventaris worden bijgehouden met het oog op kennisgeving aan de Europese Commissie.

In het Nederlandse Besluit Kwaliteitseisen en Monitoring Water 2009 (BKMW) is bepaald wanneer een grondwaterlichaam een goede chemische toestand heeft. Het BKMW geeft onder andere milieukwaliteitsnormen en richtlijnen over de monitoring en de interpretatie van de meetgegevens. In Bijlage II van het BKMW zijn richtwaarden opgenomen voor de goede chemische toestand van grondwaterlichamen. Omdat grondwater als grondstof voor de drinkwaterbereiding dient, zijn de drinkwaterkwaliteitseisen ook relevant (zie Bijlage 2).

**Grondwaterkwantiteit**

Volgens de Nederlandse Waterwet van 2009 zijn voor grote onttrekkingen van grondwater vergunningen nodig van de betrokken provincies. Wanneer het grondwater onttrokken wordt van meer dan 500 m diepte ten behoeve van het opsporen of winnen van delfstoffen, dan is het hoofdstuk dat gaat over de vergunningplicht en algemene regels van de Waterwet niet van toepassing.

### 2.3.3 *Oppervlaktewater*

Aspect	Milieu-effect	Maatlat	Wettelijke eisen of richtlijnen
Oppervlakte-water	oppervlakte-waterkwaliteit	concentraties per stof	Besluit Kwaliteits-eisen en Monitoring Water 2009
	oppervlakte-waterkwantiteit	hoeveelheid onttrokken oppervlaktewater	vergunningen

#### **Oppervlaktewaterkwaliteit**

De boorspoeling, het terugstromende frackwater (flow back water) en het met het gas meekomende productiewater bevat allerlei stoffen, die ofwel zijn toegevoegd, ofwel zijn vrijgemaakt in de ondergrond. Afhankelijk van de concentraties moet dit water ter plekke worden behandeld, waarna het naar een rioolwaterzuivering wordt geleid of direct op oppervlaktewater wordt geloosd. Indien concentraties – ook na behandeling – hoog blijven moet het water als chemisch afval worden bestempeld en dienovereenkomstig worden verwerkt.

Kwaliteitsnormen voor oppervlaktewater zijn opgenomen in het Besluit Kwaliteitseisen en Monitoring Water 2009 (BKMW), dat uitvoering geeft aan de Europese Kaderrichtlijn Water (zie Bijlage 1).

In het BKMW zijn onder andere in Bijlage I milieukwaliteitsnormen voor de goede chemische toestand van oppervlaktewaterlichamen opgenomen voor 33 prioritaire stoffen in het oppervlaktewater zelf en voor 3 stoffen in biota. Bijlage III geeft milieukwaliteitsnormen voor oppervlaktewater dat gebruikt wordt voor de bereiding van voor menselijke consumptie bestemd water en voor de bereiding van drinkwater.

#### **Oppervlaktewaterkwantiteit**

Het benodigde water voor het frackproces kan worden onttrokken aan het oppervlaktewater. Hiervoor moet het waterschap of de minister van Infrastructuur en Milieu (uitgevoerd door Rijkswaterstaat) vergunning afgeven.

## 2.4 **Woon- en leefmilieu**

Bij het thema Woon- en leefmilieu gaat het om de aspecten externe veiligheid, luchtkwaliteit, geluid en licht.

### 2.4.1 *Externe veiligheid*

Aspect	Milieu-effect	Maatlat	Wettelijke eisen of richtlijnen
Externe veiligheid	Brand en explosies (waaronder blow out)	Plaatsgebonden risico en groepsrisico	Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi), transportroutes (Bevt) en buisleidingen (Bevb)

Met ingang van 1 juli 2015 is het Besluit externe veiligheid inrichtingen (Bevi) ook van toepassing op mijnbouwwerken zoals bedoeld in artikel 1b onderdeel i van de Regeling externe veiligheid inrichtingen. De



activiteiten voor de winning van schaliegas zijn dan ook te beoordelen aan de hand van de milieukwaliteitseisen in het Bevi. De boringen zelf worden gezien als tijdelijke activiteiten waarvoor het afwegingskader van Bevi niet geschikt is. Voor boringen wordt bij het verstrekken van de vergunning nagegaan of de risico's acceptabel zijn voor de omgeving. Daarvoor gelden de Mijnbouwwet en het Mijnbouwbesluit.

Het Bevi geeft de milieukwaliteitseisen voor externe veiligheid bij besluiten op het gebied van de ruimtelijke ordening en bij de verlening van een omgevingsvergunning voor een risicovolle inrichting met gevaarlijke stoffen of een omgevingsvergunning voor het afwijken van het bestemmingsplan of beheersverordening. Het Bevi is een wettelijk voorschrift en is van toepassing op verschillende typen inrichtingen met gevaarlijke stoffen, zoals grote chemische bedrijven (de zgn. Brzo-bedrijven) en LPG-tankstations. Het Bevi legt de milieukwaliteitseisen vast in de vorm van grens- en richtwaarden voor het plaatsgebonden risico. Daarnaast is er een verantwoordingsplicht voor het groepsrisico. Het plaatsgebonden risico (PR) is gedefinieerd als het risico op een bepaalde plaats, uitgedrukt in de kans per jaar om buiten de inrichting te overlijden als rechtstreeks gevolg van een ongeval met gevaarlijke stoffen binnen die inrichting. Voor het PR is de grenswaarde  $10^{-6}$  per jaar. Deze grenswaarde geldt voor (geprojecteerde) kwetsbare objecten zoals woningen, scholen en ziekenhuizen. Voor (geprojecteerde) beperkt kwetsbare objecten zoals kantoren en bedrijven met relatief weinig personen geldt een richtwaarde van  $10^{-6}$  per jaar.

Het groepsrisico (GR) geeft de kans dat een groep personen van ten minste een bepaalde omvang overlijdt ten gevolge van een ongeval met gevaarlijke stoffen. Voor inrichtingen is een oriëntatiewaarde vastgesteld, namelijk een kans op een ongeval met 10 of meer dodelijke slachtoffers van ten hoogste  $10^{-5}$  per jaar, een kans op een ongeval met 100 of meer dodelijke slachtoffers van ten hoogste  $10^{-7}$  per jaar en een kans op een ongeval met 1000 of meer dodelijke slachtoffers van ten hoogste  $10^{-9}$  per jaar. Voor het groepsrisico geldt een verantwoordingsplicht. Hierbij wordt een lokale bestuurlijke afweging gemaakt in de verantwoording van het groepsrisico, waarbij een verandering in de omvang van het groepsrisico wordt afgezet tegen andere belangen.

Voor het transport van gevaarlijke stoffen over weg, spoor en water geldt het Besluit externe veiligheid transportroutes (Bevt). Voor schaliegas lijkt het transport van gevaarlijke stoffen in eerste instantie minder belangrijk, maar dit is afhankelijk van de omvang van de transportstromen. Voor de afvoer van het gewonnen schaliegas per buisleiding geldt het Besluit externe veiligheid buisleidingen (Bevb).

## 2.4.2

## Lucht

Aspect	Milieu-effect	Maatlat	Wettelijke eisen of richtlijnen
Lucht	Lucht-kwaliteit	Concentraties per stof	Luchtkwaliteitsrichtlijn 2008/50/EG en vierde dochterrichtlijn 2004/107/EG, geïmplementeerd in bijl. 2 Wet Milieubeheer
	Emissie en depositie	Bijdrage aan grootschalige luchtverontreiniging, waaronder stikstofemissies en -depositie	National Emission Ceilings Directive 2001/81/EC Gotenburg-protocol onder Verdrag Grootschalige Luchtverontreiniging (UNECE/LRTAP)

Voor luchtkwaliteit geldt als wettelijk kader de EU Luchtkwaliteitsrichtlijn 2008/50/EC en vierde dochterrichtlijn 2004/107/EG. In Tabel 2.4 zijn de relevante normen vermeld.

Tabel 2.4 Luchtkwaliteitsnormen (in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	Jaar-gemiddelde	Dag-gemiddelde	Acht uur-gemiddelde	Uur-gemiddelde
NO <sub>2</sub>	40	geen	geen	200
NO <sub>x</sub>	30			
PM <sub>2,5</sub>	25	geen	geen	geen
PM <sub>10</sub>	40	50	geen	geen
Benzeen	5	geen	geen	geen
Koolmonoxide	geen	geen	10000	geen
Zwavel dioxide	20	125	geen	350
Lood	0,5 <sup>1</sup>			
Arseen	6 <sup>1</sup>			
Cadmium	5 <sup>1</sup>			
Nikkel	20 <sup>1</sup>			
PAK's	1 <sup>1</sup>			

<sup>1</sup> Concentratie in ng/m<sup>3</sup>.

Naast bovengenoemde stoffen kunnen andere (aromatische) koolwaterstoffen worden uitgestoten, zoals toluen, ethyleen, xyleen en natuurlijk methaan. Strikt genomen dient voor benzeen als kankerverwekkende stof te worden gestreefd naar een zo laag mogelijke concentratie. Voor de andere aangegeven koolwaterstoffen zijn (in Europa) geen luchtkwaliteitsnormen vastgesteld. Amerikaans onderzoek laat zien dat verhoogde concentraties worden gevonden; maar dat die afhankelijk zijn van de manier waarop het proces is ingericht. De grootste bron lijkt te zijn het afvalwater verontreinigd met chemicaliën, dat met het gewonnen gas mee omhoog komt. Wanneer dit wordt opgeslagen in onafgedekte bassins treedt verdamping op wat tot

verhoogde concentraties BTEX<sup>2</sup> leidt binnen een straal van 500 meter van de winning.

Winning van schaliegas zal in de omgeving van de sites leiden tot een verhoging van concentraties van met name vluchtige organische stoffen en fijn stof. Jackson [9] geeft aan dat de methaanlekkages substantieel zijn (broeikasgaswerking en bijdrage aan ozonvorming).

De Luchtkwaliteitsrichtlijn 2008/50/EC introduceert naast de bovenstaande concentratienormen, een blootstellingsnorm voor PM<sub>2.5</sub>. Dit is een concentratieniveau vastgesteld als een driejaarlijks gemiddelde van de concentratie op een aantal door het land zelf bepaalde achtergrondconcentratiestations. Tevens hoort daarbij een blootstellingsreductieverplichting. Deze verplichting is afhankelijk van de waarde van het driejaarlijks gemiddelde van het bovengenoemde concentratieniveau over 2008, 2009 en 2010. De verwachting is – ervan uitgaande dat eventuele schaliegaswinning niet in de directe nabijheid van woonbebouwing plaats zal vinden – dat schaliegaswinning niet in betekenende mate bij zal dragen aan het al dan niet halen van deze blootstellingsnorm.

Daarnaast bestaan er emissienormen op basis van de National Emission Ceilings Directive (NECD) 2001/81/EC, met emissieplafonds (voor 2010 en daarna) voor stikstofoxiden (NO<sub>x</sub>), zwaveldioxide (SO<sub>2</sub>), vluchtige organische stoffen anders dan methaan (NMVOC) en ammoniak (NH<sub>3</sub>); zie Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Emissieplafonds volgens NECD voor Nederland

Component	Emissieplafond (kton)
NO <sub>x</sub>	260
SO <sub>2</sub>	50
NMVOC	185
NH <sub>3</sub>	128

### 2.4.3

#### Geluid

Aspect	Milieu-effect	Maatlat	Wettelijke eisen of richtlijnen
Geluid	geluidsbelasting	geluidsbelasting geluidsgevoelige objecten (o.a. woningen), 'gevoelige' gebieden	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wet algemene bepalingen omgevingsrecht</li> <li>• Mijnbouwwet / Besluit algemene regels milieu mijnbouw/ Regeling algemene regels milieu mijnbouw</li> <li>• Beoordeling geluidhinder wegverkeer in verband met vergunningverlening Wm (Stcrt. 1996, 44)</li> </ul>

Bij de beoordeling van geluidsbelasting dient een onderscheid gemaakt te worden tussen geluidsbelasting op geluidsgevoelige objecten, zoals woningen, en geluidsbelasting in gebieden waar extra bescherming gewenst is, zoals stiltegebieden.

