

**PLANMER STRUCTUURVISIE SCHALIEGAS  
BIJLAGEN**

MINISTERIE VAN ECONOMISCHE ZAKEN

1 juni 2015  
078442679:0.1 - Definitief  
B02047.000182.0100



# Inhoud

<b>Bijlage 1</b>	<b>Begrippen en afkortingen</b> .....	<b>3</b>
<b>Bijlage 2</b>	<b>Referentielijst</b> .....	<b>5</b>
<b>Bijlage 3</b>	<b>Beschrijving m.e.r.-procedure</b> .....	<b>18</b>
<b>Bijlage 4</b>	<b>Afbakening plangebied</b> .....	<b>21</b>
<b>Bijlage 5</b>	<b>Voorbeeldwinning</b> .....	<b>31</b>
Bijlage 5.1	Introductie Voorbeeldwinning schaliegas .....	31
Bijlage 5.2	Ontwikkeling schaliegaswinning.....	31
Bijlage 5.3	Opsporen.....	32
Bijlage 5.4	Boren .....	33
Bijlage 5.5	Fracken.....	37
Bijlage 5.6	Winnen .....	41
Bijlage 5.7	Verlaten .....	43
Bijlage 5.8	Logistieke Scenario's.....	43
Bijlage 5.9	Leidingen.....	46
Bijlage 5.10	Watermanagement.....	47
Bijlage 5.11	Watergebruik .....	51
Bijlage 5.12	Afvalwater.....	52
Bijlage 5.13	Slibproductie.....	56
Bijlage 5.14	Schalieolie.....	57
Bijlage 5.15	Leemten in Kennis.....	59
<b>Bijlage 6</b>	<b>Milieurisicoanalyse oppervlaktewaterkwaliteit</b> .....	<b>60</b>
Bijlage 6.1	Beoordeling van het milieugevaar van de aanwezige stoffen .....	60
Bijlage 6.2	Beoordeling van de lozingsrisico's per type oppervlaktewater .....	61
Bijlage 6.3	Beoordeling lozingsrisico's per deelgebied .....	64
Bijlage 6.4	Resultaten gevoeligheidsanalyse .....	65
<b>Bijlage 7</b>	<b>Uitgangspunten Externe Veiligheidsberekeningen</b> .....	<b>71</b>
Bijlage 7.1	Boren/Fracken.....	71
Bijlage 7.2	Winnen .....	72
<b>Bijlage 8</b>	<b>Passende beoordeling</b> .....	<b>81</b>
Bijlage 8.1	Aanleiding en juridisch kader .....	81
Bijlage 8.2	Ingrep en algemene effectbeschrijving .....	82
Bijlage 8.3	Toetsing .....	85
Bijlage 8.4	Cumulatie.....	93
Bijlage 8.5	Conclusies en aanbevelingen.....	95
Bijlage 8.6	Natura 2000-kernopgaven.....	99
<b>Bijlage 9</b>	<b>Habitattypen en natuurtypen per landschapstype</b> .....	<b>112</b>

<b>Bijlage 10</b>	<b>Uitgangspunten stikstofdepositie- en luchtkwaliteitsberekeningen .....</b>	<b>135</b>
Bijlage 10.1	Inleiding .....	135
Bijlage 10.2	Meteo en ruwheid luchtkwaliteit .....	135
Bijlage 10.3	Emissiefactoren.....	136
Bijlage 10.4	Boren .....	137
Bijlage 10.5	Fracken.....	140
Bijlage 10.6	Winnen .....	141
Bijlage 10.7	Verlaten .....	142
<b>Bijlage 11</b>	<b>Uitgangspunten geluidsberekeningen.....</b>	<b>143</b>
Bijlage 11.1	Boren .....	143
Bijlage 11.2	Fracken.....	143
Bijlage 11.3	Winnen .....	143
<b>Bijlage 12</b>	<b>Visualisaties schaliegaswinning .....</b>	<b>146</b>
<b>Bijlage 13</b>	<b>Uitgangspunten berekeningen watervoerende pakketten .....</b>	<b>161</b>

# Bijlage 1

## Begrippen en afkortingen

Begrip	Toelichting
(on)conventioneel gas	Conventioneel gas is gemakkelijk te produceren gas, meestal wordt hiermee aardgas uit het Groninger gasveld bedoeld. Schalie- en steenkoolgas worden onconventioneel genoemd, omdat de manier waarop deze vormen van het gas gevangen zitten in het gesteente onconventioneel is.
abiotische kenmerken	Kenmerken die niet biologisch zijn, zoals de ondergrond, het reliëf en water.
bodem(typen)	Het bovenste grondlagenpakket van circa 20 tot 30 meter dik.
dB(A)	Eenheid waarin de sterkte van het geluid wordt weergegeven.
doorlatendheid	Ook wel 'permeabiliteit' genoemd, is een materiaaleigenschap die beschrijft in welke mate een vaste stof een andere stof door laat. De doorlatendheid van een materiaal verschilt per door te laten stof. De eenheid van doorlatendheid is de Darcy, meestal gemeten in milli-Darcy of mD.
EHS	Ecologische Hoofdstructuur
emissie	Uitstoting of lozing van een verontreiniging.
fracken	De productiemethode die wordt toegepast in productieputten bij winning van schalie- en steenkoolgas en voor stimulatie van conventionele reservoirs. Bij dit fracken worden grote hoeveelheden frackvloeistof onder druk de diepe ondergrond ingepompt, met als doel de diepere aardlagen te breken, zodat het schalie- of steenkoolgas vrijkomt en omhoog gehaald kan worden.
groepsrisico	Cumulatieve kansen per jaar dat ten minste 10, 100 of 1000 personen overlijden als rechtstreeks gevolg van hun aanwezigheid in het invloedsgebied van een inrichting en een ongewoon voorval binnen die inrichting waarbij een gevaarlijke stof of gevaarlijke afvalstof betrokken is.
immissie	Intreden van een verontreiniging in een begrensd gebied.
invloedsgebied	Gebied waarin volgens bij regeling van Onze Minister gestelde regels personen worden meegeteld voor de berekening van het groepsrisico; (BEVI). Het invloedsgebied wordt begrensd door de maximale effectafstand tot de 1%-letaliteitswaarde.
m.e.r.	De procedure van milieueffectrapportage.
MRA	Milieurisicoanalyse
Natura 2000	Natura 2000 richt zich op het behoud en de ontwikkeling van natuurgebieden in Europa. De gebieden die onder Natura 2000 vallen, worden aangeduid in de Europese Vogelrichtlijn en Habitatrichtlijn.
plaatsgebonden risico	De kans dat per jaar een persoon, die onbeschermd op een plaats buiten de locatie verblijft, overlijdt als rechtstreeks gevolg van een ongewoon voorval met betrekking tot de installaties waarbij een gevaarlijke stof betrokken is.
planMER	Een milieueffectrapport voor een plan.
QRA	Kwantitatieve risicoanalyse
schalie	Schalie is een sedimentair gesteente dat bestaat uit klei en siltdeeltjes en kan een hoog organisch stof gehalte hebben. Schalie gesteente laat een duidelijke gelaagdheid zien, in tegenstelling tot kleisteen. Als schalie een metamorfe fase ondergaat (onder invloed van hoge temperatuur en druk) wordt het leisteen. De Engelse vertaling is shale. De Engelse vertaling van kleisteen is claystone of mudstone en de vertaling van leisteen is slate.
schalie- en steenkoolgas	Koolwaterstoffen die zich bevinden in slecht doorlatend gesteente in de diepe ondergrond. Alleen met behulp van een groot aantal horizontale putten kan winning plaatsvinden, waarbij in het geval van schaliegas het gesteente gefrackt wordt (zie fracken).

Viscositeit	Stroperigheid. Hoe hoger de viscositeit van een materiaal, hoe stroperiger het is.
-------------	--

## Bijlage 2 Referentielijst

Abdulaziz, A., 2014. *Evaluation of Microseismicity Related to Hydraulic Fracking Operations of Petroleum Reservoirs and Its Possible Environmental Repercussions*, sl: Open Journal of Earthquake Research.

Alterra Wageningen UR, 2014. *Landschapstypen Nederland*, Wageningen: sn

API, 2007. *API standards*. [Online]

Available at: <http://www.api.org/environment-health-and-safety/process-safety/process-safety-standards> [Geopend 20 August 2014].

API, 2007. *API standards*. [Online]

Available at: <http://www.api.org/environment-health-and-safety/process-safety/process-safety-standards> [Accessed 20 August 2014].

Broers, H. P. et al., 2014. *Afwegingen bij het gebruik van grondwater en de ondergrond. Een verkenning op basis van ecosysteemdiensten*, sl: sn

Broers, H. P., Stuurman, R. & de Lange, W. J., 2014. *Een aanzet tot de begrenzing van Nationale Grondwater Reservoirs*, sl: sn

Brufatto, C. et al., 2003. *From mud to cement - building gas wells*, sl: Oilfield Review.

Cambridge Econometrics & Pövy, 2013. *Macroeconomic effects of European shale gas production*, s.l.: s.n.

Carter, K., Kresic, N., Muller, P. & Vittorio, L., 2013. *Technical Rebuttal to Article Claiming a Link between Hydraulic Fracturing and Groundwater Contamination*, sl: PCPG.

Caulton et al., 2013. *Toward a better understanding and quantification of methane emissions from shale gas development*. [Online]

Available at: <http://www.pnas.org/content/early/2014/04/10/1316546111.abstract.html?etoc> [Geopend Oktober 2014].

CBS statline, 2014. *Kerncijfers wijken en buurten 2013*. [Online]

Available at: <http://statline.cbs.nl/StatWeb/publication/?DM=SLNL&PA=82339ned&D1=3,31,94-96&D2=0&HDR=T&STB=G1&VW=T> [Accessed 21 Augustus 2014].

CBS, Planbureau voor de Leefomgeving & Wageningen UR, 2013. *Landschapstypologie*. [Online]  
Available at: [www.compendiumvoordeleefomgeving.nl](http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl)

CBS, 2013. *Demografische kerngegevens per gemeente*, s.l.: s.n.

CE Delft, 2004. *Met water de diepte in. Afwegingsmethodiek voor vergunningen rond diepe injectie van waterstromen van olie- en gaswinning*, Delft: CE Delft.

CE Delft, 2005. *Brogswaar*, s.l.: s.n.

CE Delft, 2012. *Climate impact of potential shale gas production in the EU*. [Online]  
Available at: [http://ec.europa.eu/clima/policies/eccp/docs/120815\\_final\\_report\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/clima/policies/eccp/docs/120815_final_report_en.pdf)  
[Geopend Oktober 2014].

College van Rijksadviseurs, 2014. *Landschap in m.e.r.*, Den Haag: sn

Commissie Integraal Waterbeheer, 2000. *Integrale aanpak van risico's van onvoorziene lozingen*, sl: RIZA.

Commissie MER, 2010. *Plan-m.e.r. bij structuurvisies. Themacahier nummer 1.*, s.l.: s.n.

Compendium voor de leefomgeving, 2014. *Europese Kaderrichtlijn water*. [Online]  
Available at: <http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/indicatoren/nl1412-Kaderrichtlijn-water.html?i=16-114>  
[Accessed 18 Augustus 2014].

Dauvelier, P., 1991. Ruimtelijke kwaliteit: de oorsprong en toepassing van het begrip. *WLG*, Volume 3, pp. 7-14.

Dauvellier, P., 2008. *Denkraam Ruimtelijke Kwaliteit*. [Online]  
Available at: <http://www.dauvellier.nl/index.php?page=ruimtelijke-kwaliteit>  
[Geopend 10 12 2014].

Davies, 2014. Oil and gas wells and their integrity: Implications for shale and. *Marine and Petroleum Geology*, pp. 239-254.

Davies, R. et al., 2014. Oil and gas wells and their integrity: implications for shale and unconventional resource exploitation.. *Marine and Petroleum Geology*, Issue Nummer 5.

Davies, R. F. G. B. A. a. S. P., In press. Induced Seismicity and Hydraulic Fracturing for the Recovery of Hydrocarbons. , .. *Marine and Petroleum Geology*.

Davies, R. et al., 2013. Reply: Davies et al. (2012), Hydraulic fractures: How far can they go?. *Marine and Petroleum Geology*, Volume 43 , pp. 519-521.

Davies, R. et al., 2012 . Hydraulic fractures: How far can they go?. *Marine and Petroleum Geology*, Volume 37(Issue 1), pp. 1-6.

De Lange, G. & Gunnink, J., 2013. *Bodemdalingskaarten*, Utrecht: Deltares.

De Molenaar, J. et al., 2003. *Wegverlichting en Natuur IV. Effecten van wegverlichting op het ruimtelijk gedrag van zoogdieren.*, Delft: Dienst Weg- en Waterbouwkunde RWS. Alterra-rapport 648.