<sup>2</sup> Benzeen, Toluëen, Ethyleen, Xyleen.

Overeenkomstig artikel 2.1, eerste lid, van de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (Wabo) geldt voor mijnbouwwerken een Wabo-vergunningplicht. Een uitzondering geldt voor mobiele installaties. Daarvoor zijn de eisen voor geluid in het Besluit algemene regels milieu mijnbouw (Barmm) opgenomen. Hierin gelden in het algemeen de in Tabel 2.6 vermelde maximale waarden ten behoeve van de beoordeling van geluidsbelastingen.

*Tabel 2.6 Grenswaarden geluidsbelasting volgens het Besluit algemene regels milieu mijnbouw (Barmm)*

	<b>7-19 uur</b>	<b>19-23 uur</b>	<b>23-7 uur</b>
$L_{Ar,LT}$ op een afstand van 300 meter van de mobiele installaties	60 dB(A)	55 dB(A)	50 dB(A)
$L_{Ar,LT}$ in geluidsgevoelige gebouwen op een afstand van 300 meter van de mobiele installaties	40 dB(A)	35 dB(A)	30 dB(A)
$L_{Amax}$ op een afstand van 300 meter van de mobiele installaties	70 dB(A)	65 dB(A)	60 dB(A)

### **Toelichting**

$L_{Ar,LT}$  is het langtijdgemiddelde (LT), A-gewogen beoordelingsniveau (Level). Dat is het per etmaalperiode (dag, avond, nacht) bepaalde gemiddelde equivalente (= energiegemiddelde) geluidniveau. De A-weging houdt in dat niet alle frequenties even zwaar meetellen, omdat het oor er niet even gevoelig voor is. De r geeft aan dat het om een beoordelingsniveau gaat.

$L_{Amax}$  is het maximale, A-gewogen beoordelingsniveau.

De in Tabel 2.6 opgenomen maximale geluidniveaus ( $L_{Amax}$ ) zijn onder meer *niet* van belang voor laden en lossen en transportbewegingen. Voor verkeersbewegingen buiten het terrein van de boorlocatie geldt via artikel 21 Besluit algemene regels milieu mijnbouw, en de verwijzing in het tweede lid, de beoordelingsmethode uit de circulaire Beoordeling geluidhinder wegverkeer in verband met vergunningverlening Wm, met een etmaalwaarde van 50 dB(A). Dit houdt in dat voor het toe- en afvoertransport buiten het hek, zolang dit nog akoestisch herkenbaar is, een grenswaarde geldt van 50 dB(A) etmaalwaarde.

In tegenstelling tot het Barmm geldt voor andere mijnbouwwerken de Wabo-vergunningverlening niet een in de wetgeving uitgewerkt kader. Bij de vergunningverlening dient maatwerk geleverd te worden. Daarbij moet een afweging gemaakt worden tussen de (noodzakelijke) geluidemissie van de inrichting en kwaliteit van omgeving. Daarbij worden ook de mogelijkheden van maatregelen die de geluidemissie en de geluidimmissie beperken afgewogen. Bij de beoordeling van de omgeving wordt veelal het al aanwezige omgevingsgeluid meegewogen. Dit leidt tot een gedifferentieerde beoordeling, zoals uit Tabel 2.7 blijkt. Het voert te ver om hier een hele beschrijving van het afwegingsproces te geven. Daarvoor wordt verwezen naar de Handreiking Industrielawaai en vergunningverlening (zie [www.infomil.nl](http://www.infomil.nl)), die in de praktijk meestal als uitgangspunt wordt genomen bij de vergunningverlening. Daarin is

ook nader aangegeven hoe om te gaan met geluidsbelastingen binnen woningen en piekgeluiden.

Voor extra te beschermen gebieden, zoals stiltegebieden, gelden geen centrale normen. Het beschermingsniveau is per gebied door de betreffende provincie bepaald. Veelal wordt een waarde aangehouden van 40 dB(A) etmaalwaarde.

Tabel 2.7 Richtwaarden voor de geluidsbelasting van woonomgevingen volgens de Handreiking Industrielawaai en vergunningverlening

	7-19 uur	19-23 uur	23-7 uur
Landelijke omgeving	40 dB(A)	35 dB(A)	30 dB(A)
Rustige woonwijk, weinig verkeer	45 dB(A)	40 dB(A)	35 dB(A)
Woonwijk in de stad	50 dB(A)	45 dB(A)	40 dB(A)
L <sub>Amax</sub> bij woningen (maximaal)	70 dB(A)	65 dB(A)	60 dB(A)

#### 2.4.4

##### Licht

Aspect	Milieu-effect	Maatlat	Wettelijke eisen of richtlijnen
Licht	lichtbelasting	horizonvervuiling	Wet Milieubeheer
		hemelhelderheid	Aanbeveling zonering hemelhelderheid

Voor activiteiten in de avond en nacht wordt gebruikgemaakt van kunstmatige verlichting. In de buitenruimte straalt deze verlichting in de meeste gevallen ook uit naar de omgeving waar deze verlichting onnodig of zelfs ongewenst is. Op plaatsen waar sprake is van onnodige of ongewenste verlichting spreken we van lichtvervuiling. Hierbij onderscheiden we horizonvervuiling en hemelhelderheid. Bij horizonvervuiling gaat het om de kunstmatig verlichte horizon. De hemelhelderheid is een maat voor hoe licht of donker het recht boven de waarnemer is. Hieronder wordt voor beide gevallen een beoordelingskader gegeven.

##### Horizonvervuiling

Bij het kunstmatig verlichten van een buitenterrein wordt in de meeste gevallen een verlichte horizon voor anderen gecreëerd. Dit kan hinder opleveren voor zowel mensen als dieren. Nagegaan moet worden voor wie mogelijk hinder optreedt. De hinder zal afhankelijk zijn van:

- de intensiteit van het licht;
- het tijdstip van verlichten;
- de kleur van het licht.

De intensiteit van het licht voor de omgeving dient zo veel mogelijk te worden beperkt. Daarbij spelen verschillende aspecten een rol:

- Het tijdstip: gaat het alleen om de avond of ook om de nacht?
- Is de intensiteit de gehele avond (en nacht) gelijk of kan het licht mogelijk gedimd worden? Merk op dat een knipperend licht meer hinder veroorzaakt dan een continue lichtbron.
- Voor de kleur kan tot slot opgemerkt worden dat in ieder geval blauw licht (ook als component in wit licht!) zo veel mogelijk vermeden dient te worden in de avond en nacht.

Bovenstaande zijn aanbevelingen; er zijn geen wettelijke eisen voor de horizonvervuiling.

### Hemelhelderheid

Kunstmatige verlichting in de buitenruimte straalt altijd (tenzij volledig afgeschermd) uit naar de omgeving waardoor de hemelhelderheid (hoe licht of donker is het recht boven je) in de omgeving toeneemt. Dit komt door verstrooiing van het licht in de atmosfeer. Bij bewolkt weer is dit effect vele malen groter. Tot een afstand van 25 km moet men rekening houden met dit effect.

In een industriegebied zullen de gevolgen echter een stuk minder groot zijn dan in een natuurgebied. Om te beoordelen waar de gevolgen aanvaardbaar zijn en waar aanvullende maatregelen genomen moeten worden, kan het gebied ingedeeld worden in zones, zie Tabel 3.8. Voor iedere zone geldt een verschillend te hanteren grenswaarde, zoals beschreven in CIE 150:2003.

Tabel 2.8 Omschrijving zones in verband met hemelhelderheid. Bron: NSVV (Nederlandse Stichting voor Verlichtingskunde)

Zone	Omschrijving
E1	Gebieden met een zeer lage omgevingshelderheid In het algemeen natuurgebieden en landelijke gebieden ver van woonkernen
E2	Gebieden met een lage omgevingshelderheid In het algemeen buitenstedelijke en landelijke woongebieden
E3	Gebieden met een gemiddelde omgevingshelderheid In het algemeen stedelijke woongebieden
E4	Gebieden met een hoge omgevingshelderheid In het algemeen stedelijke gebieden met nachtelijke activiteiten, zoals uitgaanscentra en industriegebieden

Vervolgens kan met het IPOLicht rekenmodel<sup>3</sup> de hemelhelderheid in de omgeving op basis van lichtemissiebronnen, berekend worden.

### Aanbevelingen

Tot slot volgen nog een aantal algemene aanbevelingen met betrekking tot het beperken van lichtvervuiling:

- Verlicht alleen daar waar het nodig is. Dit betekent nadenken over waar verlichting nodig is, maar dus ook waar het niet nodig is. Hierbij gaat het ook over het gebruik van de juiste armaturen: verlicht bijvoorbeeld wel de straat, maar niet de gevels.
- Verlicht alleen wanneer het nodig is. Kan de verlichting ook na een bepaald tijdstip uit of gedimd?
- Verlicht met de juiste hoeveelheid licht (en dus niet méér).
- Verlicht met de juiste kleur licht. Het is bijvoorbeeld verstandig om blauw licht 's nachts te mijden, omdat dat de slaap negatief beïnvloedt.

<sup>3</sup> Het IPOLicht rekenmodel berekent de hemelhelderheid en horizonvervuiling op basis van lichtemissiebronnen.  
[http://www.rivm.nl/Documenten\\_en\\_publicaties/Wetenschappelijk/Modellen/Milieu\\_Leefomgeving/IPOLicht](http://www.rivm.nl/Documenten_en_publicaties/Wetenschappelijk/Modellen/Milieu_Leefomgeving/IPOLicht).

## 2.5 Klimaat

Aspect	Milieu-effect	Maatlat	Wettelijke eisen of richtlijnen
Klimaat	Emissie broeikasgassen	Bijdrage aan klimaatverandering (in CO <sub>2</sub> -equivalenten)	Geen overschrijding emissieplafonds zoals vastgelegd in het Kyoto Protocol en de Europese afspraken op klimaatgebied

Nederland voldeed in 2012 aan het Kyoto Protocol onder het VN-Klimaatverdrag (zie bijvoorbeeld <http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/indicatoren/nl0165-Broeikasgasemissies-in-Nederland.html?i=5-20>). Voor Nederland gelden de volgende twee doelstellingen om de emissies van broeikasgassen<sup>4</sup> te verminderen:

- In 2020 20% reductie ten opzicht van 1990, voor heel Europa; uitgewerkt in het EU Climate and Energy Package.
- In 2030 ten minste 40% reductie ten opzicht van 1990 voor heel Europa; dit is nog niet formeel bekrachtigd met EU-wetgeving.

Daarnaast richt Europa zich voor de langere termijn (2050) op een emissiereductie van 85 tot 90%.

Om de genoemde CO<sub>2</sub>-reducties te realiseren is onder andere het Europese systeem van CO<sub>2</sub>-emissiehandel (ETS) opgericht. Daarnaast zijn er onderhandelingen gaande om voor sectoren die niet onder het ETS vallen emissiedoelen af te spreken om de vastgestelde doelen te kunnen halen [12]. Het gaat daarbij onder andere om verbetering van de energie-efficiency en een toename van de inzet van energie uit duurzame bronnen. Voor Nederland komt dat neer op de volgende doelstellingen voor 2020:

- ETS-sectoren (bijv. energie-opwekking): 21% reductie van broeikasgasemissies ten opzichte van 2005; dit geldt in heel Europa;
- Niet ETS-sectoren (bijv. verkeer): 16% reductie ten opzichte van 2005; dit geldt specifiek voor Nederland.

Mede als gevolg hiervan zet Nederland in op een transitie naar duurzame energie. Volgens het Energieakkoord voor Duurzame Groei dient in 2020 14% van het eindverbruik van energie met hernieuwbare bronnen (zoals wind en zon) te zijn opgewekt en in 2023 16%<sup>5</sup> [10]. Dit leidt niet noodzakelijkerwijs tot minder CO<sub>2</sub>-emissies; door de ETS ontstaat er met de huidige CO<sub>2</sub>-prijzen en emissierechten extra 'ruimte' om broeikasgassen uit te stoten.

Wat betreft energiebesparing geldt de Effort Sharing Decision (ESD); dat betreft de emissies die niet zijn gelinkt aan het ETS.

<sup>4</sup> Broeikasgassen zijn met name CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub> en fluorkoolwaterstoffen.

<sup>5</sup> In Europees verband heeft Nederland afgesproken om in 2020 14% van het eindverbruik van energie uit hernieuwbare bronnen te laten komen. In het Energieakkoord voor Duurzame groei is afgesproken dat dit 16% wordt in 2023.

Deze beleidsmaatregelen zijn doorgerekend in de Nationale Energieverkenning 2014 [11]. Hieruit zijn de volgende emissiewaarden af te leiden die relevant zijn voor schaliegas (Tabel 2.9).

Tabel 2.9 Emissies broeikasgassen bij vastgesteld en voorgenomen beleid<sup>1</sup> (in Mton CO<sub>2</sub>-equivalent)

	2015	2020	2023	2030
Totaal (alle broeikasgassen)	190,1	176,4	173,2	158,0
<i>Per gas</i>				
Kooldioxide	163,4	151,4	148,9	135,4
Methaan	14,8	13,6	13,1	12,2
Overige broeikasgassen	11,9	11,4	11,2	10,4
<i>Per sector</i>				
Industrie en energie (alleen CO <sub>2</sub> )	93,6	86,4	85,2	74,8
Verkeer en vervoer (alleen CO <sub>2</sub> )	35,3	33,9	33,7	33,3
Gebouwde omgeving (alleen CO <sub>2</sub> )	27,5	24,9	24,1	21,6
Overige sectoren (alle broeikasgassen)	33,7	31,2	30,2	28,3

<sup>1</sup> Vastgesteld beleid: een brede waaier aan maatregelen, waarvan de belangrijkste zijn de Energie Investerings Aftrek-regeling, de ETS en Green Deals, aangevuld met sectorspecifieke maatregelen. Voorgenomen beleid: extra maatregelen boven vastgesteld beleid, zoals de energieprestatienormen uit het Lenteakkoord 2013.

Bij schaliegaswinning nemen de broeikasgasemissies toe. Het gaat om CO<sub>2</sub>-emissies van vrachtverkeer bij aan- en afvoer van materialen, water en chemicaliën en bij generatoren voor het boren en fracken en verwerken van afvalstoffen. Bij het terugstromen van de frackvloeistof kan methaan vrijkomen; ook kan bij de winning methaan weglekken. Daarbij moet bedacht worden dat methaan een sterk broeikasgas is (circa 25 maal grotere broeikaspotentie dan CO<sub>2</sub>). De levensduur van methaan in de atmosfeer is met circa tien jaar echter kort vergeleken met de gemiddelde atmosferische verblijftijd van CO<sub>2</sub> (orde 100 jaar). Hierdoor is van het methaan dat nu wordt uitgestoten meer op korte termijn (komende decennia) een klimaateffect te verwachten dan op lange termijn (2100).

Een stijging van de broeikasgasemissies ten gevolge van schaliegaswinning zal, om binnen de geplande doelen te blijven, moeten leiden tot (verdergaande) emissiereducties elders. Dit kan gevonden worden in verdergaande besparingsmaatregelen. De ontwikkeling van CO<sub>2</sub>-vrije of -arme vrachtwagens en generatoren in het winnings- en frackproces zou daarbij gestimuleerd moeten worden.

Bij verbranding van schaliegas in elektriciteitscentrales, huishoudens en bedrijven ontstaat ook CO<sub>2</sub>, net als bij conventioneel gas. Omdat de calorische waarde van schaliegas waarschijnlijk iets hoger is, zal dit leiden tot iets hogere CO<sub>2</sub>-emissies. Belangrijker is echter of schaliegas ertoe leidt dat meer vervuilende fossiele brandstoffen (steenkool, olie) worden teruggedrongen. Indien schaliegaswinning leidt tot vertraging van de inzet van duurzame bronnen, zal het milieu-effect negatief zijn.



De beoordeling van de klimaateffecten van schaliegaswinning is dus tweeledig:

- De bijdrage van het winnings- en frackproces aan de emissies van broeikasgassen en de maatregelen om deze te verminderen;
- De rol van schaliegas in de energiemix. Als schaliegas steenkool en olie verdringt is het effect mogelijk positief, maar als duurzame energie wordt verdrongen is het effect negatief.

De uiteindelijke balans wordt mede bepaald door het nationale energiebeleid, dat in 2015 wordt neergelegd in het Energierapport van de minister van Economische Zaken.

## 2.6 Stoffen

Bij het boor- en frackproces worden allerlei stoffen toegepast die na gebruik op een of andere manier weer in het milieu terecht komen. Daarnaast komen bij het fracken stoffen uit de diepe ondergrond vrij die met het flow back water en het productiewater meekomen. Zulke stoffen kunnen onbedoeld in het grondwater en de bodem terecht komen; ook kunnen deze stoffen, na behandeling op locatie of in een rioolwaterzuivering, via het effluent het oppervlaktewater bereiken. Voor het veilig omgaan met stoffen dienen de bedrijven die aan schaliegaswinning doen, zich te houden aan de REACH Verordening 1907/2006/EG). Bedrijven dienen middels een registratie aan te tonen dat de gevaarlijke stoffen die zij gebruiken, veilig zijn voor mens en milieu. Dit behoren zij te doen als ze zelf producent of importeur zijn van die stoffen of, als zij gebruiker zijn, dit in samenspraak met de producent of importeur te doen. Het Europees Chemicaliën Agentschap (ECHA) werkt momenteel aan een module om de emissies van stoffen bij schaliegaswinning in te schatten. Bedrijven dienen voor die stoffen verder zelf milieukwaliteitsnormen (PNEC's = Predicted No Effect Concentrations) en gezondheidsnormen (DNEL's = Derived No Effect Levels) af te leiden. De REACH Helpdesk verschaft meer informatie, zie [www.REACHhelpdesk.nl](http://www.REACHhelpdesk.nl). In Bijlage 1 is aangegeven welke stoffen thans aan de REACH Verordening voldoen. Voor zover biociden worden toegepast geldt dat deze een toelating moeten hebben voor deze toepassing conform de Wet Gewasbeschermingsmiddelen en biociden. Er is niet nagegaan of de genoemde biociden een toelating hebben voor schaliegaswinning; dat is een handhavingkwestie. Deze vraag lag buiten de scope van het onderzoek.

Voor drinkwater en oppervlaktewater bestaan wettelijk vastgelegde normen, die dus ook gelden voor afvalstoffen van schaliegaswinning. Voorts bestaan er ecologische streefwaarden voor bodem, grond- en oppervlaktewater die afgeleid kunnen worden van de ecotoxicologische eigenschappen van de stof. Deze streefwaarden zijn gericht op de ecologische bescherming van het betreffende milieucompartiment. Het maximaal toelaatbaar risiconiveau (MTR) is de concentratie van een stof in water, sediment, bodem of lucht waar beneden geen negatief effect is te verwachten. De Kaderrichtlijn Water introduceert voor oppervlaktewater de termen jaargemiddelde milieukwaliteitsnorm (JG-MKN) voor langdurige blootstelling en maximaal aanvaardbare concentratie (MAC-MKN) voor kortdurende blootstelling.

Het MTR en MKN hebben in principe betrekking op de jaargemiddelde concentratie. Als dit niet het geval is, staat dit bij de betreffende norm vermeld.

De streefwaarde geeft het niveau aan waarbij we spreken van duurzame milieukwaliteit op lange termijn. Deze norm houdt rekening met gelijktijdige blootstelling aan meerdere stoffen. De streefwaarde ligt meestal op een honderdste van het MTR. Uitzonderingen zijn bijvoorbeeld stoffen die van nature voorkomen in gehalten die hoger zijn dan het MTR/100.

In Bijlage 2 wordt een overzicht gegeven van de normen voor stoffen die bij schaliegaswinning kunnen vrijkomen. Het gaat om de volgende normenstelsels.

- Bodem: De interventiewaarde en het indicatief niveau voor ernstig verontreinigde grond volgens de Circulaire Bodemsanering 2013 gelden niet voor nieuwe activiteiten, dus ook niet voor schaliegaswinning. Om toch enig houvast te geven zijn deze waarden wel vermeld.
- Grondwater: De interventiewaarde en de streefwaarde volgens de Circulaire Bodemsanering 2013 gelden niet voor nieuwe activiteiten, dus ook niet voor schaliegaswinning. Om toch enig houvast te geven zijn deze waarden wel vermeld.
- Voor metalen wordt er onderscheid gemaakt tussen diep en ondiep grondwater. Reden hiervoor is het verschil in achtergrondconcentraties tussen diep en ondiep grondwater. Als grens tussen diep en ondiep grondwater wordt een arbitraire grens van 10 m gebruikt. Hierbij dient te worden opgemerkt dat deze grens indicatief is.
- Drinkwater: De grenswaarde volgens het Drinkwaterbesluit (2011). Deze waarden zijn gebaseerd op de EU-richtlijn (EU-Drinking water Directive 98/93/EC). Voor stoffen waar die ontbreken zijn de waarden volgens de WHO-guidelines (2011) vermeld.
- Oppervlaktewater: De milieukwaliteitsnormen volgens het Besluit Kwaliteitseisen en Monitoring Water (2009) (MTR) en de Regeling Monitoring Kaderrichtlijn Water (JG-MKN).

Voor de stoffen die vrij kunnen komen zijn gegevens gebruikt uit verschillende bronnen. Deze zijn samengevat in de volgende documenten:

- Quick scan risico's verschillende boor- en winningstechnieken (KWR, 2012).
- REACH als kader voor het beoordelen van drinkwaterrisico's (KWR, 2012).
- Hazard assessment of substances used during hydraulic fracturing and shale gas production, Notitie t.b.v. OECD, A. Verschoor (RIVM, 2014).
- Lijst van chemicaliën bij proefboringen in Polen, P. van Beelen (RIVM, 2014).
- Frac Focus, chemicals used most often, 2014.

Voor een groot aantal stoffen die in de schaliegaswinning worden gebruikt of vrijkomen bestaan geen normen voor bodem, grondwater, oppervlaktewater en drinkwater. Tabel 2.10 geeft een overzicht van de

aantallen geïnventariseerde stoffen en bijbehorende normen voor bodem, grondwater, oppervlaktewater en drinkwater.

Tabel 2.10 Aantallen geïnventariseerde stoffen en bijbehorende normen

	<b>Normenstelsel</b>	<b>Aantal</b>
<i>Geïnventariseerde stoffen</i>		<i>161</i>
Bodemkwaliteit	Interventiewaarde Circulaire Bodemsanering <sup>1)</sup>	15
	Indicatie-niveau Circulaire Bodemsanering <sup>1)</sup>	8
Grondwater	Interventiewaarde Circulaire Bodemsanering <sup>1)</sup>	21
	Streefwaarde Circulaire Bodemsanering <sup>1)</sup>	30
Oppervlaktewater	Milieukwaliteitsnorm BMKW 2009	9
	Richtwaarde Regeling Monitoring KRW	21
Drinkwater	Grenswaarde EU-richtlijn	22
	WHO guidelines	27
	Grenswaarde Drinkwaterbesluit	24

<sup>1)</sup> Geen wettelijke norm voor nieuwe activiteiten.