DECC, 2011. *Shale Gas - Volume I and II, Fifth report of session 2010-2012*, s.l.: House of Commons (UK), Department of Energy and Climate Change (DECC).

Deltares, 2013. *Impact van geïnduceerde aardbevingen op kustwerken in waterkeringen.*, sl: sn

Deltares, 2013. *Effecten van geïnduceerde aardbevingen op kritische infrastructuur Groningen. Quick Scan naar de sterkte van de infrastructuur*, sl: sn



- Deltares, 2013. *Grondwaterlichamen in Nederland - Conceptuele modellen*. [Online]  
Available at: <https://publicwiki.deltares.nl/display/GWLN/Grondwaterlichamen+in+Nederland+-+Conceptuele+modellen>  
[Geopend 04 02 2015].
- Department of Energy & Climate Change, 2013. *About shale gas and hydraulic fracturing (frack)*. [Online]  
Available at: <https://www.gov.uk/oil-and-gas-onshore-exploration-and-production>
- Dessing, E. & Pedroli, G., 2012. *Voldoet Nederland nog wel aan de Europese Landschapsconventie?*. [Online]  
Available at: [http://www.wageningenur.nl/upload\\_mm/a/6/4/f7cbc711-128f-4eaf-ad66-0217db6f9674\\_Artikel%20Landschap\\_Dessing\\_Pedroli.pdf](http://www.wageningenur.nl/upload_mm/a/6/4/f7cbc711-128f-4eaf-ad66-0217db6f9674_Artikel%20Landschap_Dessing_Pedroli.pdf)  
[Geopend 15 Augustus 2014].
- DNV, 2009. *Safeti-NL V6*. [Online]  
Available at: <http://www.rivm.nl/milieuportal/bibliotheek/modellen/safeti-nl.jsp>
- Dolan, S., 2012. *Life Cycle Greenhouse Gas Emissions of Utility-Scale Wind Power*. [Online]  
Available at: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1530-9290.2012.00464.x/pdf>  
[Geopend Oktober 2014].
- EBN, 2011. *Comparison of the life cycle greenhouse gas emissions of shale gas, conventional fuels and renewable alternatives from a Dutch perspective*. [Online]  
Available at: [http://www.ebn.nl/WerkenBijEBN/Documents/1111\\_Louwen\\_life-cycle-greenhouse-gas-emissions-of-shale-gas.pdf](http://www.ebn.nl/WerkenBijEBN/Documents/1111_Louwen_life-cycle-greenhouse-gas-emissions-of-shale-gas.pdf)
- EBN, 2014. *Economische analyse voorbeeldwinning schaliegas tbv structuurvisie schaliegas*, sl: sn
- EBN, 2014. *A Conceptual Shale Gas Field Development Plan for the Lower Jurassic Posidonia Shale in The Netherlands*. sl:EBN B.V.
- Ellsworth, W., 2013. Injection-Induced Earthquakes. *Science*, 6142 - 341(12).
- European Commission, 2011. *Unconventional Gas in Europe*, Brussel: s.n.
- European Commission, 2014. *Commission Recommendation on minimum principles for the exploration and production of hydrocarbons (such as shale gas) using high volume hydraulic fracturing*, sl: EC.
- Europese Commissie, 2014. *Aanbeveling 2014/70/EU van de Commissie van 22 januari 2014 betreffende de minimumbeginselen voor de exploratie en productie van koolwaterstoffen (zoals schaliegas) met gebruikmaking van grootvolumehydrofracturering*, s.l.: s.n.
- Europese Commissie, 2014. *Study on the assessment and management of environmental impacts and risk resulting from the exploration and production of hydrocarbons*, s.l.: EUROPEAN COMMISSION, DIRECTORATE-GENERAL, Environment.
- Europese Landschapsconventie, 2000. *Verdrag van Florence*. [Online]  
Available at: [http://www.uniscape.eu/allegati/ELC\\_Nederlands.pdf](http://www.uniscape.eu/allegati/ELC_Nederlands.pdf)  
[Geopend 15 Augustus 2014].

- Fugro Geoservices B.V., 2014. *Generic Selection of a drilling fluid for wells that are meant for shale gas drilling operations*, s.l.: s.n.
- Gasunie, 2007. *Milieu-effectrapport Noord-Zuid project leiding Rysum-Midwolda-Tripscompagnie en Oude Statenzijl-Midwolla*, s.l.: s.n.
- Geiser, P., Lacazette, A. & Vermilye, J., 2012. Beyond 'dots in a box': an empirical view of reservoir permeability with tomographic fracture imaging.. *First Break*, July, Issue Volume 30, pp. 63-69.
- Gordalla, B., Ewers, U. en Frimmel, F., 2013. Hydraulic fracturing: a toxicological threat for groundwater and drinking-water?. *Environ Earth Sci*, Volume 70, pp. 3875-3893.
- Green, A. S. P. B. B., 2012. *Preese Hall Shale Gas Fracturing- Induced Seismicity mitigation report - Review & Recommendations for Induced Seismic Mitigation*, London: UK Government.
- Hall, R., 2012. *Casing Wear Series - 6: Some Pictures*. [Online]  
Available at: <http://www.pvisoftware.com/blog/tag/liner-hanger/>  
[Geopend 2015].
- Halliburton, 2011. *Notional field development, final report*, s.l.: s.n.
- Hooimeijer, P., 2001. *Kwaliteit in meervoud, conceptualisering en operationalisering van ruimtelijke kwaliteit voor meervoudig ruimtegebruik*, Gouda: Habiforum.
- IEA, 2013. *Technically recoverable shale oil and shale gas resources: An assessment of 137 shale formations in 41 countries outside the United States*, s.l.: s.n.
- Infomil, 2014. *Handboek water*. [Online]  
Available at: <http://www.infomil.nl/onderwerpen/klimaat-lucht/handboek-water/wetgeving/>  
[Accessed 2014].
- Infomil, 2014. *NeR E11*. [Online]  
Available at: <http://www.infomil.nl/onderwerpen/klimaat-lucht/ner/digitale-ner/3-eisen-en/3-3-bijzondere/e11-installaties/>
- Infomil, 2014. *Wet ruimtelijke ordening*. [Online]  
Available at: <http://www.infomil.nl/onderwerpen/ruimte/wet-ruimtelijke-0/instrumentarium-wro/algemene-regels/besluit-algemene/>  
[Geopend 15 Augustus 2014].
- IPCC, 2014. *Fifth Assessment Report (AR5)*, sl: sn
- ISAH, 2012. *Gutachten zur Abwasserentsorgung und Stoffstrombilanz*, s.l.: s.n.
- Jackson, R. et al., 2013. *Increased stray gas abundance in a subset of drinking water wells near Marcellus shale gas extraction*, sl: Proceedings of the National Academy of Sciences.
- Jansen-Jansen, L., 2009. *Ruimtelijke kwaliteit in gebiedsontwikkeling*, Gouda: Habiforum.

- Jansens, M., 2014. *Steenzout in Nederland*. [Online]  
Available at: <http://www.geologievannederland.nl/ondergrond/afzettingen-en-delfstoffen/steen-zout>
- Jansens, M., 2014. *Veen, Bruinkool en Steenkool*. [Online]  
Available at: <http://www.geologievannederland.nl/ondergrond/afzettingen-en-delfstoffen/veen-bruinkool-en-steenkool>
- Jongbloed, R. J., 2011. *Nadere effectenanalyse Waddenzee en Noordzeekustzone.*, s.l.: ARCADIS en Imares Wageningen UR.
- Jongmans et al, 2013. *Landschappen van Nederland, Geologie, bodem en landgebruik*, s.l.: s.n.
- JRC et al, 2012. *Unconventional gas: Potential energy market impacts in the European Union*, s.l.: s.n.
- Keranen, K., Savage, H., Abers, G. & Cochran, E., 2013. Potentially induced earthquakes in Oklahoma, USA: Links between wastewater injection and the 2011 Mw 5.7 earthquake sequence. *GeoScienceWorld*, 41(6), pp. 699-702.
- King, G. & King, D., 2013. *Environmental Risk Arising from well-construction*. s.l., s.n.
- Kinnaman, 2010. *The Economic Impact of Shale Gas Extraction: A Review of Existing Studies*, s.l.: s.n.
- Kissinger, A. et al., 2013. *Hydraulic fracturing in unconventional gas reservoirs – Risks in the geological system*, sl: Part 2. Environmental Earth Sciences.
- KNMI, 2014. *Tectonische bevingen*. [Online]  
Available at: <http://www.knmi.nl/seismologie/tectonische-bevingen-nl>  
[Accessed 15 Augustus 2014].
- KNMI, 2014. *Geïnduceerde aardbevingen Nederland*. [Online]  
Available at: <http://www.knmi.nl/seismologie/geïnduceerde-bevingen-nl>  
[Geopend 2014].
- Koninkrijk der Nederlanden, 1928. *Natuurschoonwet*, sl: Staatsblad.
- Koninkrijk der Nederlanden, 1961. *Boswet*, sl: Staatsblad.
- Koninkrijk der Nederlanden, 1988. *Monumentenwet*, sl: Staatsblad.
- Krijgsveld, K. R. S., 2008. *Verstoringsgevoeligheid van vogels. Update literatuurstudie naar de reacties van vogels op recreatie.*, s.l.: Bureau Waardenburg/Vogelbescherming Nederland rapport nr. 08-173.
- Kruit, J., Salverda, I. & Hendriks, K., 2004. *Regionale identiteit van natuur en landschap*. Wageningen: Alterra.
- KWR, 2012. *REACH als kader voor het beoordelen van drinkwater risico's*, s.l.: s.n.
- Lacazette, A. & Geiser, P., 2013. Comment on Davies et al 2012 - Hydraulic Fractures: How far can they go?. *Marine and Petroleum Geology*, Volume Volume 43, pp. 516-518.

Lange, T. et al., 2013. *Hydraulic fracturing in unconventional gas reservoirs: risks in the geological system*, sl: Part 1. Environmental Earth Sciences.

Lap, J., 1987. *An evaluation of earthquake-induced liquefaction potential of the area South of Eindhoven*. s.l.:TU Delft.

LNV, 2009. *Stroomschema Dienst Regelingen, Toelichting aanvraagformulier Flora- en faunawet*. sl, sn

Matthew E. Mantell, P., 2011. *Produced Water Reuse and Recycling Challenges and Opportunities Across Major Shale Plays*, s.l.: Chesapeake Energy Corporation.

Maxwell, S., Shemeta, J., Campbell, E. & Quirk, D., 2008. *Microseismic deformation rate monitoring*. s.l., s.n.

Mendizabel, I., Stuyfzand, P. & Wiersma, A., 2011. Hydrochemical System Analysis of public supply well fields, to reveal quality patterns in drinking water resources.. *Hydrogeology Journal*, Issue Volume 19, pp. 83-100.

Ministerie OC&W / Ministerie Infrastructuur en Milieu, 2011. *Visie Erfgoed en Ruimte (VER) Kiezen voor karakter*, Den Haag: Ministerie OC&W / Ministerie Infrastructuur en Milieu.

Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties, 2011. *Bouwbesluit 2012*. [Online]

Available at: <http://wetten.overheid.nl/BWBR0030461/>

[Accessed 15 Augustus 2014].

Ministerie van Buitenlandse Zaken, 1992. *European Convention on the Protection of the Archaeological Heritage (revised)*. [Online]

Available at: <http://verdragenbank.overheid.nl/verdragen/004858>

[Accessed 14 Augustus 2014].

Ministerie van Economische Zaken, 2008. *Besluit algemene regels milieu mijnbouw*. [Online]

Available at: <http://wetten.overheid.nl/BWBR0023771/>

[Accessed 15 Augustus 2014].

Minister van Economische Zaken, 18 september 2013. *Brief Nr. 133 Liberalisering energiemarkten*, 's-Gravenhage: Tweede Kamer der Staten-Generaal.

Minister van Economische Zaken, 13 november 2013. *Brief nr. 135 Liberalisering energiemarkten*, 's-Gravenhage: s.n.

Minister van Economische Zaken, 26 augustus 2013. *Nr. 132 Liberalisering energiemarkten*, 's-Gravenhage: Tweede Kamer der Staten-Generaal.

Ministerie van Economische Zaken, 2013. *Factsheet schaliegas*. [Online]

Available at: [www.rijksoverheid.nl/schaliegas](http://www.rijksoverheid.nl/schaliegas)

Ministerie van Economische Zaken, 2014. *Brief Vaststelling Notitie reikwijdte en detailniveau planMER Schaliegas*, 's Gravenhage: Ministerie van Economische Zaken.

Ministerie van Economische Zaken, 7 oktober 2014. *Dossier nr.29023 Brief nr. 176 Aardgasbeleid in Nederland*. sl:sn

Ministerie van Economische Zaken, 2014. *Concept notitie reikwijdte en detailniveau planMER Structuurvisie Schaliegas*. [Online]

Available at: <http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/notas/2014/05/28/concept-notitie-reikwijdte-en-detailniveau-planmer-structuurvisie-schaliegas.html>

Ministerie van Economische Zaken, 2014. *Kennisgeving structuurvisie schaliegas*. [Online]

Available at: <http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/publicaties/2014/05/28/kennisgeving-structuurvisie-schaliegas.html>

[Accessed 2014].