Om toch enig houvast te hebben bij de beoordeling zijn de stoffen gerangschikt naar gevarenklasse. Bijlage 3 geeft daarvan een overzicht. Opvallend is dat veel stoffen gerekend kunnen worden tot de carcinogene, mutagene en reproductie-toxische stoffen (de zogenaamde CMR-stoffen).

## 2.7 Overzicht van beoordelingsgrondslagen

Voor een aantal milieu-effecten en daarbij behorende maatlatten kunnen kwantitatieve criteria worden opgesteld, ontleend aan wettelijke eisen (bijvoorbeeld voor grondwaterkwaliteit) of anderszins (bijvoorbeeld voor trillingen). Voor een aantal milieu-effecten is dat niet het geval (bijvoorbeeld voor aardbevingen).

In Tabel 2.11 is de status van de beoordelingsgrondslagen samengevat. Het planMER schaliegas biedt inzicht in de kans dat een bepaald milieu-effect optreedt. Tezamen met het onderhavige rapport geeft dit een beeld van de mogelijke effecten van schaliegaswinning voor het milieu en de leefomgeving.

Tabel 2.11 Status beoordelingsgrondslagen

<b>Thema</b>	<b>Aspect</b>	<b>Milieu-effect</b>	<b>Maatlat</b>	<b>Status</b>
Diepe ondergrond en stabiliteit	Diepe ondergrond	Migratie van gas of vloeistoffen	Maximaal aantal meters indringing	Geen kwantitatieve eis; op basis literatuur 500 m met 1% kans
		Interferentie met andere ondergrondse functies	pm	Geen heldere eis
	Stabiliteit en trillingen	Aardbevingen	Kans op aardbeving van bepaalde sterkte	Geen kwantitatieve eis
		Trillingen aan het maaiveld	Kans op trillingen van bepaalde sterkte	SBR-richtlijnen
		Liquefactie	Kans op liquefactie van bepaalde omvang	Geen kwantitatieve eis
		Bodemdaling en zetting	Kans op bodemdaling van bepaalde omvang	Geen kwantitatieve eis
Bodem en water	Bodem	Bodemkwaliteit	Concentraties per stof	Besluit Bodemkwaliteit
	Grondwater	Bodemopbouw	Mate van verstoring bodemlagen	Geen heldere eis
	Oppervlaktewater	Grondwaterkwaliteit	Concentraties per stof	Drinkwaterbesluit 2011; EU-Drinking water Directive 1998; WHO drinking water guidelines 2011
			Grondwaterkwantiteit	Hoeveelheid onttrokken grondwater
		Oppervlaktewaterkwaliteit	Concentraties per stof	Besluit Kwaliteitseisen Monitoring Water 2009; Kaderrichtlijn Water
		Oppervlaktewaterkwantiteit	Hoeveelheid onttrokken oppervlaktewater	Geen kwantitatieve eis; waterschappen of Rijkswaterstaat geven vergunning

<b>Thema</b>	<b>Aspect</b>	<b>Milieu-effect</b>	<b>Maatlat</b>	<b>Status</b>
Woon- en leefmilieu	Externe veiligheid	Brand en explosies (waaronder blow out)	Groepsrisico, plaatsgebonden risico	Besluit externe veiligheid inrichtingen, transport en buisleidingen
	Lucht-kwaliteit	Luchtkwaliteit	Concentraties per stof	EU-Luchtkwaliteitsrichtlijn 2008
		Totale stikstofdepositie t.g.v. NO <sub>x</sub> - en NH <sub>3</sub> -emissie	Totale stikstofdepositie binnen x km	EU-National Emission Ceilings Directive 2001; Gotenburgprotocol onder Verdrag Grootschalige Luchtverontreiniging
	Geluid	Geluidsbelasting	Geluidsbelasting geluidsgevoelige objecten, o.a. woningen, 'gevoelige' gebieden	Activiteitenbesluit Wet Milieubeheer; Besluit algemene regels milieu mijnbouw
Woon- en leefmilieu	Licht	Lichtbelasting	Horizonvervuiling	Geen kwantitatieve eis
			Hemelhelderheid tot op 25 km afstand in verschillende typen gebieden	Zonering NSVV
Klimaat	Klimaatverandering	Emissie broeikasgassen	Bijdrage aan klimaatverandering (in CO <sub>2</sub> -equivalenten)	Emissieplafonds Kyoto Protocol en aanvullende Europees emissiebeleid
Stoffen	Afvalstoffen	Afvalstoffenstroom	Samenstelling milieugevaarlijke afvalstoffen	Zie bovengenoemde normen voor lucht, bodem, grondwater en oppervlaktewater



### 3 Literatuur

1. Ministerie van Economische Zaken (2014) Notitie reikwijdte en detailniveau planMER.
2. Davies, R.J., Mathias, S.A., Moss, J., Hustoft, S., Newport, L. (2012) Hydraulic fractures: How far can they go? *Marine and Petroleum Geology* 37, 1–6. doi:10.1016/j.marpetgeo.2012.04.001
3. Lacazette, A., Geiser, P., 2013. Comment on Davies et al. (2012) Hydraulic fractures: How far can they go? *Marine and Petroleum Geology* 43, 516–518. doi:10.1016/j.marpetgeo.2012.12.008
4. Davies, R.J., Foulger, G.R., Mathias, S., Moss, J., Hustoft, S., Newport, L., 2013. Reply: Davies et al. (2012) Hydraulic fractures: How far can they go? *Marine and Petroleum Geology* 43, 519–521. doi:10.1016/j.marpetgeo.2013.02.001
5. Davies, R., Foulger, G., Bindley, A., Styles, P. (2013) Induced seismicity and hydraulic fracturing for the recovery of hydrocarbons. *Marine and Petroleum Geology* 45, 171–185. doi:10.1016/j.marpetgeo.2013.03.016
6. Jackson, R.B., Vengosh, A., Carey, J.W., Davies, R.J., Darrah, T.H., O'Sullivan, F., Pétron, G. (2014) The Environmental Costs and Benefits of Fracking. *Annu. Rev. Environ. Resourc.* 39. doi:10.1146/annurev-environ-031113-144051
7. Pater, de, C.J., Baisch, S. (2011) Geomechanical Study of Bowland Shale Seismicity. StrateGen Delft BV & Q-con GmbH.
8. Meten en beoordelen van trillingen: Serie A t/m C (2002) Stichting Bouwresearch.
9. Jackson, R.B. et al. (2013) Increased stray gas abundance in a subset of drinking water wells near Marcellus shale gas extraction, *PNAS* vol. 110 no. 28.
10. SER (2013) Energieakkoord voor duurzame groei. Den Haag, Sociaal-Economische Raad.
11. M. Hekkenberg, M. Verdonk (2013) Nationale Energieverkenning 2014, ECN-O-14-052.
12. B. Daniëls et al. (2014) EU-doelen klimaat en energie 2030: Impact op Nederland, ECN-E--14-033, PBL-publicatienummer 1394.
13. D.G. Cirkel, I. Leunk (2012) Quicksan risico's verschillende boor- en winningstechnieken, KWR 2012.004, KWR.
14. G. Cirkel en K. van Leeuwen (2012) REACH als kader voor het beoordelen van drinkwaterrisico's bij hydraulische fracturing, BTO 2012.235 (s), KWR.





## Bijlage 1 Gevaareigenschappen en regulering van stoffen binnen REACH

Toelichting bij de tabel

**CLP Annex VI:** Het voorkomen van een component op Annex VI van de CLP Verordening (1272/2008/EG), betekent dat de component een gevaarlijke stof is en een geharmoniseerde gevaarindeling en etikettering kent.

**REACH Kandidatenlijst:** Het voorkomen van een component op de Kandidatenlijst van de REACH Verordening (1907/2006/EG) betekent dat de component een Zeer Gevaarlijke Zorgstof (Engels: Substance of Very High Concern) is, waarvoor geldt dat die ofwel Carcinogeen, ofwel Mutageen, ofwel Reproductietoxisch, ofwel PBT (Persistent, Bioaccumulerend én Toxisch), ofwel zPzB (zeer Persistent én zeer Bioaccumulerend), ofwel van vergelijkbare zorg is.

**REACH Annex XIV:** Het voorkomen van een component op Annex XIV van de REACH Verordening (1907/2006/EG) betekent dat de component niet meer op de Europese markt mag worden gebracht, tenzij er een autorisatie voor is afgegeven.

**REACH Annex XVII:** Het voorkomen van een component op Annex XVII van de REACH Verordening (1907/2006/EG) betekent dat de component beperkende bepalingen kent, die kunnen variëren van gebruik met verplichte risicoreducerende maatregelen tot een volledig verbod.

Component	Type component	CAS nr.	CLP Annex VI	REACH Kandidatenlijst	REACH Annex XIV	REACH Annex XVII
Acetaldehyde	corrosievertrager	75-07-0	x			
Acetic acid	voorkomt neerslag metaaloxides, pH-correctie	64-19-7	x			
Acetone		67-64-1	x			
Acetic anhydride		108-24-7	x			
Acetophenone		98-86-2	x			
Acrylamide		79-06-1	x	x		x
Alcohol C11 ethoxylated		34398-01-1				
Alkenes, C>8	vloeibaar frack concentraat	68411-00-7/270-095-3				
Alkyl quaternary ammonium bentonite		71011-24-0				
Aluminium		7429-90-5				
Ammonia		7664-41-7	x			
Ammonium- persulphate	breker	7727-54-0	x			
Antimony		7440-36-0				
Arsenic		7440-38-2	x			
Barium		7440-39-3				
Benzene		71-43-2	x		x	
Bicarbonates		?				
Bis (2-ethylhexyl)-phtalate (DEHP)		117-81-7	x	x	x	x
Boric acid	crosslinker (viscositeits-handhaving bij hoge temperatuur)	10043-35-3	x	x		
Boron		7440-42-8				
Boron sodium oxide penta-hydrate		12179-04-3	x	x		
Bromide		24959-67-9				
Bromoform		75-25-2	x			
2-butoxy ethanol	productstabilisator	111-76-2	x			
Butyldiglycol		112-34-5	x		x	
Cadmium		7440-43-9	x	x	x	
Calcium		7440-70-2	x			
Calcium chloride	productstabilisator	10043-52-4	x			
Chloride		?				
Chlorodibromomethane		124-48-1				
Chloromethyl- benzene		100-44-7	x			
Chlorine dioxide		10049-04-4	x			
Choline chloride	kleistabilisator	67-48-1				
Chromium		7440-47-3				
Cinnamaldehyde		104-55-2				
Citric acid	voorkomt neerslag metaaloxides	77-92-9				
Cobalt		7440-48-4	x			
Cobaltacetate		71-48-7	x	x		

Component	Type component	CAS nr.	CLP Annex VI	REACH Kandidatenlijst	REACH Annex XIV	REACH Annex XVII
Colemanite		1318-33-8				
Copper		7440-50-8				
Corundum		1302-74-5				
Cristobalite		14464-46-1				
Cupric chloride		7447-39-4				
Cyanide		57-12-5				
Dibromo acetonitril		3252-43-5				
Dichlorobromomethane		75-27-4				
Dicoco dimethyl quaternary ammoniumchloride		61789-77-3				
Diethylene glycol		111-46-6	x			
Di sodium tetraborate decahydrate		1303-96-4	x	x		
Ethanol	productstabilisator	64-17-5	x			
2-ethoxy ethanol		110-80-5	x	x		
Ethylene diamine tetra acetic acid (EDTA)	complexvormer	60-00-4	x			
Ethyleneglycol	productstabilisator	107-21-1	x			
Ethylene oxide		75-21-8	x			
Epichloro hydrin		106-89-8	x			
1,2-ethane diylbis(oxy) bis-methanol		3586-55-8				
Ethoxylated alcohol	verlaagt oppervlakte-spanning (surfactant)	78330-21-9				
Ethoxylated octylphenol		9036-19-5				
Ethylbenzene		100-41-4	x			
Fenantreen		85-01-8				
Fluoride		16984-48-8				
Formaldehyde		50-00-0				
Formamide		75-12-7	x	x		
Formic acid	corrosievertrager	64-18-6	x			
5-chloro-2-methyl-3(2H)-isothiazolone		55965-84-9	x			
Glutaraldehyde	biocide	111-30-8	x			
Guar gum	gel (viscositeitsverhoging)	9000-30-0/232-536-8				
Hydrochloric acid	helpt oplossen van mineralen en initieert scheuren in de schalie	7647-01-0	x			
Hydroxypropyl cellulose		9004-64-2				

Component	Type component	CAS nr.	CLP Annex VI	REACH Kandidaten lijst	REACH Annex XIV	REACH Annex XVII
Hydroxy-methyl phosphonium sulfate	biocide	55566-30-8				
Hydrotreated light petroleum distillate	crosslinker (viscositeits-handhaving bij hoge temperatuur), vermindert wrijving	64742-47-8	x			
Iron	metallische verbinding	7439-89-6				
Isopropanol	productstabilisator	67-63-0	x			
Laurylsulfate	voorkomt emulsievorming, verlaagt oppervlaktespanning (surfactant)	151-21-3				
Light catalytic cracked petroleum distillates		64741-59-9	x			
Lithium		?				
Lead		7439-92-1			x	
Magnesium		7439-95-4	x			
Magnesium nitrate		10377-60-3				
Magnesium oxide	breker	1309-48-4				
Magnesium peroxide	breker	14452-57-4				
Magnesium silicate hydrate (talc)		14807-96-6				
Manganese		7439-96-5				
Methanol	corrosievertrager	67-56-1	x			
Methylbromide		74-83-9	x			
Methylchloride		74-87-3	x			
Methoxy acetic acid		625-45-6	x	x		
2-methoxy ethanol		109-86-4	x	x		
Molybdenum		7439-98-7				
Mullite		1302-93-8				
Naphtalene	verlaagt oppervlaktespanning (surfactant)	91-20-3	x			
Nickel		7440-02-0	x		x	
Nickelsulphate		7786-81-4	x			
N,N-dimethyl formamide	corrosievertrager	68-12-2	x	x		
N-naphtha nicotinamide		770680-45-0				
N-methyl-2-pyrrolidon		872-50-4	x	x		
Nitrioltriacetic acid (NTA)	complexvormer	139-13-9				

Component	Type component	CAS nr.	CLP Annex VI	REACH Kandidaten lijst	REACH Annex XIV	REACH Annex XVII
4-Nitro-quinoline-1-oxide		56-57-5				
Nonylphenols		25154-52-3	x		x	
4-para nonylphenol		104-40-5				
Octadecanoic acid		1592-23-0				
Oxyalkylated alcohol based polymer		34398-01-1				
Petroleum distillate	crosslinker (viscositeits-handhaving bij hoge temperatuur), verlaagt wrijving	64741-85-1				
Phenolic resin		9003-35-4				
Poly-acrylamide	verlaagt wrijving	9003-05-8				
Potassium		7440-09-7	x			
Potassium- carbonate	pH-correctie	584-08-7				
Potassium chloride	kleistabilisator	7447-40-7				
Potassium hydroxid	pH-correctie	1310-58-3	x			
Potassium iodide		7681-11-0				
Potassium- metaboraat	crosslinker (viscositeits-handhaving bij hoge temperatuur)	13709-94-9				
Potassium dichromate		77785-50-9	x	x	x	
Polyethylene glycolmonohexyl ether		31726-34-8				
1-Propana-minium, 3-amino-N-(carboxymethyl)- N,N-dimethyl-, N-coco acyl derivs., chlorides, sodium salts	verlaagt oppervlakte-spanning (surfactant)	61789-39-7				
Prop-2-yn-1-ol		107-19-7	x			
Propylene oxide		75-56-9	x	x		
Propylene carbonate		108-32-7	x			
Propylene glycol		57-55-6				
Quarternary ammoniumchloride	biocide	12125-02-9	x			
Quinoline		91-22-5	x			
Selenium		7782-49-2	x			
Silver		7440-22-4				
Silica crystalline (quartz)		14808-60-7				
Silica crystalline cristobalite		66402-68-4				
Silica non crystalline		7631-86-9				
Sodium		7440-23-5	x			

Component	Type component	CAS nr.	CLP Annex VI	REACH Kandidaten lijst	REACH Annex XIV	REACH Annex XVII
Sodium bisulfite		7631-90-5	x			
Sodium carbonate	pH-correctie	497-19-8	x			
Sodium chloride	product-stabilisator	7647-14-5				
Sodium chlorate		7758-19-2				
Sodium bromate	breker	7789-38-0				
Sodium erythorbate	voorkomt neerslag metaaloxides	6381-77-7				
Sodium glycolate		2836-32-0				
Sodium gluconate		527-07-1				
Sodium hydroxide	pH-correctie	1310-73-2	x			
Sodium hypochlorite		7681-52-9	x			
Sodiumpoly-carboxylate	voorkomt scaling	?				
Sodium tetraborate	crosslinker (viscositeits-handhaving bij hoge temperatuur)	1303-96-4		x		
Strontium		7440-24-6				
Sulphate		14808-79-8				
Sulfide-S		?				
Sulphite		14265-45-3				
Terpenes		68647-72-3				
Tetrachlooretheen (PER)		127-18-4	x			
Tetrachloro ethene+ Trichloro ethene						
Tetramethyl ammoniumchloride	kleistabilisator	75-57-0				
Thallium		7440-28-0	x			
Thioglycolic acid	voorkomt neerslag metaaloxides	68-11-1	x			
Titanium		7440-32-6				
Toluene		108-88-3	x		x	
Triethanol-amine zirconate	cross linker (viscositeits-handhaving bij hoge temperatuur)	101033-44-7				
1,2,4 Trimethyl-benzene		95-63-6	x			
Trisodium Nitrilotri-acetate		5064-31-3	x			
Ulexite		1319-33-1				
Uranium		7440-61-1	x			
Urea		57-13-6				
Vanadium		7440-62-2				

<b>Component</b>	<b>Type component</b>	<b>CAS nr.</b>	<b>CLP Annex VI</b>	<b>REACH Kandidaten lijst</b>	<b>REACH Annex XIV</b>	<b>REACH Annex XVII</b>
Vinylidene chloride/ methylacrylate copolymer		25038-72-6				
Xylenes		1330-20-7	x			
Zinc	bestanddeel schalie	7440-66-6	x			
Zirconium complex	crosslinker (viscositeits- handhaving bij hoge temperatuur)	113184-20-6				

## Bijlage 2 Normen voor stoffen die kunnen vrijkomen bij schaliegaswinning

In onderstaande tabellen zijn grens- streefwaarden vermeld voor stoffen die kunnen vrijkomen bij schaliegaswinning. In de eerste kolom zijn de gegevensbronnen voor de verschillende stoffen met een cijfer aangegeven; het gaat om de volgende bronnen:

- 1 Quick scan risico's verschillende boor- en winningstechnieken (KWR, 2012)
- 2 REACH als kader voor het beoordelen van drinkwaterrisico's (KWR, 2012) (alleen andere stoffen dan 1)
- 3 Hazard assessment of substances used during hydraulic fracturing and shale gas production, Notitie OECD, A. Verschoor (RIVM, 2014)
- 4 Lijst van chemicaliën die in Polen zijn gebruikt, P. van Beelen (RIVM, 2014)
- 5 Frac Focus, chemicals used most often, 2014

De stoffen staan op alfabetische volgorde in het Engels.

Grens- en streefwaarden:

Bodem interventiewaarde: Interventiewaarde volgens de Circulaire Bodemsanering, 2013 (geldt niet voor nieuwe activiteiten)

Bodem indicatieniveau: Indicatieniveau voor ernstig verontreinigde grond (geldt niet voor nieuwe activiteiten)

Grondwater streefwaarde: ondiep geldt alleen voor metalen; diep geldt zowel voor metalen als andere stoffen (geldt niet voor nieuwe activiteiten)

Grondwater interventiewaarde: Interventiewaarde volgens de Circulaire Bodemsanering, 2013 (geldt niet voor nieuwe activiteiten)

Oppervlaktewater richtwaarde BKMW: MTR volgens Besluit Kwaliteitseisen Monitoring Water, 2009

Oppervlaktewater richtwaarde KWR: Jaargemiddelde MKN voor landoppervlaktewateren volgens Regeling Monitoring Kaderrichtlijn Water

Drinkwater grenswaarde EU: EU-Drinking water Directive (98/93/EC)

Drinkwater streefwaarde WHO: WHO drinking water guidelines, 4th edition, 2011

Drinkwater grenswaarde DW: Drinkwaterbesluit, 2011

Bij de grens- streefwaarden kan nog het volgende worden toegelicht.

Noten EU Drinking water Directive

(1) Waarde van de residu-monomeerconcentratie wordt berekend uit de maximale afgifte van het betreffende polymeer in contact met water (2) (2) Waarde geldt voor een representatieve gemiddelde wekelijkse meting aan de tap



Noten WHO-guidelines (in het Engels om misinterpretatie te vermijden )

(K) For carcinogens there is a target value, which corresponds to an excess cancer risk of  $10^{-5}$  for a lifetime (70 years) exposure

(P) Provisional guideline because there is evidence of danger, but available information on health effects is limited

(T) Provisional guideline because the calculated target is lower than the levels that can be achieved with practical purification

(A) Provisional guideline because the calculated target is below the detection limit

(D) Provisional guideline because as a result of disinfection, the target is likely to be exceeded