Ministerie van Economische Zaken, 2015. *Beantwoording vragen over het risico op aardbevingen door afoalwaterinjectie*, Den Haag: s.n.

Ministerie van Economische Zaken, sd *Profielen habitattypen en soorten*. [Online]

Available at: <http://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/gebiedendatabase.aspx?subj=profielen>  
[Geopend 2 december 2014].

Ministerie van Economische Zaken, April 2015. *Schaliegas in Nederland; Verkenning van maatschappelijke effecten*, Den Haag: s.n.

Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2014. *Beleidsnota Drinkwater - Schoon drinkwater voor nu en later*. [Online]

Available at: <http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/rapporten/2014/04/25/beleidsnota-drinkwater-schoon-drinkwater-voor-nu-en-later.html>

Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2010. *Circulaire bouwlawaai*. [Online]

Available at: <http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/circulaires/2010/11/11/circulaire-bouwlawaai.html>

[Accessed 15 Augustus 2014].

Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2011. *Besluit algemene regels ruimtelijke ordening*. [Online]

Available at: <http://wetten.overheid.nl/BWBR0030378/>

[Accessed 15 Augustus 2014].

Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2012. *Structuurvisie Infrastructuur en Ruimte*, Den Haag: Ministerie van Infrastructuur en Milieu.

Ministers van Infrastructuur en Milieu en van Economische Zaken, 2014. *Nr. 6 Structuurvisie Ondergrond*, 's-Gravenhage: Tweede Kamer der Staten-Generaal.

Ministerie van Infrastructuur en milieu, 2015. *Bodemrichtlijn*. [Online]

Available at: <http://www.bodemrichtlijn.nl/Bibliotheek/bodembescherming/aardkundige-waarden/aardkundige-waarden-samenhang-met-menselijke-invloed-en-het-ontst8303>

[Geopend 2015].

Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, 2006. *Natura 2000 doelendocument*, 's Gravenhage: s.n.

Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap, 1988. *Monumentenwet 1988*. [Online]  
Available at: <http://wetten.overheid.nl/BWBR0004471/>  
[Accessed 14 Augustus 2014].

Ministerie van VROM, 1996. *Circulaire Beoordeling geluidhinder wegverkeer in verband met vergunningverlening w.m.*. [Online]  
Available at: <http://wetten.overheid.nl/BWBR0007921/>  
[Accessed 15 Augustus 2014].

Ministerie van VROM, 1998. *Handreiking Industrielawaai en Vergunningverlening*, s.l.: s.n.

Ministerie van VROM, 2007. *Regeling beoordeling luchtkwaliteit*. [Online]  
Available at: <http://wetten.overheid.nl/BWBR0022817/>  
[Accessed 15 Augustus 2014].

Ministerie van VROM, 2009. *Besluit Externe Veiligheid Inrichtingen*, s.l.: Staatscourant 47.

Ministerie van VROM, 2009. *Regeling Externe Veiligheid Inrichtingen*, s.l.: Staatscourant 116.

Molenaar, J. d. D. J. & R. H., 1997. *Wegverlichting en natuur. I. Een literatuurstudie naar de werking en effecten van licht en verlichting op de natuur. IBN-rapport 287. DLO-Instituut voor Bos- en natuuronderzoek, Wageningen/DWW-rapport W-DWW-97-057, Delft: DWW-Versnipperingsreeks Deel 34.*

Montgomery, J., 1998. Making a city: Urbanity, vitality and urban design. *Journal of Urban Design*, 3(1), pp. 93-116.

Myers, T., 2012. *Potential Contaminant Pathways from Hydraulically Fractured Shale to Aquifers*, sl: Ground Water 50(6).

NAM, 2006. *MER addendum Herontwikkeling Schoonebeek Deel 1*, Assen: sn

NAM, 2010. *Bodemdaling door Aardgawinning. Statusrapport 2010 en Prognose tot het jaar 2070.*, sl: NAM UIE/T/DPE (Bodembeweging) i.s.m. NAM ITUI/AW (Geodesie).

NAM, 2014. *Aanmeldingsnotitie Uitbreiding locatie Witten en het boren van een exploratieput in het prospect Eleveld-Noord*, sl: NAM.

Nationaal Georegister, 2015. *Nationaal Georegister*. [Online]  
Available at: <http://geodata.nationaalgeoregister.nl/svir/atom/svir.xml>

National Research Council, 2013. *Induced Seismicity Potential in Energy Technologies*, Washington DC: US Government - The National Academies Press.

Nationale atlas volksgezondheid, 2011. *Woningdichtheid per gemeente*. [Online]  
Available at: <http://www.zorgatlas.nl/beinvloedende-factoren/fysieke-omgeving/woningdichtheid-per->

[gemeente-2009/#breadcrumb](#)

[Accessed 21 Augustus 2014].

NHI, 2010. *Modelrapportage fase 2 - Deelrapport 1 Ondergrond fase 2*, sl: sn

Noordhoff, 2009. *Bosatlas voor de ondergrond*, s.l.: Noordhoff.

Norwegian Oil and Gas Association, 2011. *Recommended guidelines for Well Integrity*. Volume 117.

NSVV, 1999. *Algemene richtlijn betreffende lichthinder Deel 1 Algemeen en Grenswaarden voor sportverlichting*, Ede: NSVV.

NSVV, 2003. *Algemene richtlijn betreffende lichthinder. Deel 2 Terreinverlichting*, Ede: NSVV.

NSVV, 2014. *Richtlijn Lichthinder*, Ede: NSVV.

NYSDEC, 2011. *Well Permit Issuance for Horizontal Drilling and High-Volume Hydraulic Fracturing to Develop the Marcellus Shale and Other Low-Permeability Gas Reservoirs*, New York: s.n.

Oil & Gas UK, 2012. OP069. *Well integrity guidelines*, Issue 1.

Olsthoorn, T., 2013. *Schaliegas, beheersing van de risico's voor ons grondwater*, sl: TU Delft.

Osborn, S., Vengosh, A., Warner, N. & Jackson, R., 2011. *Methane contamination of drinking water accompanying gas-well drilling and hydraulic fracturing*, sl: Proceedings of the National Academy of Sciences.

PBL, CBS, WUR, 2014. *Dossier Nationale Landschappen*. [Online]

Available at: <http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/dossiers/nl0185-Nationale-Landschappen.html?i=12-148>

[Geopend 3 12 2014].

PBL, 2010. *Concentratiekaarten voor grootschalige luchtverontreiniging in Nederland*, sl: Planbureau voor de Leefomgeving.

Perez, R. M. K., 2013. *Calibration of Brittleness to Elastic Rock Properties via Mineralogy Logs in Unconventional Reservoirs*, s.l.: s.n.

Petrowiki, 2014. *Casing and tubing*. [Online]

Available at: [http://petrowiki.org/Casing\\_and\\_tubing](http://petrowiki.org/Casing_and_tubing)

[Geopend 2014].

Petrowiki, 2014. *Wellhead systems for land drilling*. [Online]

Available at: [http://petrowiki.org/Wellhead\\_systems\\_for\\_land\\_drilling](http://petrowiki.org/Wellhead_systems_for_land_drilling)

[Geopend 2014].

Pitcher, J., 2011. *Shale Assets: Applying the Right Technology for Improving Results*, s.l.: s.n.

Portaal Natuur en Landschap, 2013. *Natuurtypen*. [Online]

Available at: <http://www.portaalnatuur-en-landschap.nl/themas/overzicht-typen-natuur-en-landschap>

landschap/natuurtypen/

[Geopend 2015]

Provinciaal Georegister, 2015. [Online]

Available at: <http://www.provinciaalgeoregister.nl/georegister/pgr.do>

[Geopend 2014].

Punter, J., 1991. Participation in the design of urban space. *Landscape design*, Volume 200, pp. 24-27.

Raad van Europa, 2000. *Europese Landschapsconventie*. [Online]

Available at: <http://conventions.coe.int/Treaty/en/Treaties/Html/176.htm>

Regiegroep Natura 2000, 2015. [Online]

Available at: <http://natura2000.nl>

[Geopend 2014].

Reijndorp, A. e. a., 1998. De kern van het ruimtelijk beleid, een onderzoek naar het begrip ruimtelijke kwaliteit. *WRR*.

Rijksdienst voor Cultureel Erfgoed, 2008. *De Indicatieve Kaart van Archeologische Waarden, derde generatie*.

[Online]

Available at: <http://cultureelerfgoed.nl/publicaties/de-indicatieve-kaart-van-archeologische-waarden-derde-generatie>

[Accessed 14 Augustus 2014].

Rijksdienst Cultureel Erfgoed, 2015. *Gevoorziening*. [Online]

Available at: <http://service.rce.gevoorziening.nl/www/download/data>

Rijksoverheid, 2014. *bodemrichtlijn.nl*. [Online]

Available at: <http://www.bodemrichtlijn.nl/Bibliotheek/bodembescherming/aardkundige-waarden>

[Geopend 25 November 2014].

Rijksoverheid, 2015. [Online]

Available at: <http://www.rijksoverheid.nl/ministeries/ez>

[Geopend 2014].

Rijksoverheid, 2015. *Data.overheid.nl*. [Online]

Available at: <https://data.overheid.nl/data/dataset/nationale-landschappen>

Rijkswaterstaat, 2014. <http://geodata.nationaalgeoregister.nl/rwsoppervlaktewaterlichamen/wfs?>. [Online]

[Geopend 2015].

RIVM, 2009. *Handleiding Risicoberekening BEVI*, s.l.: RIVM.

RIVM, 2014. *Grootschalige concentratie- en depositiekaarten Nederland: Rapportage 2014*. [Online]

Available at: [http://www.rivm.nl/Onderwerpen/G/GCN\\_GDN\\_kaarten\\_2014](http://www.rivm.nl/Onderwerpen/G/GCN_GDN_kaarten_2014)

[Accessed 15 Augustus 2014].



Royal Haskoning, 2007. *MER Bestemming Maasvlakte 2 bijlage Licht*, Nijmegen: Havenbedrijf Rotterdam N.V..

Royal Haskoning, 2011. *Schaliegas in Nederland*, s.l.: s.n.

Royal Haskoning, 2012. *Shale gas production in a Dutch perspective*, s.l.: s.n.

RuimteXMilieu, sd *Lagenbenadering Ruimte X Milieu*. [Online]  
Available at: <http://www.ruimtexmilieu.nl/wiki/ondergrondlaag>

Sauter, M., Lange, T., Brosig, K. & Jahnke, W., 2012. *Assessment of the impact of fracking operations on the freshwater quaternary aquifers in the Münsterland and Lower Saxony Basin - Approach and Hydrogeological Settings*, sl: Wissenschaftliche Statuskonferenz "Die Fracking-Technologie zur Gewinnung von Erdgas aus unkonventionellen Lagerstätten – Kriterien für Sicherheit und Umweltverträglichkeit".

Schramm, E., 2011. *What is flowback, and how does it differ from produced water?*. [Online]  
Available at: <http://energy.wilkes.edu/205.asp>  
[Geopend 5 10 2014].

Schroot, B. & Schuttenhelm, R., 2003. *Expressions of shallow gas in the Netherlands North Sea.*, sl: Neth. J. Geosci..

SIKB, 2013. *KNA landbodems 3.3 Vigerende versie*. [Online]  
Available at: [http://www.sikb.nl/richtlijnen\\_detail.aspx?id=11934&tag](http://www.sikb.nl/richtlijnen_detail.aspx?id=11934&tag)  
[Accessed 14 Augustus 2014].

SRE, 2013. *Technische Rapportage Verkeersmodel 3.0*, sl: sn

Staatscourant, 2013. *Circulaire bodemsanering per 1 juli 2013*, sl: Koninkrijk der Nederlanden.

Staatstoezicht op de mijnen, 2010. *Interim handleiding Risicoberekeningen Externe Veiligheid*, s.l.: Ministerie van Economische Zaken.

Stam, G., 1999. *Naar een referentiekader voor risico's van onvoorziene lozingen op opperolaktewater*, Lelystad: RIZA.

Standards Norway, 2013. *NORSOK Standard D-010. Well integrity in drilling and well operations*, Lysaker: Norway.

Steunpunt Natura 2000, 2010. *Externe werking - Verduidelijking toepassingsgrond 'externe werking' in het kader*, Utrecht: Steunpunt Natura 2000.

Sumi, 2008. *Shale gas: Focus on the Marcellus shale*, s.l.: s.n.

TNO en Deltares, 2014. *Inventarisatie van technologieën en ontwikkelingen voor het verminderen van (rest)risico's bij schaliegaswinning*, sl: sn

TNO en EBN, 2009. *Inventory non-conventional gas*, s.l.: s.n.