(C) Concentrations below the target value can affect taste and smell and lead to complaints

bron	component	type component	CAS nr.	Bodem		Grondwater			Oppervlaktewater		Drinkwater		
				inter-ventie-waarde (mg/kg droge stof)	indicatie niveau (mg/kg droge stof)	streef-waarde ondiep (µg/l)	streef-waarde diep (µg/l)	inter-ventie-waarde (µg/l)	MTR BKMW (µg/l)	MTR (JG-MKN) (µg/l) (totaal)	grens-waarde EU (µg/l)	streef-waarde WHO (µg/l)	grens-waarde DW(ug/l)
5	Acet-aldehyde	corrosie-vertrager	75-07-0										
4,5	Acetic acid	voorkomt neerslag metaaloxides, pH-correctie	64-19-7										
1	Acetone		67-64-1										
4	Acetic anhydride		108-24-7										
4	Aceto-phenone		98-86-2										
3,4	Acrylamide		79-06-1								0.10 (1)	0.5 (K)	0.10
4	Alcohol C11 ethoxylated		34398-01-1										
2	Alkenes, C>8	vloeibaar frack concentraat	68411-00-7/270-095-3										
4	Alkyl quaternary ammonium bentonite		71011-24-0										
1	Aluminium		7439-90-5								200		200
1	Ammonia		7664-41-7							0.304 mg/l (als N)	0.5 mg/l		0.20 mg/l

bron	component	type component	CAS nr.	Bodem		Grondwater			Oppervlaktewater		Drinkwater		
				inter-ventie-waarde (mg/kg droge stof)	indicatie niveau (mg/kg droge stof)	streef-waarde ondiep (µg/l)	streef-waarde diep (µg/l)	inter-ventie-waarde (µg/l)	MTR BKMW (µg/l)	MTR (JG-MKN) (µg/l) (totaal)	grens-waarde EU (µg/l)	streef-waarde WHO (µg/l)	grens-waarde DW(ug/l)
4,5	Ammonium persulphate	breker	7727-54-0										
1	Antimony		7440-36-0	22			0.15	20		7.2	5	20	5
1	Arsenic		7440-38-2	76		10	7.2	60		32	10	10 (A,T)	10
1,2	Barium		7440-39-3			50	200	625		9.3		700	
1,3	Benzene		71-43-2	1.1			0.2	30	10		1	10 (K)	1
1	Bicarbonates												> 60 mg/l
1,3	Bis (2-ethylhexyl) phtalate (DEHP)		117-81-7						1.3				
3,4,5	Boric acid	crosslinker (viscositeits handhaving bij hoge temperatuur)	10043-35-3										
1	Boron	metallic compound	7440-42-8							AC+650	1 mg/l	2400	500
3	Boron sodium oxide pentahydrate		12179-04-3										
1	Bromide		24959-67-9										

bron	component	type component	CAS nr.	Bodem		Grondwater			Oppervlaktewater		Drinkwater		
				inter-ventie-waarde (mg/kg droge stof)	indicatie niveau (mg/kg droge stof)	streef-waarde ondiep (µg/l)	streef-waarde diep (µg/l)	inter-ventie-waarde (µg/l)	MTR BKMW (µg/l)	MTR (JG-MKN) (µg/l) (totaal)	grens-waarde EU (µg/l)	streef-waarde WHO (µg/l)	grens-waarde DW(ug/l)
1	Bromoform		75-25-2					630				100	
4,5	2-butoxy-ethanol	product-stabilisator	111-76-2										
4	Butyl-diglycol		112-34-5										
1,2	Cadmium		7440-43-9	13		0.4	0.06	6	0.08-0.25 (hardheid)		5	3	5
1	Calcium		7440-70-2										
5	Calcium chloride	product-stabilisator	10043-52-4										
1	Chloride										250 mg/l		150 mg/l
1	Chlorodibromomethane		124-48-1										
3	Chloromethylbenzene		100-44-7							310			
2	Chlorine dioxide		10049-04-4										
4,5	Choline chloride	klei-stabilisator	67-48-1										
1,2	Chromium		7440-47-3	180 (Cr III); 78 (Cr VI)		1	2.5	30		AC+3.4	50	50 (P)	50

bron	component	type component	CAS nr.	Bodem		Grondwater			Oppervlaktewater		Drinkwater		
				inter-ventie-waarde (mg/kg droge stof)	indicatie niveau (mg/kg droge stof)	streef-waarde ondiep (µg/l)	streef-waarde diep (µg/l)	inter-ventie-waarde (µg/l)	MTR BKMW (µg/l)	MTR (JG-MKN) (µg/l) (totaal)	grens-waarde EU (µg/l)	streef-waarde WHO (µg/l)	grens-waarde DW(ug/l)
4	Cinnam-aldehyde		104-55-2										
4,5	Citric acid	voorkomt neerslag metaal-oxides	77-92-9										
1	Cobalt		7440-48-4	190		20	0.7	100		0.089			
3	Cobalt acetate		71-48-7										
4	Colemanite		1318-33-8										
1,2	Copper		7440-50-8	190		15	1.3	75		3.8	2000 (2)	2000	2000
4	Corundum		1302-74-5										
4	Cristobalite		14464-46-1										
4	Cupric chloride		7447-39-4										
1	Cyanide		57-12-5	20			5	1500			50	70 (3d ed)	50
2	Dibromo acetonitril		3252-43-5									70	
1	Dichlorobromomethane		75-27-4										
4	Dicoco dimethyl quaternary ammonium-chloride		61789-77-3										

bron	component	type component	CAS nr.	Bodem		Grondwater			Oppervlaktewater		Drinkwater		
				inter-ventie-waarde (mg/kg droge stof)	indicatie niveau (mg/kg droge stof)	streef-waarde ondiep (µg/l)	streef-waar-de diep (µg/l)	inter-ventie-waarde (µg/l)	MTR BKMW (µg/l)	MTR (JG-MKN) (µg/l) (totaal)	grens-waarde EU (µg/l)	streef-waarde WHO (µg/l)	grens-waarde DW(ug/l)
4	Diethylene glycol		111-46-6		270								
3	Di sodium tetraborate decahydrate		1303-96-4										
5	Ethanol	product-stabilisator	64-17-5										
3	2-ethoxy ethanol		110-80-5										
4	Ethylene diamine tetra acetic acid (EDTA)	complex-vormer	60-00-4									600 (3d ed)	
2,4,5	Ethylene glycol	product-stabilisator	107-21-1										
3	Ethylene oxide		75-21-8										
3	Epichloro hydrin		106-89-8								0.10 (1)	0.4 (P)	0.10
4	1,2-ethane diylbis(oxy) bismethanol		3586-55-8										

bron	component	type component	CAS nr.	Bodem		Grondwater			Oppervlaktewater		Drinkwater		
				inter-ventie-waarde (mg/kg droge stof)	indicatie niveau (mg/kg droge stof)	streef-waarde ondiep (µg/l)	streef-waar-de diep (µg/l)	inter-ventie-waarde (µg/l)	MTR BKMW (µg/l)	MTR (JG-MKN) (µg/l) (totaal)	grens-waarde EU (µg/l)	streef-waarde WHO (µg/l)	grens-waarde DW(ug/l)
4	Ethoxylated alcohol	verlaagt oppervlakte spanning (surfactant)	78330-21-9										
4	Ethoxylated octylphenol		9036-19-5										
1	Ethylbenzene		100-41-4				4	150		370		300 (C)	
3	Fenantreen		85-01-8				0.003	5		0.3			
1	Fluoride		16984-48-8							1.5 mg/l	1500	1500	1000
4	Formaldehyde		50-00-0		0.1							900	
3	Formamide		75-12-7										
4,5	Formic acid	corrosie-vertrager	64-18-6										
4	5-chloro-2-methyl-3(2H)-isothiazolone		55965-84-9										
4,5	Glutaraldehyde	biocide	111-30-8										
4,5	Guar gum	gel (viscositeitsverhoging)	9000-30-0/232-536-8										

bron	component	type component	CAS nr.	Bodem		Grondwater			Oppervlaktewater		Drinkwater		
				inter-ventie-waarde (mg/kg droge stof)	indicatie niveau (mg/kg droge stof)	streef-waarde ondiep (µg/l)	streef-waar-de diep (µg/l)	inter-ventie-waarde (µg/l)	MTR BKMW (µg/l)	MTR (JG-MKN) (µg/l) (totaal)	grens-waarde EU (µg/l)	streef-waarde WHO (µg/l)	grens-waarde DW(ug/l)
4,5	Hydro-chloric acid	helpt oplossen van mineralen en initieert scheuren in de schalie	7647-01-0										
4	Hydroxy-propyl cellulose		9004-64-2										
5	Hydroxy-methyl phosphonium sulfate	biocide	55566-30-8										
5	Hydro-treated light petroleum distillate	crosslinker (viscositeits handhaving bij hoge temperatuur), vermindert wrijving	64742-47-8										
1	Iron		7439-89-6								200		200
4,5	Isopropanol	product-stabilisator	67-63-0		220								



bron	component	type component	CAS nr.	Bodem		Grondwater			Oppervlaktewater		Drinkwater		
				inter-ventie-waarde (mg/kg droge stof)	indicatie niveau (mg/kg droge stof)	streef-waarde ondiep (µg/l)	streef-waar-de diep (µg/l)	inter-ventie-waarde (µg/l)	MTR BKMW (µg/l)	MTR (JG-MKN) (µg/l) (totaal)	grens-waarde EU (µg/l)	streef-waarde WHO (µg/l)	grens-waarde DW(ug/l)
5	Laurylsulfate	voorkomt emulsievorming, verlaagt oppervlakte spanning (surfactant)	151-21-3										
1	Lithium												
1,3,2	Lead		7439-92-1	530		15	1.7	75	7.2		10 (2)	10 (A,T)	10
3	Light catalytic cracked petroleum distillates		64741-59-9										
1	Magnesium		7439-95-4										
4	Magnesium-nitrate		10377-60-3										
5	Magnesium-oxide	breker	1309-48-4										
5	Magnesium-peroxide	breker	14452-57-4										
1	Manganese		7439-96-5								50	0,4 mg/l (C) (3d ed)	50

bron	component	type component	CAS nr.	Bodem		Grondwater			Oppervlaktewater		Drinkwater		
				inter-ventie-waarde (mg/kg drogestof)	indicatie niveau (mg/kg droge stof)	streef-waarde ondiep (µg/l)	streef-waarde diep (µg/l)	inter-ventie-waarde (µg/l)	MTR BKMW (µg/l)	MTR (JG-MKN) (µg/l) (totaal)	grens-waarde EU (µg/l)	streef-waarde WHO (µg/l)	grens-waarde DW(ug/l)
4	Magnesium-silicate hydrate (talc)		14807-96-6										
4,5	Methanol	corrosie-vertrager	67-56-1		30								
1	Methyl-bromide		74-83-9										
1	Methyl-chloride		74-87-3										
3	Methoxy acetic acid		625-45-6										
3	2-methoxy ethanol		109-86-4										
1,6	Molybdenum		7439-98-7	190		5	3.6	300		136		70 (3d ed)	
4	Mullite		1302-93-8										
1,3,4,5	Naphtalene	verlaagt oppervlakte spanning (surfactant)	91-20-3				0.01	70	2.4				
1,2	Nickel		7440-02-0	100		15	2.1	75	20		20 (2)	70	20
3	Nickel-sulphate		7786-81-4										
3	N,N-dimethyl formamide	corrosie-vertrager	68-12-2										
4	N-naphtha nicotinamide		770680-45-0										

bron	component	type component	CAS nr.	Bodem		Grondwater			Oppervlaktewater		Drinkwater		
				inter-ventie-waarde (mg/kg droge stof)	indicatie niveau (mg/kg droge stof)	streef-waarde ondiep (µg/l)	streef-waar-de diep (µg/l)	inter-ventie-waarde (µg/l)	MTR BKMW (µg/l)	MTR (JG-MKN) (µg/l) (totaal)	grens-waarde EU (µg/l)	streef-waarde WHO (µg/l)	grens-waarde DW(ug/l)
3	N-methyl-2-pyrrolidon		872-50-4										
2	Nitrioltriace tic acid (NTA )	complex-vormer	139-13-9									200	
2	4-Nitro-quinoline-1-oxide		56-57-5										
3	Nonyl-phenols		25154-52-3										
3	4-para nonyl-phenol		104-40-5						0.3				
4	Octade-canoic acid		1592-23-0										
4	Oxyalkyla-ted alcohol based polymer		34398-01-1										
5	Petroleum distillate	crosslinker (viscositeits handhaving bij hoge tempera-tuur), verlaagt wrijving	64741-85-1										

bron	component	type component	CAS nr.	Bodem		Grondwater			Oppervlaktewater		Drinkwater		
				inter-ventie-waarde (mg/kg droge stof)	indicatie niveau (mg/kg droge stof)	streef-waarde ondiep (µg/l)	streef-waarde diep (µg/l)	inter-ventie-waarde (µg/l)	MTR BKMW (µg/l)	MTR (JG-MKN) (µg/l) (totaal)	grens-waarde EU (µg/l)	streef-waarde WHO (µg/l)	grens-waarde DW(ug/l)
4	Phenolic resin		9003-35-4				0.2 (phenol)	2000 (phenol)					
5	Poly-acrylamide	verlaagt wrijving	9003-05-8										
1	Potassium		7440-09-7										
4,5	Potassium-carbonate	pH-correctie	584-08-7										
4	Potassium-chloride	klei-stabilisator	7447-40-7										
4,5	Potassium-hydroxid	pH-correctie	1310-58-3										
4	Potassium-iodide		7681-11-0										
5	Potassium-metaboraat	crosslinker (viscositeits handhaving bij hoge temperatuur)	13709-94-9										
3	Potassium-dichromate		77785-50-9										