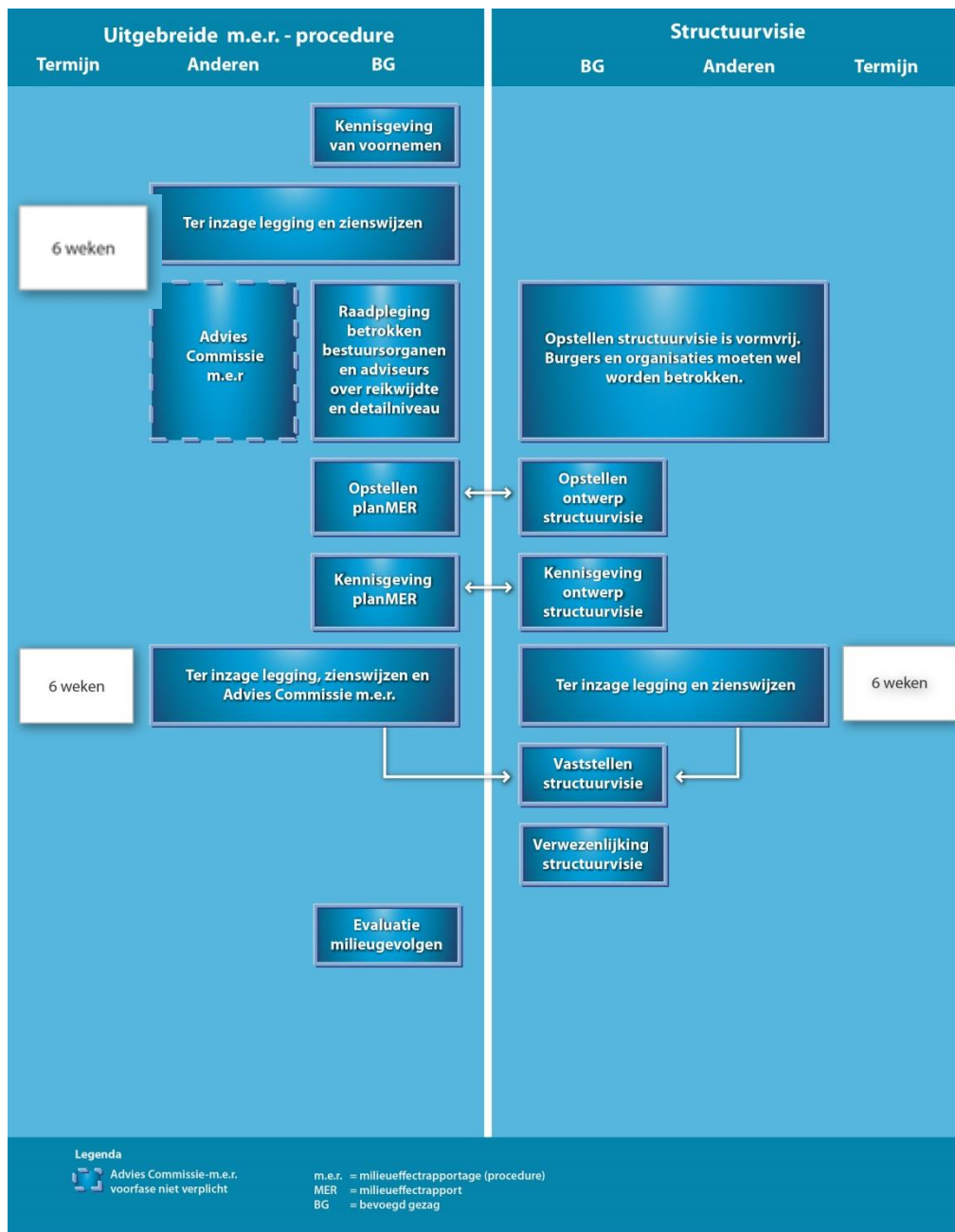
- TNO, 2012. *Informatiebladen aardwarmtewinning*. [Online]  
Available at: [http://www.nlog.nl/resources/VRODO/factsheets/infodoc\\_aardwarmtewinning.pdf](http://www.nlog.nl/resources/VRODO/factsheets/infodoc_aardwarmtewinning.pdf)
- TNO, 2012. *Informatiebladen opslag*. [Online]  
Available at: [http://www.nlog.nl/resources/VRODO/factsheets/infodoc\\_opslag.pdf](http://www.nlog.nl/resources/VRODO/factsheets/infodoc_opslag.pdf)
- TNO, 2012. *Informatiebladen olie- en gaswinning*. [Online]  
Available at: [http://www.nlog.nl/resources/VRODO/factsheets/infodoc\\_oliegaswinning.pdf](http://www.nlog.nl/resources/VRODO/factsheets/infodoc_oliegaswinning.pdf)
- TNO, 2013. [Online]  
Available at: <http://www.nlog.nl/nl/subsurfacePlanning/DataSets.html>
- TNO, 2012. *Informatiebladen VRODO*. [Online]  
Available at: <http://www.nlog.nl/nl/subsurfacePlanning/FactSheets.html>
- TNO, 2014. *Inventarisatie van technologieën en ontwikkelingen voor het verminderen van (rest)risico's bij schaliegaswinning*, sl: sn
- TNO, 2014. *SPBA GIS Maps and Database - Petroleum Geological Atlas*, sl: sn
- TNO, 2013. *Schaliegas*. [Online]  
Available at: <http://www.nlog.nl/nl/subsurfacePlanning/DataSets.html>  
[Accessed Augustus 2014].
- Tollefson, J., 2012. *Air Sampling Reveals High Emissions from Gas Field*. [Online]  
Available at: <http://www.novim.org/resources/novim-news/184-air-sampling-reveals-high-emissions-from-gas-field>  
[Geopend Oktober 2014].
- Tweede Kamer, 2011. *Verslag van een algemeen overleg, vergaderjaar 2011–2012, 32 849, nr. 7 21*. s.l.:s.n.
- Tweede Kamer, 6 juni 2014 . *Kamerstuk 33952 nr. 6*. sl:sn
- UNESCO, 1972. *Convention concerning the Protection of the World Cultural and Natural Heritage*, Paris: sn
- Universiteit Wageningen, 2014. *Kernkwaliteiten per landschapstype*. [Online]  
Available at: <http://edepot.wur.nl/118328>  
[Accessed maart 2014].
- Van der Elst, N., Savage, H., Keranen, K. & Abers, G., 2013. Enhanced Remote Earthquake Triggering at Fluid-injection Sites in the Midwestern United States.. *Science*, 341(6142), pp. 164-167.
- Van Dobben, 2012. *Overzicht van kritische depositiewaarden voor stikstof, toegepast op habitattypen en leefgebieden van Natura 2000*, Wageningen: Alterra-rapport 2397 Alterra Wageningen UR.
- van Gessel, S., Remmelts, G., van Thienen-Visser, K. & ten Veen, J., 2014. *Geologische evaluatie potentieel gasvoerende schalielagen: karakterisatie van breuken en afdekkend pakket*, Delft: s.n.

- Vengosh, A. et al., 2014. *A Critical Review of the Risks to Water Resources from Unconventional Shale Gas Development and Hydraulic Fracturing in the United States*, sl: Environmental Science & Technology.
- Vengosh, A., Warner, N., Jackson, R. & Darrah, T., 2013. *The effects of shale gas exploration and hydraulic fracturing on the quality of water resources in the United States*, sl: Procedia Earth and Planetary Science 7.
- Verdon, J. et al., 2013. *Correlation Between Spatial and Magnitude Distributions of Microearthquakes during Hydraulic Fracture Stimulation*. London, 75th EAGE Annual Meeting.
- Vermooten, S. & Lijzen, J. P., 2014. *Ecosysteemdiensten van grondwater en ondergrond*, sl: sn
- Vewin, 2012. *Drinkwater statistieken 2012*, sl: sn
- Vignes, B., 2011. *Contribution to Well Integrity and Increased Focus on Well Barriers*, s.l.: University of Stavanger.
- Vlaski A., K. S., 2014. *Watermanagement Shale gas*, s.l.: s.n.
- VROM, 1989. *Vierde Nota Ruimtelijke Ordening*, sl: sn
- VROM-raad, 1999. *Geleid door kwaliteit. Interimadvies over landelijke gebieds- en de 5e Nota Ruimtelijke Ordening*, Den Haag: sn
- Witteveen & Bos, Arcadis, Fugro, 2013. *Aanvullend onderzoek naar mogelijke risico's en gevolgen van de opsporing en winning van schalie- en steenkoolgas in Nederland*, s.l.: s.n.
- Wuijts, S. et al., 2011. *Toekomstverkenning drinkwatervoorziening in Nederland*, sl: sn
- Wuijts, S. et al., 2013. *Impact klimaat op oppervlaktewater als bron voor drinkwater*, sl: sn
- WWF, 2013. *A slow costly road to nowhere: shale gas development in Europe*, s.l.: s.n.
- Zijp, M., 2012. *Schaliegas in Nederland*, s.l.: Geologische dienst Nederland - TNO.
- Zobacka, M., Kitaseib, S. & Copithornec, B., 2010. *Addressing the Environmental Risks from Shale Gas Development*, s.l.: s.n.

## Bijlage 3 Beschrijving m.e.r.-procedure

De m.e.r.-procedure dient ter ondersteuning van de besluitvorming over de Structuurvisie Schaliegas. Gekoppeld aan plannen, zoals de Structuurvisie Schaliegas, geldt dat de uitgebreide m.e.r.-procedure moet worden doorlopen.

De m.e.r.-procedure bestaat uit een aantal stappen. In Figuur 1 is de koppeling tussen de (uitgebreide) m.e.r.-procedure en de procedure voor de Structuurvisie weergegeven. Na deze figuur wordt een korte toelichting gegeven op de te doorlopen stappen van de m.e.r.-procedure.



Figuur 1 M.e.r.- procedure gekoppeld aan procedure Structuurvisie

***Kennisgeving, ter inzage legging en raadpleging betrokken bestuursorganen***

De eerste fase van de m.e.r.-procedure staat in het teken van het afbakenen en vaststellen van de beoogde aanpak in het planMER, de mogelijkheid voor een ieder om zienswijzen in te dienen en de raadpleging van de betrokken bestuursorganen en wettelijke adviseurs. Deze stap start met het publiceren van een openbare kennisgeving, waarin bekend wordt gemaakt dat er voor de Structuurvisie een m.e.r.-procedure wordt doorlopen en dat er zienswijzen kunnen worden ingediend<sup>1</sup>.

Ten behoeve van deze inspraak is de concept Notitie Reikwijdte en detailniveau (concept NRD) 6 weken ter inzage gelegd. In deze concept Notitie is een toelichting opgenomen over de opzet en uitvoering van het milieuonderzoek. Een ieder heeft de gelegenheid gehad om in deze periode zienswijzen in te dienen. Tijdens deze periode is tevens aan de wettelijke adviseurs (dat zijn formeel de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed en informeel de Inspectie voor de Leefomgeving en directeur Regionale Zaken van het Ministerie van EZ) en de betrokken bestuursorganen (dat zijn de relevante provincies, gemeenten en waterschappen en de relevante overheden in Duitsland en België) advies gevraagd over de reikwijdte en detailniveau van het voorliggende planMER. Het Ministerie van EZ heeft de Commissie m.e.r. in deze stap betrokken om te adviseren over de reikwijdte en detailniveau van dit planMER. Het betrekken van de Commissie m.e.r. is in deze fase van de procedure niet verplicht. De reacties en adviezen uit de raadpleging, advisering en ter inzage legging zijn betrokken bij de totstandkoming van dit planMER.

***Opstellen planMER***

Conform de voorgenomen reikwijdte en detailniveau zijn de milieubeoordeling uitgevoerd en dit planMER opgesteld. Daarbij is, waar mogelijk en zinvol, rekening gehouden met de ingebrachte zienswijzen, reacties en adviezen. Een planMER moet in ieder geval bevatten:

- Doel van het plan of besluit;
- Voorgenomen activiteit & redelijke alternatieven, inclusief motivering van de keuze voor de alternatieven;
- Een overzicht van relevante andere plannen & besluiten;
- Een beschrijving van de bestaande toestand van het milieu & verwachte ontwikkeling van het milieu indien het plan of besluit of de alternatieven niet worden ondernomen;
- Gevolgen voor het milieu, inclusief de mogelijke grensoverschrijdende milieugevolgen die het plan of het besluit of de alternatieven kunnen hebben;
- Een vergelijking van de verwachte ontwikkeling van het milieu met de gevolgen voor het milieu van het plan of besluit alsmede van de alternatieven;
- Mitigerende & compenserende maatregelen;
- Leemten in informatie en kennis;
- Samenvatting voor een algemeen publiek.