bron	component	type component	CAS nr.	Bodem		Grondwater			Oppervlaktewater		Drinkwater		
				inter-ventie-waarde (mg/kg droge stof)	indicatie niveau (mg/kg droge stof)	streef-waarde ondiep ( $\mu\text{g/l}$ )	streef-waar-de diep ( $\mu\text{g/l}$ )	inter-ventie-waarde ( $\mu\text{g/l}$ )	MTR BKMW ( $\mu\text{g/l}$ )	MTR (JG-MKN) ( $\mu\text{g/l}$ ) (totaal)	grens-waarde EU ( $\mu\text{g/l}$ )	streef-waarde WHO ( $\mu\text{g/l}$ )	grens-waarde DW ( $\mu\text{g/l}$ )
4	Polyethylene glycolmono-hexyl ether		31726-34-8										
4	1-Propanaminium, 3-amino-N-(carboxymethyl)-N,N-dimethyl-, N-coco acyl derivs., chlorides, sodium salts	verlaagt oppervlakte spanning (surfactant)	61789-39-7										
4	Prop 2-yn-1-ol		107-19-7										
2	Propylene oxide		75-56-9										
4	Propylene carbonate		108-32-7										
4	Propylene glycol		57-55-6										
5	Quarternary ammonium chloride	biocide	12125-02-9										
3	Quinoline		91-22-5										

bron	component	type component	CAS nr.	Bodem		Grondwater			Oppervlaktewater		Drinkwater		
				inter-ventie-waarde (mg/kg droge stof)	indicatie niveau (mg/kg droge stof)	streef-waarde ondiep (µg/l)	streef-waar-de diep (µg/l)	inter-ventie-waarde (µg/l)	MTR BKMW (µg/l)	MTR (JG-MKN) (µg/l) (totaal)	grens-waarde EU (µg/l)	streef-waar-de WHO (µg/l)	grens-waarde DW(ug/l)
1	Selenium		7782-49-2		100					0.052	10	40 (P)	10
1	Silver		7440-22-4		15					AC+0.08 (zoete wateren)			
4	Silica crystalline (quartz)		14808-60-7										
4	Silica crystalline cristobalite		66402-68-4										
4	Silica non crystalline		7631-86-9										
1	Sodium		7440-23-5								200 mg/l		150 mg/l
4	Sodium bisulfite		7631-90-5										
5	Sodium carbonate	pH-correctie	497-19-8										
4,5	Sodium chloride	product- stabilisator	7647-14-5										
4	Sodium chlorate		7758-19-2										
4	Sodium bromate	breker	7789-38-0										
4,5	Sodium erythorbate	voorkomt neerslag metaaloxides	6381-77-7										
4	Sodium glycolate		2836-32-0										

bron	component	type component	CAS nr.	Bodem		Grondwater			Oppervlaktewater		Drinkwater		
				inter-ventie-waarde (mg/kg droge stof)	indicatie niveau (mg/kg droge stof)	streef-waarde ondiep (µg/l)	streef-waarde diep (µg/l)	inter-ventie-waarde (µg/l)	MTR BKM W (µg/l)	MTR (JG-MKN) (µg/l) (totaal)	grens-waarde EU (µg/l)	streef-waarde WHO (µg/l)	grens-waarde DW(ug/l)
4	Sodium gluconate		527-07-1										
4,5	Sodium hydroxide	pH-correctie	1310-73-2										
4	Sodium hypochlorite		7681-52-9										
5	Sodiumpoly-carboxylate	voorkomt scaling											
5	Sodium tetraborate	crosslinker (viscositeits handhaving bij hoge temperatuur)	1303-96-4										
1	Strontium		7440-24-6										
1	Sulphate		14808-79-8								250 mg/l		150 mg/l
1	Sulfide-S												
1	Sulphite		14265-45-3										
4	Terpenes		68647-72-3										
1	Tetrachloor-ethene (PER)		127-18-4	8.8			0.01	40	10			40	
	Tetrachloro-ethene+Tri-chloroethene										10		10

bron	component	type component	CAS nr.	Bodem		Grondwater			Oppervlaktewater		Drinkwater		
				inter-ventie-waarde (mg/kg droge stof)	indicatie niveau (mg/kg droge stof)	streef-waarde ondiep (µg/l)	streef-waarde diep (µg/l)	inter-ventie-waarde (µg/l)	MTR BKMW (µg/l)	MTR (JG-MKN) (µg/l) (totaal)	grens-waarde EU (µg/l)	streef-waarde WHO (µg/l)	grens-waarde DW(ug/l)
4,5	Tetra-methyl ammonium chloride	klei-stabilisator	75-57-0										
1	Thallium		7440-28-0		15					0.013			
5	Thio-glycolic acid	voorkomt neerslag metaal-oxides	68-11-1										
1	Titanium		7440-32-6							AC+20			
1	Toluene		108-88-3	32			7	1000	74			700 (C)	
4	1,2,4 Trimethyl-benzene		95-63-6										
5	Triethanol-amine zirconate	crosslinker (viscositeits handhaving bij hoge temperatuur)	101033-44-7										
4	Trisodium Nitrilotri-acetate		5064-31-3										
4	Ulexite		1319-33-1										
2	Uranium		7440-61-1							AC+1		15 (P,T)	
4	Urea		57-13-6										



bron	component	type component	CAS nr.	Bodem		Grondwater			Oppervlaktewater		Drinkwater		
				inter-ventie-waarde (mg/kg droge stof)	indicatie-niveau (mg/kg droge stof)	streef-waarde ondiep (µg/l)	streef-waarde diep (µg/l)	inter-ventie-waarde (µg/l)	MTR BKMW (µg/l)	MTR (JG-MKN) (µg/l) (totaal)	grens-waarde EU (µg/l)	streef-waarde WHO (µg/l)	grens-waarde DW(ug/l)
2	Vanadium		74440-62-2		250					5.1			
4	Vinylidene chloride/methylacrylate copolymer		25038-72-6										
1	Xylenes		1330-20-7	17			0.2	70		2.44		500 (C)	
2	Zinc	bestand-deel schalie	7440-66-6	720		65	24	800		AC+7.8			3 mg/l
5	Zirconium complex	crosslinker (viscositeits handhaving bij hoge temperatuur)	113184-20-6										
Tot	161			15	8	10	20	21	9	21	22	27	24

Voor van nature aanwezige radioactieve stoffen die bij het fracken uit de ondergrond worden vrijgemaakt bestaan geen normen voor bodem, grondwater en oppervlaktewater. Wel bestaan er drinkwaternormen die in onderstaande tabel zijn vermeld.

	Grenswaarde EU-Drinkwaterrichtlijn (Bq/l)	Grenswaarde Drinkwaterbesluit (Bq/l)	Streefwaarde WHO-guidelines (Bq/l)
Totale alpha-activiteit		0,1	0,5
Totale bèta-activiteit		1	1
Tritium	100	100	
Radon			100

## Bijlage 3 Beoordeling van stoffen die kunnen vrijkomen bij schaliegaswinning

### Toelichting bij Tabel 2.

De gevaarsaanduiding van stoffen is geregeld volgens de Europese GHS-verordening (EG) 1272/2008. GHS is een afkorting van Globally Harmonised System of Classification and Labelling of Chemicals. De gevaarsaanduiding chemische stoffen en preparaten moet op verpakking worden vermeld. Stoffen kunnen ingedeeld zijn als Carcinogeen (kankerverwekkend) en/of Mutageen (veranderingen in erfelijke eigenschappen inducerend) en/of Reproductie toxisch (schadelijk voor de voortplanting of het nageslacht). Stoffen die één of meerdere van deze eigenschappen hebben worden CMR-stoffen genoemd. De andere gevaarsaanduidingen die GHS worden gehanteerd betreffende de gezondheid zijn acute toxiciteit, huidcorrosie en huidirritatie, oogletsel, sensibilisatie van de luchtwegen of de huid. De betekenis van de gevarenklasse is aangegeven in Tabel 1.

Afhankelijk van de toepassing van de CMR-stof gelden beperkingen bij productie, opslag, transport en toepassing. Hieronder volgen enkele voorbeelden:

- REACH: Stoffen ingedeeld als CMR-categorie 1A en 1B kunnen worden opgenomen op de autorisatielijst. Hiervoor is autorisatie vereist voordat het in de handel gebracht mag worden.
- Annex XVII van REACH: Hierin wordt het gebruik van genoemde CMR-stoffen categorie 1A en 1B verboden als stof en in mengsels voor consumenten.
- Arbowet: De Arbowet eist beschermende maatregelen voor werknemers tegen blootstelling aan CMR-stoffen op de werkplek.
- Verordening (EU) 528/2012: CMR-stoffen uit Categorie 1A en 1B worden niet toegelaten als biociden, tenzij het gebruik essentieel is. Of als in de slechtst denkbare realistische gebruiksomstandigheden het risico voor mensen, dieren en het milieu van blootstelling aan de werkzame stof verwaarloosbaar is.

Tabel 1 Gevaaraanduiding van chemische stoffen en preparaten

<b>Klasse</b>	<b>Onderverdeling (categorieën)</b>	<b>Opmerkingen</b>
1. Acute toxiciteit	Categorie 1	dodelijk bij inslikken/bij contact met de huid/bij inademing
	Categorie 2	idem, maar minder toxisch
	Categorie 3	giftig
	Categorie 4	schadelijk
2. Huidcorrosie en huidirritatie	Categorie 1A, 1B, 1C	bijtend voor de huid
	Categorie 2	irriterend voor de huid
3. Ernstig oogletsel/oogirritatie	Categorie 1	ernstig oogletsel (onomkeerbaar)
	Categorie 2	ernstige oogirritatie (omkeerbaar)
4. Sensibilisatie van de luchtwegen of van de huid	Inhalatieallergeen Categorie 1	
	Huidallergeen Categorie 1	
5. Mutageniteit in geslachtscellen	Categorie 1A of 1B	stoffen waarvan bekend is of waarvan verondersteld wordt dat ze erfelijke mutaties veroorzaken. Onderverdeeld in categorie 1A (gegevens bij mensen bekend) en 1B (gegevens vooral van dierproeven)
	Categorie 2	stoffen die ervan verdacht worden mutageen te zijn
6. Kankerverwekkendheid	Categorie 1A of 1B	stoffen waarvan bekend is of waarvan verondersteld wordt dat ze kanker veroorzaken. Onderverdeeld in categorie 1A (gegevens bij mensen bekend) en 1B (gegevens vooral van dierproeven)
	Categorie 2	stoffen die ervan verdacht worden kankerverwekkend te zijn
7. Reproductietoxiciteit	Categorie 1A of 1B	stoffen waarvan bekend is of waarvan verondersteld wordt dat ze effecten hebben op de vruchtbaarheid of het ongeboren kind. Onderverdeeld in categorie 1A (gegevens bij mensen bekend) en 1B (gegevens vooral van dierproeven)
	Categorie 2	stoffen die ervan verdacht worden effecten te hebben op de vruchtbaarheid of het ongeboren kind

Tabel 2 Gevaarsaanduiding en classificatie van stoffen bij schaliegaswinning. Dit overzicht bevat 47 stoffen uit een verzameling van 977 stoffen die mogelijk bij schaliegaswinning worden gebruikt. Deze 47 stoffen komen voor op de CMR-lijst óf zijn aangemerkt als prioritair of prioritair gevaarlijk

	<b>Gevaarsklasse (zie Tabel 1)</b>		<b>6</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>CAS.nr.</b>	<b>Stofnaam</b>	<b>Classificatie</b>	<b>Carc</b>	<b>Muta</b>	<b>Repro</b>	<b>Ac. Tox</b>	<b>Aq. Ac.</b>	<b>Aq. Chr</b>	<b>Skin. Sens</b>	<b>Skin. Corr</b>	<b>Skin. Irrit</b>	<b>Eye. Dam</b>	<b>Eye. Irrit</b>	<b>Resp. Sens</b>
104-40-5	p-nonylfenol	Prioritair gevaarlijk												
117-81-7	bis(2-ethylhexyl)ftalaat	Prioritair			1B									
25154-52-3	nonylfenols	Prioritair gevaarlijk												
71-43-2	benzene	Prioritair	1A	1B							2		2	
7439-92-1	lead	Prioritair												
85-01-8	fenantreen	Prioritair gevaarlijk												
91-20-3	naftaleen	Prioritair												
100-44-7	chloormethylbenzenen		1B			4					2	1		
106-89-8	epichloorhydrine		1B			3			1	1B				
109-86-4	2-methoxyethanol				1B	4								
110-80-5	2-ethoxyethanol				1B	4								
12179-04-3	Boron sodium oxide pentahydrate				1B									
1303-86-2	boric oxide				1B									
1303-96-4	Dinatriumtetraorthofosfaatdecahydraat				1B									
625-45-6	methoxyazijnzuur				1B	4				1B				
64741-59-9	Light catalytic cracked petroleum distillates		1B											
64741-67-9	Residues (petroleum), catalytic reformer fractionator		1B											
64741-68-0	Petroleum naphtha		1B	1B										
64741-86-2	Sweetened middle distillate		1B											
64741-96-4	Solvent refined heavy naphthenic petroleum distillates		1B											

<b>Gevaarsklasse (zie Tabel 1)</b>		<b>6</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	
<b>CAS.nr.</b>	<b>Stofnaam</b>	<b>Classificatie</b>	<b>Carc</b>	<b>Muta</b>	<b>Repro</b>	<b>Ac. Tox</b>	<b>Aq. Ac.</b>	<b>Aq. Chr</b>	<b>Skin. Sens</b>	<b>Skin. Corr</b>	<b>Skin. Irrit</b>	<b>Eye. Dam</b>	<b>Eye. Irrit</b>	<b>Resp. Sens</b>
64742-01-4	Residual oils, petroleum, solvent-refined		1B											
64742-46-7	mixture of severely hydrotreated and hydrocracked base oil		1B											
64742-48-9	petroleum distillate mengsel		1B	1B										
64742-52-5	Hydrotreated heavy naphthenic distillate		1B											
64742-53-6	Light naphtha distillate, hydrotreated		1B											
64742-54-7	Hydrotreated heavy paraffinic petroleum distillates		1B											
64742-55-8	Distillates, petroleum, hydrotreated light paraffinic		1B											
64742-65-0	Petroleum Base Oil		1B											
64742-80-9	Hydrodesulfurized middle distillate (petroleum)		1B											
64742-95-6	light aromatic naphtha		1B	1B										
64743-01-7	Petrolatum, petroleum, oxidized		1B											
67891-79-6	Heavy aromatic distillate		1B	1B										
68-12-2	N,N-dimethylformamide				1B	4							2	

<b>Gevaarsklasse (zie Tabel 1)</b>		<b>6</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	
<b>CAS.nr.</b>	<b>Stofnaam</b>	<b>Classificatie</b>	<b>Carc</b>	<b>Muta</b>	<b>Repro</b>	<b>Ac. Tox</b>	<b>Aq. Ac.</b>	<b>Aq. Chr</b>	<b>Skin. Sens</b>	<b>Skin. Corr</b>	<b>Skin. Irrit</b>	<b>Eye. Dam</b>	<b>Eye. Irrit</b>	<b>Resp. Sens</b>
68333-25-5	Hydrodesulfurized light catalytic cracked distillate (petroleum)		1B											
68391-11-7	Quaternized alkyl nitrogenated compound		1B	1B										
68477-31-6	Petroleum distillates		1B											
71-48-7	Cobalt acetate		1B	2	1B		1	1	1					1
75-12-7	formamide				1B									
75-21-8	ethyleenoxide; oxiraan		1B	1B		3					2		2	
75-56-9	propyleenoxide		1B	1B		4					2		2	
7778-50-9	kaliumdichromaat		1B	1B	1B	4	1	1	1	1B				1
7786-81-4	Nickel sulfate		1A	2	1B	4	1	1	1		2			1
79-06-1	acrylamide		1B	1B	2	4			1		2		2	
8002-05-9	Hydrocarbon mixtures		1B											
8052-41-3	Mineral spirits / Stoddard Solvent		1B	1B										
872-50-4	N-methyl-2-pyrrolidon				1B						2		2	
91-22-5	quinoline		1B	2		4		2			2		2	

## Bijlage 4 Processtappen en routes voor milieu-effecten

### 1. Processtappen

#### 1. Boorproces

Bij het boorproces gaat het om de volgende activiteiten en daarmee verbonden emissieroutes:

- Aanvoer van materiaal en boorvloeistof;
- Opslag van materiaal en boorvloeistof;
- Boorinstallatie, incl. aandrijving;
- Afvoer teruggevoerde boorspoeling;
- Afvoer overige afvalstoffen;
- Terreininrichting (verlichting, e.d.).

#### 2. Frackproces

Bij het fracken gaat het om:

- Aanvoer van frack chemicaliën, zand en water;
- Opslag van frack chemicaliën, zand en water;
- Pompen en aandrijving;
- Afvoer flow back water;
- Terreininrichting.

#### 3. Gasproductie

In de productiefase stroomt het gas vanuit de put naar de gasbehandelingsinstallatie. De activiteiten bestaan dan uit:

- Inrichting gasbehandelingsinstallatie;
- Stroming door winputten;
- Afvoer productiewater;
- Stroming door leidingen;
- Terreininrichting.

#### 4. Nazorg

Nadat de gaswinning is beëindigd moet de put van de omgeving worden geïsoleerd. Omdat dit nooit volledig lukt, zullen er altijd milieu-effecten kunnen optreden. De volgende aspecten spelen daarbij een rol:

- Afdichting putten;
- Terreininrichting;
- Monitoring.

### 2. Routes voor milieu-effecten bij processtappen

In de volgende tabellen zijn de milieu-aspecten gekoppeld aan de te onderscheiden processen en deelprocessen. Daarbij is steeds de route of gebeurtenis aangegeven waarbij het betreffende milieu-effect optreedt of kan optreden. Deze routes worden meegenomen bij de beoordeling van de milieu-effecten.

*Milieuroutes bij het boorproces*

<b>Milieu-aspect</b>	<b>Aanvoer materiaal en boorvloeistof</b>	<b>Opslag van materiaal en boorvloeistof</b>	<b>Boorinstallatie incl. aandrijving</b>	<b>Afvoer teruggevoerde boorspoeling</b>	<b>Afvoer overige afvalstoffen</b>	<b>Terrein inrichting</b>
Diepe ondergrond			ja			
Stabiliteit en trillingen	Ja (vrachtverkeer)		ja			
Bodem		Lekkage tanks	Lekkage brandstoffen en (hydraulische) olie uit installatie	Lekkage tanks		
Grondwater	Onttrekking grondwater	Lekkage tanks	Lekkage casing; doorboren afsluitende lagen			
Oppervlaktewater	Onttrekking oppervlaktewater			Directe lozing of via rwzi of via lokale zuivering		
Externe veiligheid			Kans en effect op brand en explosies			
Luchtkwaliteit	Uitstoot CO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , SO <sub>x</sub> , roet vrachtverkeer		uitstoot CO <sub>2</sub> NO <sub>x</sub> , SO <sub>x</sub> , roet generatoren			
Geluid	Vrachtverkeer: omgevingslawaai, eventueel laagfrequent geluid	Geluid van laden en lossen, geluidpieken	Geluid en mogelijk laagfrequent geluid	Vrachtverkeer: omgevingslawaai, eventueel laagfrequent geluid	Vrachtverkeer: omgevingslawaai, eventueel laagfrequent geluid	
Licht						ja
Klimaatverandering	Vrachtverkeer: uitstoot broeikasgassen			Vrachtverkeer: uitstoot broeikasgassen	Vrachtverkeer: uitstoot broeikasgassen	
Verwijdering afvalstoffen				Zuiveringslib	ja	



*Milieuroutes bij het frackproces*

<b>Milieu-aspect</b>	<b>Aanvoer frack chemicaliën, zand en water</b>	<b>Opslag van frack chemicaliën, zand en water</b>	<b>Pompen en aandrijving (het fracken zelf)</b>	<b>Afvoer flow back water</b>	<b>Terreininrichting</b>
Diepe ondergrond			ja		
Stabiliteit en trillingen	Ja (vrachtverkeer)		ja		
Bodem		Lekkage tanks	Lekkage casing; migratie	Lekkage tanks	
Grondwater	Onttrekking grondwater	Lekkage tanks	Lekkage casing		
Oppervlakte-water	Onttrekking oppervlaktewater			Directe lozing of via rwzi of via lokale zuivering	
Externe veiligheid			Kans en effect op brand en explosie		
Luchtkwaliteit	Uitstoot CO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , SO <sub>x</sub> , roet vrachtverkeer		Uitstoot CO <sub>2</sub> NO <sub>x</sub> , SO <sub>x</sub> , roet generatoren	CH <sub>4</sub> en andere koolwaterstoffen in flow back water; Uitstoot CO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , SO <sub>x</sub> , roet vrachtverkeer	
Geluid	Vrachtverkeer: omgevingslawaai en eventueel laag-frequent geluid		Geluid en mogelijk laagfrequent geluid		
Licht					ja
Klimaat-verandering	Vrachtverkeer: uitstoot broeikasgassen			Vrachtverkeer: uitstoot broeikasgassen	
Verwijdering afvalstoffen				Zuiveringslib	

*Milieuroutes bij het productieproces*

<b>Milieu-aspect</b>	<b>Gasbehandelings- installatie</b>	<b>Winput</b>	<b>Afvoer productie- water</b>	<b>Leidingen</b>	<b>Terreininrichting</b>
Diepe ondergrond		ja			
Stabiliteit en trillingen					
Bodem		Lekkage casing	Lekkage tanks	lekkage	
Grondwater		Lekkage casing		lekkage	
Oppervlakte- water			Directe lozing of via rwzi of via lokale zuivering		
Externe veiligheid				Kans en effect op fakkel	
Luchtkwaliteit	CO <sub>2</sub> -emissie installatie, CH <sub>4</sub> - lekkage		Uitstoot CO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , SO <sub>x</sub> , roet vrachtverkeer		
Geluid	ja		Vrachtverkeer: omgevingslawaai en eventueel laag- frequent geluid		
Licht	ja				ja
Klimaat- verandering	Uitstoot broeikasgassen		Vrachtverkeer: uitstoot broeikasgassen		
Verwijdering afvalstoffen			ja		

*Milieuroutes bij de nazorg*

<b>Milieu-aspect</b>	<b>Afdichting put</b>
Diepe ondergrond	ja
Stabiliteit en trillingen	
Bodem	Lekkage casing
Grondwater	Lekkage casing
Oppervlaktewater	
Externe veiligheid	
Luchtkwaliteit	Lekkage casing
Geluid	Ja, sloop/verwijdering, vrachtverkeer
Licht	
Klimaatverandering	
Verwijdering afvalstoffen	

**RIVM**

*De zorg voor morgen begint vandaag*