***Inspraak, advisering en besluit***

Het planMER ligt samen met het ontwerp van de Structuurvisie 6 weken ter inzage. In deze periode is het voor iedereen ook mogelijk om zienswijzen in te dienen op het planMER (zie paragraaf 1.6 van deel A). Daarnaast zal de Commissie m.e.r. dit planMER toetsen. Deze onafhankelijke commissie toetst of alle informatie in het planMER aanwezig is om het milieu volwaardig mee te nemen in de besluitvorming over de Structuurvisie. Hierbij maakt zij mede gebruik van de binnengekomen zienswijzen op het planMER. Mede op basis van de resultaten van het planMER, met inachtneming van zienswijzen en het advies door de Commissie m.e.r., wordt de definitieve Structuurvisie vastgesteld. In de Structuurvisie wordt daarbij gemotiveerd aangegeven op welke wijze rekening is gehouden met:

<sup>1</sup> De Kennisgeving voor de Structuurvisie is op 28-5-2014 gepubliceerd (Ministerie van Economische Zaken, 2014).

- De mogelijke gevolgen voor het milieu, ook in grensoverschrijdend verband.
- Alternatieven.
- Ingebrachte zienswijzen.
- Het advies van de Commissie m.e.r.
- De uitkomsten van het overleg (bedoeld in artikel 7.38a, vijfde lid).

Na vaststelling van de Structuurvisie vindt de openbare kennisgeving hiervan en van het planMER plaats door het bevoegd gezag.

#### ***Verwezenlijking Structuurvisie en evaluatie milieueffecten***

Na vaststelling van de Structuurvisie, dient deze als ruimtelijk kader voor opsporing en winning van schaliegas. Voor ieder toekomstig initiatief op het gebied van schaliegas is nadere besluitvorming nodig. In hoofdstuk 1.5.2. van deel A van voorliggend planMER is aangegeven of en zo ja voor welke activiteiten en besluiten er voor toekomstige initiatieven sprake is van een m.e.r. of m.e.r.-beoordelingsplicht.

Vanuit de m.e.r.-procedure is het verplicht om de daadwerkelijk optredende milieueffecten van de uitvoering van de opgaven uit de Rijksstructuurvisies te monitoren en te evalueren. In dit planMER is daarom een eerste aanzet voor een evaluatieprogramma opgenomen.

## Bijlage 4      Afbakening plangebied

In het concept NRD heeft een eerste afbakening van het plangebied voor dit planMER plaatsgevonden. De resultaten daarvan zijn in Deel A hoofdstuk 3 samengevat. Deze bijlage beschrijft in meer detail de gebieden die zijn uitgesloten en de reden van uitsluiting. Vervolgens is ingegaan op de gebieden die in het concept NRD wel beschouwd maar niet uitgesloten zijn.

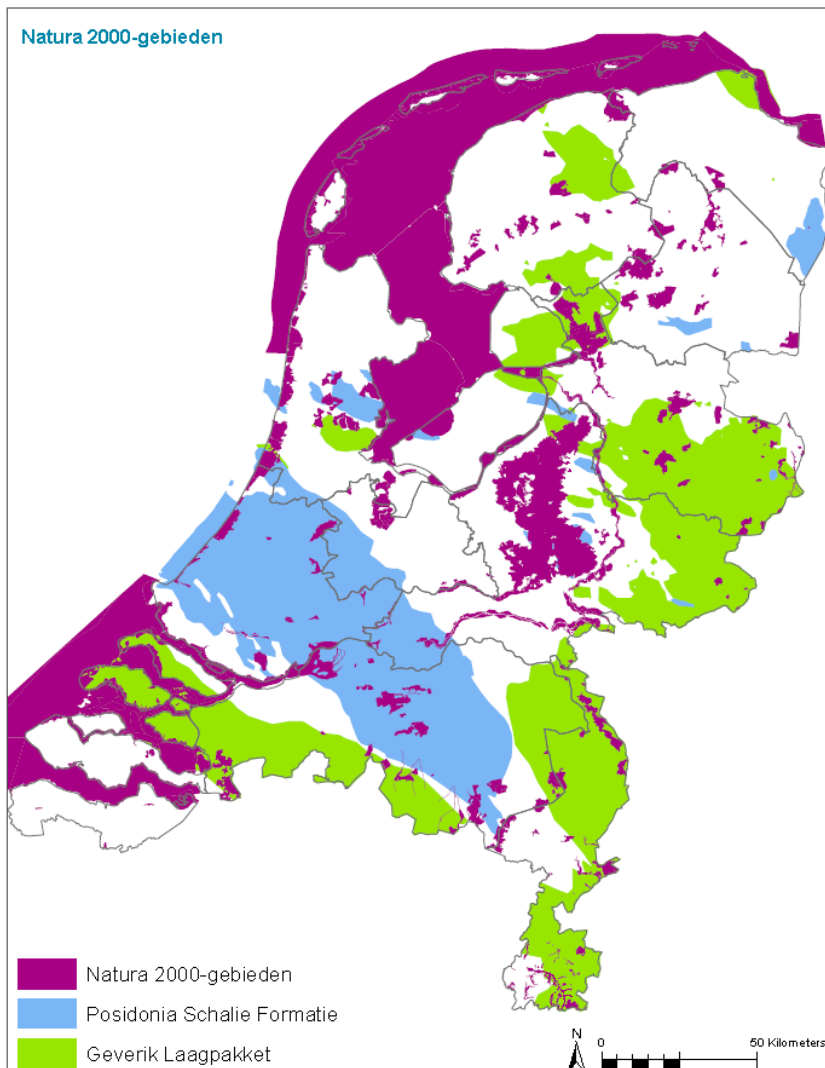
### Uitgesloten gebieden

#### *Natura 2000-gebieden*

Natura 2000 gebieden worden beschermd onder de Natuurbeschermingswet. Voor deze gebieden zijn doelen geformuleerd, zogenaamde instandhoudingsdoelen. Dit zijn doelen voor specifieke habitats of soorten. In een zogenaamde Passende Beoordeling wordt getoetst of er negatieve effecten op de instandhoudingsdoelen zijn. Plannen en projecten die mogelijk een negatief effect hebben op de doelstellingen zijn vergunning plichtig. Indien aangetoond kan worden dat 1) ofwel de natuurlijke kenmerken niet worden aangetast is of 2) het voornemen voldoet aan de ADC<sup>2</sup> criteria kan een vergunning afgegeven worden.

Het unieke karakter van Natura 2000-gebieden kan beïnvloed worden door schaliegaswinning. Indien de natuurlijke kenmerken worden aangetast, dient overwogen te worden of een vergunning kan worden afgegeven. Hierbij moet een aantal vragen beantwoord worden (de ADC criteria waar hiervoor naar verwezen is). De eerste vraag is of er alternatieven aanwezig zijn. Indien deze vraag met ja wordt beantwoord, kan geen vergunning worden verleend. Omdat significante effecten op voorhand lastig uit te sluiten zijn evenals het voorhanden zijn van alternatieven, wordt vergunningverlening voor het winnen van schaliegas in een Natura 2000-gebied onrealistisch geacht. Natura 2000-gebieden zijn daarom op voorhand uitgesloten voor het realiseren van een proefboring of het plaatsen van een bovengrondse installatie ten behoeve van de winning van schaliegas. In dit planMER is wel onderzoek gedaan naar de effecten van een horizontale boring in de diepe ondergrond onder dergelijke gebieden. Met het oog op externe werking van de natuurwetgeving zal bij elk initiatief waarbij een (proef) boring moet worden gedaan nabij een Natura 2000-gebied altijd op voorhand specifiek nagegaan worden wat de te verwachten milieueffecten van de boring/winning op het betreffende Natura 2000-gebied zijn.

<sup>2</sup> ADC-criteria: De criteria geven aan dat bij mogelijke significante gevolgen alleen vergunning verleend kan worden wanneer aan alle volgende criteria wordt voldaan: A) het ontbreken van alternatieve oplossingen; D) dwingende redenen van groot openbaar belang; C) met het voorschrift verbonden aan de vergunning dat de initiatiefnemer compenserende maatregelen vooraf en tijdig treft.



Figuur 2 Natura 2000-gebieden

### ***Waterwingebieden en grondwaterbeschermingsgebieden***

Op basis van artikel 2 van de Drinkwaterwet dragen alle bestuursorganen zorg voor een duurzame veiligstelling van de drinkwatervoorziening. Drinkwaterwinning geldt als een “dwingende reden van groot openbaar belang” bij het uitoefenen van bevoegdheden. Dit maakt dat in dit planMER zorgvuldig is gekeken naar de effecten van schaliegaswinning op drinkwaterwinning.

Voor de bescherming van grondwater voor waterwinning worden op grond van de Wet Milieubeheer gebieden aangewezen door provincies als milieubeschermingsgebieden in Provinciale Milieuverordeningen (PMV). In sommige provincies is de PMV opgenomen in bijvoorbeeld een Omgevingsverordening. Met betrekking tot de bescherming van grondwater voor de waterwinning zijn drie typen beschermingsgebieden gedefinieerd:

- Waterwingebieden.
- Grondwaterbeschermingsgebieden.
- Boringsvrije zones.

In dit planMER is ervoor gekozen om bij deze gebiedstypen aan te sluiten in verband met de bescherming van de waterwinning door drinkwaterbedrijven. Hiertoe is gekeken naar de Model PMV. In oktober 2010



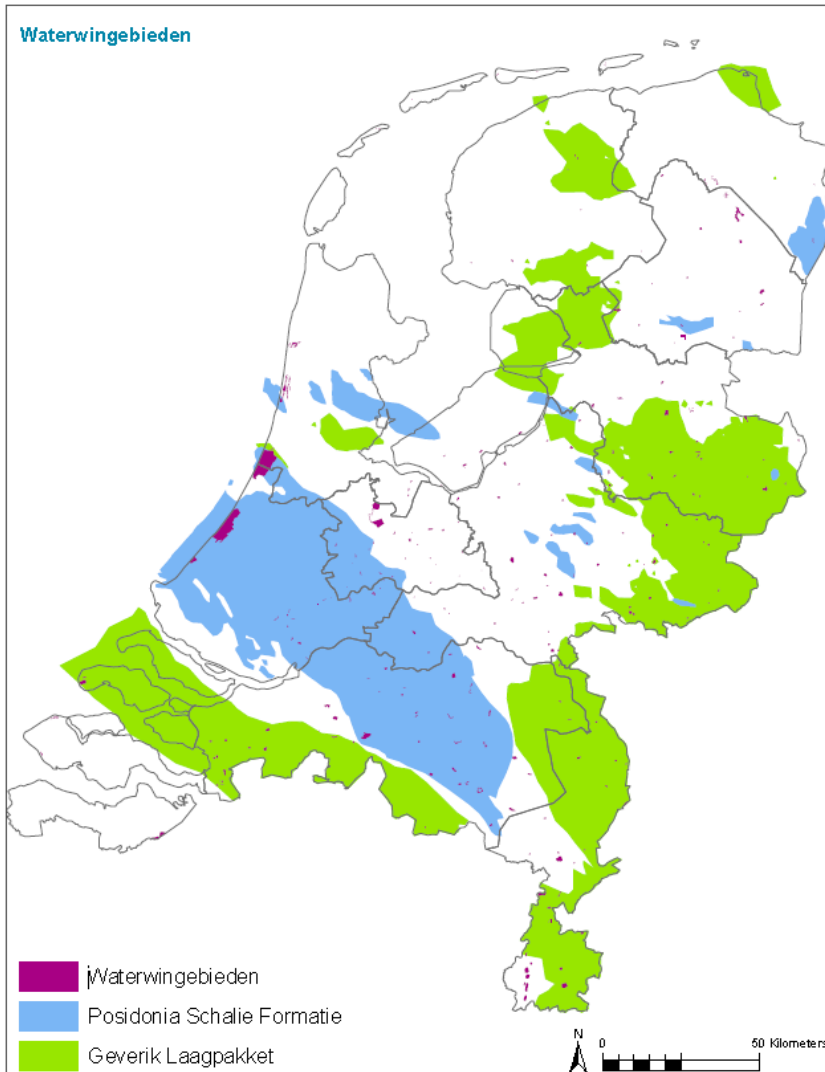
is de zogenaamde Model Provinciale Milieuverordening door het Interprovinciaal Overleg (IPO) vastgesteld, met als doel de diverse PMV's voor de verschillende provincies zoveel mogelijk te harmoniseren. Iedere provincie heeft afzonderlijk een eigen PMV opgesteld welke qua typen beschermingsgebieden en de meeste regels voor deze gebieden overeenkomen. De geldende PMV kan wel afwijken van het model.

Hierna wordt beschreven waarom waterwingebieden en grondwaterbeschermingsgebieden op voorhand uitgesloten zijn. Boringsvrije zones zijn niet op voorhand uitgesloten en zijn in dit planMER nader onderzocht.

#### *Waterwingebieden*

In een waterwingebied wordt (grond)water gewonnen door drinkwaterbedrijven ten behoeve van de drinkwatervoorziening. De omvang van de waterwingebieden worden bepaald aan de hand van de reistijd van waterdeeltjes vanaf maaiveld of een verblijftijd in het watervoerend pakket voordat de winput wordt bereikt. Afhankelijk van de provincie wordt een 1-jaars reistijd zone of 60-dagen verblijftijd zone gehanteerd. Daarnaast geldt soms een aanvullende bepaling qua afstand tot de putten of wordt het gebied op perceelniveau begrensd. De waterwingebieden zijn meestal in eigendom bij het drinkwaterbedrijf dat de waterwinputten exploiteert.

Binnen alle waterwingebieden is er, volgens het model PMV, een absoluut verbod op inrichtingen ten behoeve van delfstoffenwinning (zowel tijdelijk als permanent). Omdat bij een boring naar schaliegas of het winnen van schaliegas al snel sprake zal zijn van een inrichting zullen deze activiteiten binnen waterwingebieden niet zijn toegestaan. Daarom is het realiseren van een proefboring of het plaatsen van een bovengrondse installatie ten behoeve van de winning van schaliegas in een waterwingebied op voorhand uitgesloten voor verder onderzoek. Het horizontaal boren in de diepe ondergrond onder waterwingebieden, dus in lagen onder de winbare watervoorraden vanaf een locatie buiten het waterwingebied, is niet op voorhand uitgesloten voor verder onderzoek in dit planMER.



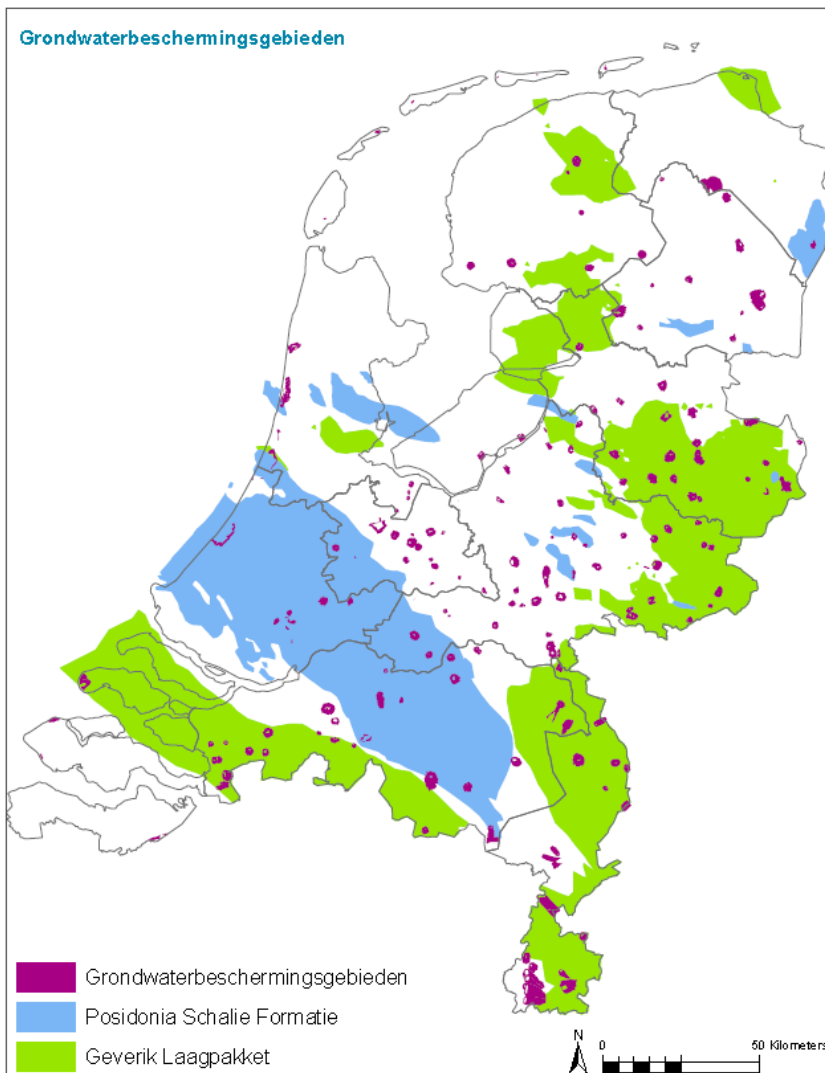
Figuur 3 Waterwingebieden

#### Grondwaterbeschermingsgebieden

Naast waterwingebieden vormen grondwaterbeschermingsgebieden een tweede beschermingszone rond de winningen ten behoeve van de drinkwatervoorziening. Deze zijn begrensd door een bepaalde minimum reistijd van waterdeeltjes vanaf het maaiveld naar de winputten, zodat wanneer een verontreiniging buiten dit gebied optreedt, er voldoende tijd is om maatregelen te nemen, of desnoods de winputten te verplaatsen, voordat de verontreiniging de winputten bereikt. De grootte van de grondwaterbeschermingsgebieden verschilt per provincie. Meestal is dit gelijk aan de grootte van een intrekgebied met een 25-jaars reistijdzone, maar ook 50-jaars reistijdzones (Zuid-Holland) en 100-jaars reistijdzones (rond zeer kwetsbare winningen in Noord-Brabant) komen voor.

Net als binnen waterwingebieden is er in grondwaterbeschermingsgebieden, volgens het model PMV, een absoluut verbod op inrichtingen ten behoeve van delfstoffenwinning en olie- en gaswinning (zowel tijdelijk als permanent).

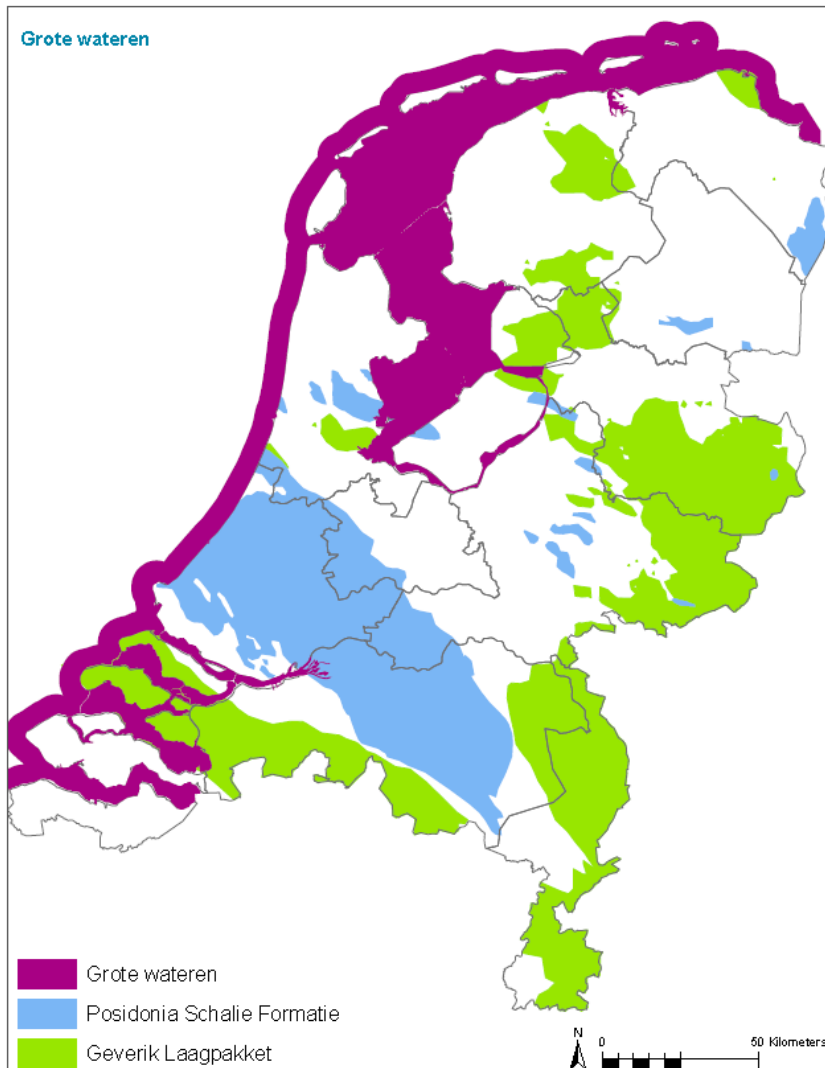
Omdat bij een boring naar schaliegas of het winnen van schaliegas al snel sprake zal zijn van een inrichting zullen deze activiteiten binnen grondwaterbeschermingsgebieden niet zijn toegestaan. Horizontale boringen in de diepe ondergrond onder deze gebieden vanaf een locatie buiten het grondwaterbeschermingsgebied zijn niet op voorhand uitgesloten voor verder onderzoek in dit planMER.



Figuur 4 Grondwaterbeschermingsgebieden

### ***Grote wateren***

Grote wateren is een landschapstype, dat is benoemd in het Compendium voor de Leefomgeving (CBS, Planbureau voor de Leefomgeving & Wageningen UR, 2013). Omdat boren op open water technisch uitdagender en vele malen duurder is dan op land en omdat bij een schaliegaswinning niet één (zoals bij conventionele gaswinning), maar meerdere boringen gezet worden, is het niet realistisch dat er in grote wateren geboord zal worden naar schaliegas. Daarnaast is het grootste gedeelte van de grote wateren zoals weergegeven in reeds uitgesloten omdat dit Natura 2000-gebied is. Het overige gedeelte van de grote wateren – de paarse gebieden in Figuur 5 – zijn te bereiken vanuit een productielocatie op land. Het plaatsen van een proefboring of het plaatsen van een bovengrondse installatie ten behoeve van de winning van schaliegas in grote wateren is daarom op voorhand uitgesloten. Horizontale boringen in de diepe ondergrond onder grote wateren zijn niet op voorhand uitgesloten voor verder onderzoek in dit planMER.



Figuur 5 Grote wateren

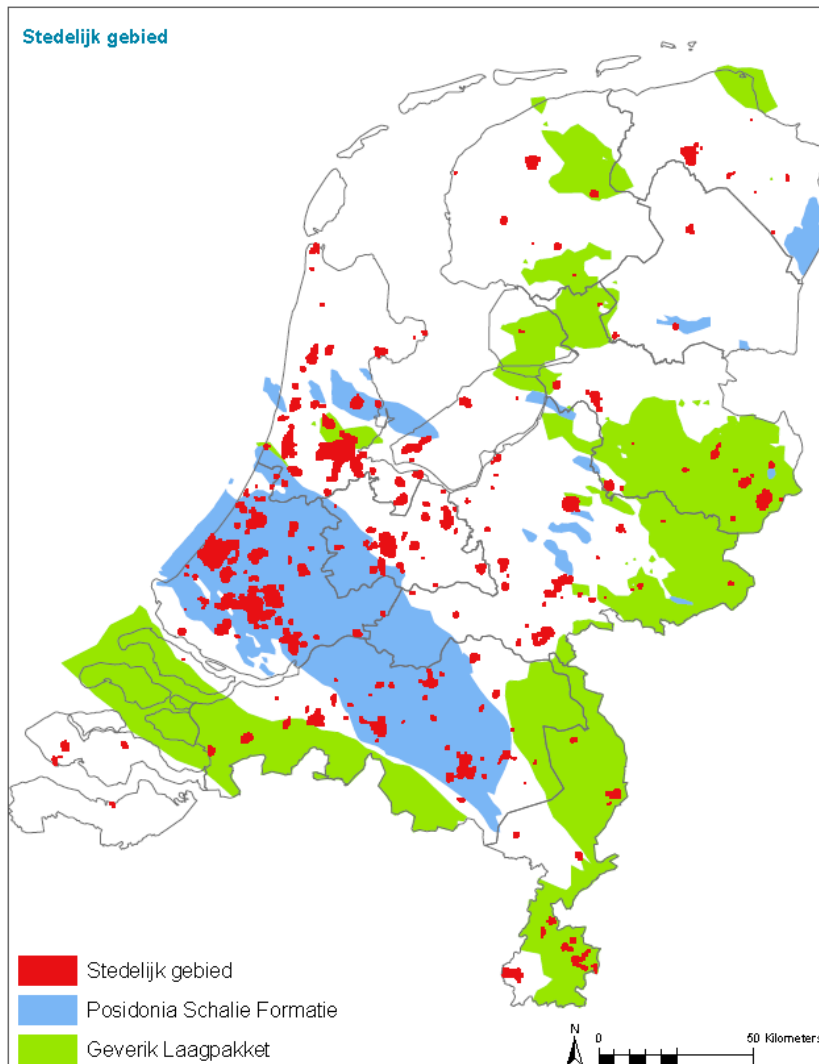
### *Stedelijk gebied*

De effecten van en randvoorwaarden voor schaliegaswinning kunnen verschillen voor gebieden die in meer of mindere mate verstedelijkt zijn. Om te bepalen of een gebied stedelijk, verstedelijkt of landelijk is, is aangesloten bij de indeling van het CBS (CBS, 2013). Het CBS kijkt naar het aantal adressen binnen een cirkel met een straal van één kilometer rondom een adres, gedeeld door de oppervlakte van de cirkel. Dit wordt de omgevingsadressendichtheid (verder: OAD) genoemd. Het CBS onderscheidt vijf categorieën. In het planMER wordt gewerkt met drie categorieën om voldoende onderscheid te creëren tussen de categorieën. Deze categorieën zijn:

- Stedelijk: gemiddelde OAD van 1.500 adressen of meer km<sup>2</sup>.
- Verstedelijkt: gemiddelde OAD tussen 1.000 en 1.500 adressen per km<sup>2</sup>.
- Landelijk: gemiddelde OAD minder dan 1.000 adressen per km<sup>2</sup>.

Het realiseren van een proefboring of het plaatsen van een bovengrondse installatie ten behoeve van de winning van schaliegas binnen stedelijk gebied is in dit planMER op voorhand uitgesloten. Naast een hoge bevolkingsconcentratie, wat leidt tot hogere externe veiligheidsrisico's, is er in stedelijk gebied ook fysiek weinig ruimte voor een winningsinstallatie met bijbehorende transportbewegingen. Het is daarom onrealistisch dat winning van schaliegas in stedelijk gebied wordt toegestaan.

Horizontale boringen in de diepe ondergrond onder stedelijk gebied zijn niet op voorhand uitgesloten voor verder onderzoek. Bedrijventerreinen vallen niet onder de definitie van stedelijk gebied en zijn dus ook niet op voorhand uitgesloten. Verstedelijkt gebied en landelijk gebied zijn (tevens) niet op voorhand uitgesloten en zijn in de milieubeoordeling betrokken. Het onderscheid tussen verstedelijkt en landelijk gebied alsook de situering op bedrijventerreinen is betrokken in de milieubeoordeling in dit planMER. Daarnaast zal bij verstedelijkt en landelijk gebied altijd voorafgaand aan de winning van schaliegas locatie specifiek bekeken moeten worden of dit vanuit het oogpunt van milieu, veiligheid en gezondheid toegestaan kan worden.



Figuur 6 Stedelijk gebied

## Niet uitgesloten gebieden

Hiervoor zijn enkele gebieden uitgesloten, omdat het niet toegestaan of niet realistisch is binnen deze gebieden aan de oppervlakte naar schaliegas te boren. Er zijn meer gebieden aan te wijzen waar het boren ten behoeve van schaliegas niet toegestaan of niet realistisch is.

Het gaat hierbij bijvoorbeeld om archeologische monumenten, NSW landgoederen, UNESCO werelderfgoed<sup>3</sup>, ontgrondingsgebieden, trillingsgevoelige locaties, waarborgingsgebieden kernenergie, munitieopslagen, leidingstraten en andere infrastructuur. Dit zijn allemaal elementen met een relatief kleine schaal, waarbij er al snel alternatieve productielocaties zijn om deze elementen te ontzien. Op het niveau van het planMER zijn deze elementen daarom niet op voorhand uitgesloten.

Daarnaast zijn beschermde natuurmonumenten en EHS niet op voorhand uitgesloten. Hoewel een toestemming voor schaliegaswinning in deze gebieden lastig zal zijn, kan dit niet op voorhand uitgesloten worden. In dit planMER is op gebiedsniveau daarom nader onderzoek gedaan naar de mogelijke effecten van schaliegaswinning in deze gebieden. Voor elk initiatief zal altijd op voorhand locatie specifiek nagegaan moeten worden wat de te verwachten milieueffecten van de boring in en onder de niet uitgesloten gebieden zijn.

Ten slotte zijn boringsvrije zones en de vermoedelijke ligging van breukzones niet op voorhand uitgesloten. Hierna wordt toegelicht dat nadere bestudering van deze gebieden voorafgaand aan een concreet initiatief essentieel is. Om verschillende redenen, die hierna toegelicht worden, was het echter niet mogelijk deze gebieden op voorhand al uit te sluiten voor schaliegaswinning.

#### *Boringsvrije zones*

Boringsvrije zones zijn ingesteld om specifieke watervoerende pakketten (akers) waaruit grondwater wordt gewonnen door drinkwaterbedrijven, te beschermen. Deze bescherming wordt gegeven door (direct) bovenliggende slecht doorlatende bodemlagen te vrijwaren van doorboring. Deze bodemlagen voorkomen dat verontreiniging vanaf het maaiveld het te beschermen grondwater kan bereiken. Doorboring van deze lagen is daarom onwenselijk.

Het voorkomen van de beschermende, slecht doorlatende bodemlagen is in sommige gevallen grillig. Voor een aantal boringsvrije zones is de begrenzing van deze zones en de maximale dieptes tot waar zonder ontheffing geboord mag worden, dankzij de beschikbaarheid van gedetailleerde geologische informatie, duidelijk te definiëren. Voor andere boringsvrije zones is de aanwezigheid, verbreiding en diepte van de beschermende slecht doorlatende lagen minder evident.

Binnen boringsvrije zones is het, volgens het model PMV, toegestaan om te boren tot boven de diepte van de afsluitende laag. Dieper verticaal boren is alleen onder strikte voorwaarden toegestaan. Volgens het model PMV kan een PMV instructiebepalingen bevatten voor eisen die verbonden moeten worden aan een milieuvergunning (omgevingsvergunning) voor een inrichting binnen een boringsvrije zone. Het uitvoeren van boringen naar schaliegas is, volgens het model PMV, binnen een boringsvrije zone dus niet uitgesloten. Het realiseren van een proefboring of het plaatsen van een bovengrondse installatie ten behoeve van de winning van schaliegas en horizontale boringen in de diepe ondergrond onder deze gebieden, vanaf een locatie buiten de boringsvrije zone, zijn dan ook niet op voorhand uitgesloten voor verder onderzoek in dit planMER.

In dit planMER zijn de potentiële risico's van schaliegaswinning beschreven in relatie tot het doorboren van de slecht doorlatende bodemlaag die een watervoerend pakket beschermt.

---

<sup>3</sup> UNESCO Natuurlijk Werelderfgoed wordt ondanks het schaalniveau niet expliciet uitgesloten, omdat deze gebieden tevens aangewezen zijn als Natura 2000-gebied. Omdat Natura2000 gebieden op voorhand worden uitgesloten, is dat voor Unesco Natuurlijk Werelderfgoed tevens het geval.

Daar waar in deze planMER de ligging en verbreiding van de beschermende lagen op geologische gronden begrensd kon worden (aan de hand van informatie van provincies, waterbedrijven en VEWIN), zijn deze beschermende lagen uitgesloten als mogelijke productielocaties (verticale boringen). Op locaties waar deze informatie op voorhand niet beschikbaar of niet eenduidig is, kan, in principe, een ontheffing op het verbod op diepere boringen worden aangevraagd bij de provincie. Het is dan aan de initiatiefnemer om aan te tonen dat de te beschermen laag op de beoogde locatie niet aanwezig is en het doel van bescherming van het onder deze laag aanwezige grondwater met een verbod ter plaatse niet bereikt wordt. Hiertoe zal de initiatiefnemer gedetailleerd geologisch onderzoek moeten verrichten naar de aan- of afwezigheid van de beschermende, slecht doorlatende lagen. Of het mogelijk is om een milieuvergunning (omgevingsvergunning) ten behoeve van deze boringen in een boringsvrije zone te verlenen is dus onder andere afhankelijk van wat provinciaal bepaald is en wat de omstandigheden ter plaatse zijn.

Een ander aspect van schaliegaswinning zijn de horizontale boringen op de diepte van de schalie laag die onder een boringsvrije zone kunnen doorlopen. Een horizontaal deel van een boring op de dieptes van de schalielagen, waarbij de productielocatie (en het verticale deel van de boring) zich buiten een boringsvrije zone bevindt, doorboort de te beschermen lagen boven het watervoerend pakket niet. In deze gevallen is juist de bescherming van het watervoerend pakket vanaf de onderzijde van het watervoerend pakket van belang. In dit planMER is onderzocht of er voldoende slecht doorlatende lagen voorkomen, tussen de onderzijde van de watervoerende pakketten en de schalielagen. De risico's van verspreiding van frackvloeistoffen naar watervoerend pakketten waar zoet water kan voorkomen is in de effectstudie schaliegaswinning (Witteveen en Bos, 2013) verwaarloosbaar geacht. Niettemin is er, met het oog op de duurzame veiligstelling van de drinkwatervoorziening, belang aan gehecht aan te tonen dat ook onder deze watervoerend pakketten voldoende afschermdende lagen aanwezig zijn.

#### *Vermoedelijke ligging breukzones*

Een belangrijke factor bij het bepalen van de geschiktheid van een gebied voor schaliegaswinning is de ligging van breukzones. De trillingen die samenhangen met fracken kunnen er voor zorgen dat opgebouwde spanning in een breuk vrijkomt, wat kan leiden tot een aardstok of aardbeving. Daarnaast kan het doorboren van een breukzone leiden tot ongewenste en snelle (verticale) verplaatsing van gas of vloeistoffen. Vanwege de hoge druk in de diepe ondergrond is het risico hierbij vooral gerelateerd aan ongewenste verplaatsing vanuit de omgeving naar de boring.

#### **Breuken en breukzones**

Een breuk is een vlak waarlangs gesteentemassa's aan weerszijden verschoven zijn ten opzichte van elkaar. Breuken bestaan zelden uit één enkel vlak. Gewoonlijk zijn er meerdere vlakken waarlangs verschuiving hebben plaatsgevonden. Dit zijn breukzones.

Het gesteente in een breukzone wordt door de beweging vergruisd. Het vergruiste gesteente kan grof zijn, zodat de breuk een doorlatende zone vormt, of heel fijn (klei) wat de breuk slecht doorlatend maakt. Breuken kunnen in het verleden actief zijn geweest of nog steeds actief zijn. Wanneer een plotselinge verschuiving langs een breuk optreedt, heeft dit een aardstok of aardbeving tot gevolg. Breukzones, die sinds lang niet meer actief zijn, kunnen opgevuld raken met slecht doorlatend materiaal.

Breuken kunnen met behulp van seismische technieken worden geïdentificeerd. Bij seismisch onderzoek naar diepere lagen wordt de resolutie van de seismische informatie geringer. Dit betekent dat exacte dieptes en diktes van lagen hierdoor minder goed te bepalen zijn. De dieptes waarop de Posidonia Schalie Formatie zich bevindt is in Nederland vrij goed verkend in het kader van de conventionele olie en gas exploratie. Er is echter geen breukenkaart die alleen de breuken in de formatie zelf weergeeft. Er zijn

kaarten beschikbaar met de vermoedelijke ligging van breuken in de formatie zelf én de formaties boven en onder de Posidonia Schalie Formatie.

Hieruit is de ligging van de breuken in de Posidonia Schalie Formatie globaal af te leiden. Het Geverik Laagpakket bevindt zich meestal op (veel) grotere dieptes die minder goed zijn verkend. Daarom zijn voor het Geverik Laagpakket geen adequate kaarten beschikbaar met de ligging van de breukzones.

De zones op breukenkaarten, zoals beschreven in voorgaande alinea, zijn in het planMER niet op voorhand uitgesloten, omdat de breuken niet in alle potentieel schaliegashoudende lagen even goed in beeld zijn gebracht en deze kaarten tevens regelmatig worden aangepast op basis van de nieuwste onderzoeken. Wel zijn in deze milieubeoordeling de potentiële risico's van schaliegaswinning in relatie tot het voorkomen van breuken beschreven. Ook zijn in dit planMER indicatoren voor risicozones rond breuken uitgewerkt, waarbij onderscheid is gemaakt tussen breukzones die in een recent (geologisch) verleden actief waren of nog zijn en breukzones die dat niet zijn. Voorafgaand aan realisatie van een (proef)boring zal altijd eerst locatie specifiek seismisch onderzoek moeten worden uitgevoerd, als onderdeel van een besluitMER.



## Bijlage 5 Voorbeeldwinning

### Bijlage 5.1 Introductie Voorbeeldwinning schaliegas

De in dit planMER beschreven voorbeeldwinning geeft een beeld van een mogelijke schaliegaswinning ontwikkeling in Nederland. De voorbeeldwinning vormt de basis om de mogelijke effecten van schaliegaswinning in beeld te brengen en per landschapstype en deelgebied te kunnen vergelijken wat de kansen en risico's van schaliegaswinning zijn. In de praktijk is elke schaliegaswinning uniek, waarbij gevarieerd kan worden in het aantal putten en de configuratie van het puttenveld. Het aantal putten en deze configuratie is onder andere afhankelijk van de lokale ondergrondse en bovengrondse omstandigheden, en heeft als hoofddoel om maximale hoeveelheden schaliegas uit de grond op een technisch- en economisch- haalbare manier te winnen.

Voor mogelijke toekomstige initiatieven moet per winning een aparte procedure (inclusief milieueffectrapportage) worden doorlopen, waarin de milieueffecten van die specifieke proefboring en winning in beeld gebracht moeten worden.

In deze bijlage is een gedetailleerd overzicht gegeven van de voorbeeldwinning. Een samenvatting van de voorbeeldwinning is uitgewerkt in Deel A Hoofdstuk 2 van dit planMER.

Door verschillende experts is bevestigd dat bij opsporing of winning van schaliegas ook schalieolie aangetroffen zou kunnen worden. In Bijlage 5.14 zijn de verschillen en overeenkomsten tussen schaliegas en schalieolie beschreven.

### Bijlage 5.2 Ontwikkeling schaliegaswinning

De ontwikkeling van de schaliegaswinning bestaat achtereenvolgens uit het opsporen van de schaliegas houdende formaties, het construeren van productielocaties (multi-well pads), het boren en fracken van een put, het winnen van het schaliegas en het verlaten van de put (Royal Haskoning, 2012). In onderstaande paragrafen is een beschrijving van de ontwikkeling van een schaliegaswinning gegeven. Aangezien het boren, fracken en winnen een aanzienlijk grotere ingreep zijn dan de opsporing, en daardoor een worst case situatie betreft, worden in dit planMER alleen de effecten van de boor-, frack-, en winningsfase beschreven.

#### *Algemene uitgangspunten*

In de voorbeeldwinning is uitgegaan van 13 productielocaties met maximaal elk 10 putten. Voor de verwerking van het geproduceerde gas en water is één centrale behandelingslocatie voorzien. De 13 productielocaties liggen binnen een straal van 5 km van de centrale behandelingsinstallatie (Halliburton, 2011). In Deel A Hoofdstuk 2 zijn de algemene uitgangspunten van de voorbeeldwinning gegeven, inclusief de globale planning van activiteiten per put.

	Parameter	Eenheid	Range	Voorbeeldwinning
Locatie aspecten	Aantal locaties	-	1 - 40	13
	Aantal putten per locatie	-	1 – 10	10
	Totaal aantal putten voorbeeldwinning	-	13 – 130	130
	Aantal fracks per boorgat	-	22	22
Planning realisatie en productie	Duur boren per put	Maanden	1 – 1,5	1,5
	Aantal putten per jaar	-	8 – 12	8
	Duur fracken 10 putten	Weken	3 – 6	3
	Duur produceren per put	Jaar	10 – 30	15
	Nalevering (tailing)	Jaar	10	10

Tabel 1 Algemene uitgangspunten voorbeeldwinning (Halliburton, 2011)

## Bijlage 5.3 Opsporen

Voor opsporing (exploratie) van schaliegas is kennis van de ondergrond nodig. Deze kennis wordt in eerste instantie verkregen uit bureaustudies. Uit geologische studies over het moedergesteente en het reservoir is af te leiden waar de grootste kans op het winnen van schaliegas is (TNO, 2013). Vervolgens wordt in de meeste gevallen (als deze informatie niet beschikbaar is) een seismisch onderzoek gestart dat de opbouw van de diepe ondergrond weergeeft. Bij dit seismisch onderzoek worden seismische vibrators (speciale, zware vrachtwagens) of explosieven gebruikt om zo op grote diepte trillingen op te wekken en in beeld te krijgen wat de eigenschappen van het gesteente in de ondergrond zijn. Bij diepe schalielagen zal eerder gebruik worden gemaakt van explosieven.

Om het volume en de productiecapaciteit van het schaliegas aan te tonen, zijn voorafgaand aan de winning één of meerdere proefboringen noodzakelijk. Een proefboring is vergelijkbaar met een boring in de winningsfase. Er wordt een productielocatie aangelegd (ongeveer 100 bij 150 meter) waar één of meerdere boringen worden uitgevoerd. Tijdens een boring worden boorkernen omhoog gehaald. Deze kernen geven een dwarsdoorsnede van de ondergrond en worden gebruikt om gedetailleerde eigenschappen van het gesteente te verzamelen. Ook worden er voortdurend metingen in de boorgaten uitgevoerd om informatie te verzamelen uit de diepe ondergrond (porositeit, permeabiliteit, productiepotentieel, druk, temperatuur, etc.). Net als bij een normale boring worden stalen buizen (casing) aangebracht in de boorput en wordt er cement tussen de stalen buizen en het gesteente gestort om te voorkomen dat de boorput gaat lekken naar omliggende gesteentelagen.

Bij de proefboring wordt mogelijk ook horizontaal geboord en gefrackt. Bij zo'n boring zal aanvoer van water nodig zijn. Voor het fracken zijn naast water ook chemicaliën en proppant benodigd. Tevens zal afvalwater en boorgruis moeten worden afgevoerd met vrachtwagens of verwerkt op de locatie. Dit gebeurt meestal met mobiele installaties. Gas dat eventueel al omhoog komt wordt getest en afgefakkeld. Het proces van opsporen, dat voor de grootste deel van de tijd uit bureaustudies bestaat, kan enkele maanden tot jaren duren.

Afhankelijk van de resultaten van het seismisch onderzoek, kernen, loggen en testen, en modelberekening, maar ook van kosten en energieprijzen, wordt besloten of er verder wordt gegaan met boren en winnen van gas. Mocht er in een volgende boring worden gezocht buiten het gebied dat is afgebakend in de

opsporingsvergunning<sup>4</sup>, dan moet voor dat nieuwe gebied opnieuw een opsporingsvergunning worden aangevraagd aan de Minister van Economische Zaken.

## Bijlage 5.4 Boren

Mocht er op basis van een proefboring worden aangetoond dat het schaliegas economisch winbaar is<sup>5</sup>, dan kan er over worden gegaan tot de boorfase mits alle benodigde vergunningen daarvoor zijn verkregen. In de boorfase worden meerdere productielocaties aangelegd met een grootte van ongeveer 150 x 100 meter, waar vandaan wordt geboord. Figuur 7 geeft een beeld van een productielocatie in een landelijke omgeving met sportvelden en een meertje. Vanaf een productielocatie kunnen één of meerdere horizontale boringen (laterale boorputten) worden verricht.

De voorbeeldwinning bestaat uit 13 productielocaties (multi-well pads). Dat kunnen er in de praktijk meer of minder zijn, afhankelijk van de lokale ondergrondse en bovengrondse omstandigheden. In de base case wordt uitgegaan van maximaal 10 horizontale boorputten per productielocatie. In totaal gaat het dus om 130 boorputten.



Figuur 7: Visualisatie van een productielocatie met boorinstallatie

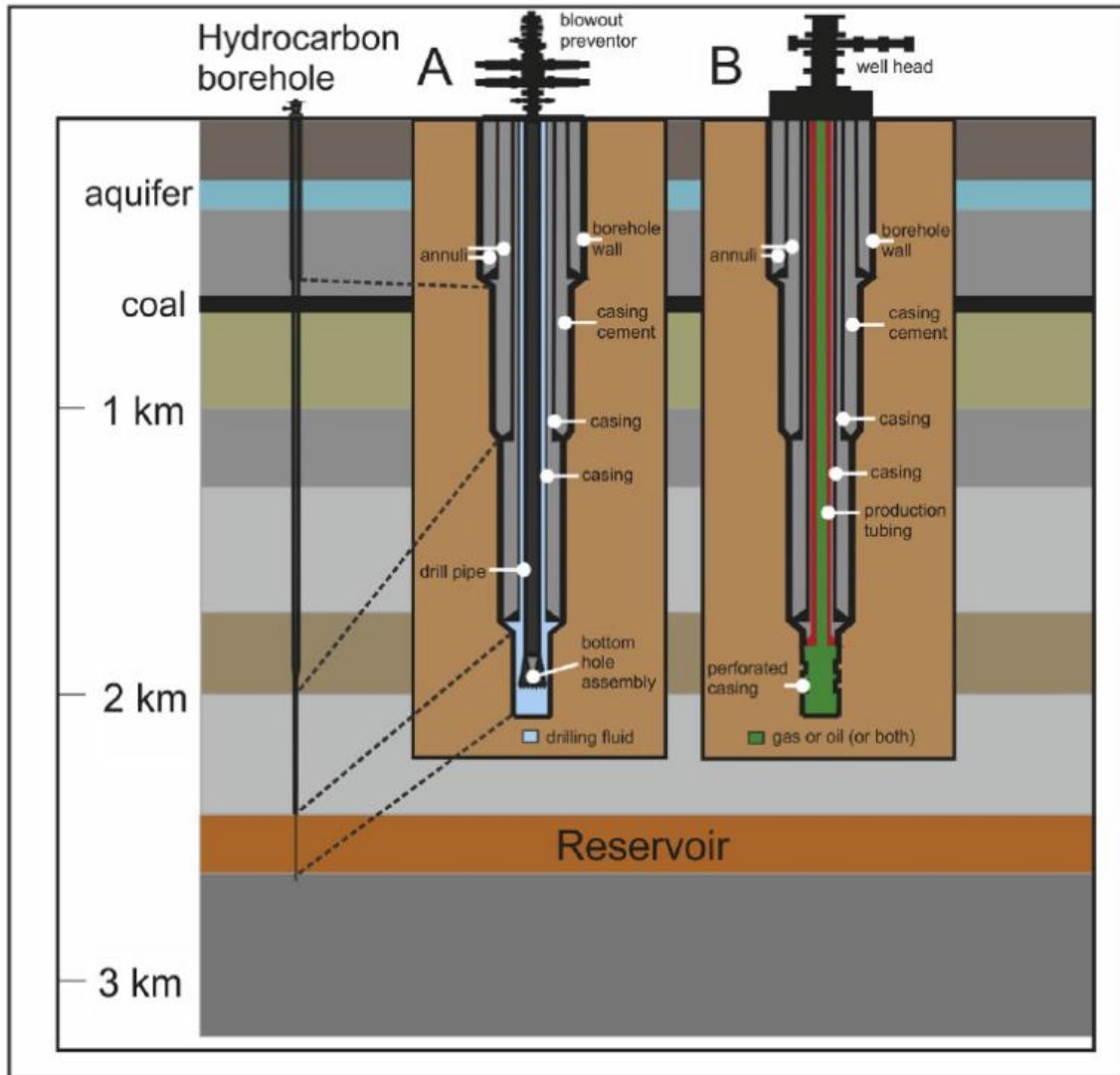
Tijdens het boren wordt er een boortoren van circa 40 meter hoog, geplaatst (een zogenaamde “Rig”, zie de toren in Figuur 7) van waaruit de boring plaatsvindt. Rondom de boortoren worden installaties geplaatst die nodig zijn voor de aandrijving van de boring. Ook zijn installaties aanwezig om de restmaterialen die uit de boorput komen op te vangen en te verwerken (onder andere water, slib, boorgruis en gas). De boortoren en bijbehorende installaties worden verplaatst zodra de boringen op een productielocatie voltooid zijn.

Het boren van een put naar een olie- of gasreservoir vindt plaats met een draaiende beetel die door het gewicht van de boorinstallatie daarboven met de tanden in de gesteenten wordt gedrukt. De met een motor (turbine- of elektromotor) aangedreven beetel kan gestuurd worden doordat het voorste gedeelte van de boorbuis in een bepaalde hoek gezet kan worden.

<sup>4</sup> Een opsporingsvergunning als bedoeld in Artikel 1 van de Mijnbouwwet.

<sup>5</sup> Zie Artikel 8 van de Mijnbouwwet.

Om het boorgat tijdens het boren te beschermen tegen beschadiging en vervorming, is het noodzakelijk om verbuizingen (casing) aan te brengen. Deze worden aan de boorgatwand vastgezet met cement dat in de ringruimte tussen verbuizing en boorgatwand wordt geperst. Door de verbuizing aan te brengen wordt de reeds doorboorde bodemlaag beschermd tegen binnendringen van boorspoeling en wordt instroming voorkomen van vloeistof of gas uit poreuze gesteenten naar het boorgat (zie Figuur 8).



Figuur 8 Schematische weergave van een typische put ontwerp voor, A: een exploratie put, B: een productie put (Davies, 2014).

De boormethode voor het winnen van conventioneel gas is van toepassing voor alle vormen van winning van gas en dus ook voor schalie- en steenkoolgas. De te hanteren veiligheidsmaatregelen, de gebruikte apparatuur, het aanbrengen van de verbuizing en het horizontaal boren komen alle voor bij het boren naar andere ondergrondse energiebronnen. Er zijn geen verschillen in de methode van boren (Witteveen & Bos, Arcadis, Fugro, 2013).

#### *Diepte boring*

De geschikte schalielagen, en dus boringen, komen voor op een diepte tussen de 1.000 en 5.000 meter. In de voorbeeldwinning wordt een verticale diepte van 3.100 m aangenomen (Halliburton, 2011). Bij een

schaliegasboring wordt de aardlaag horizontaal aangeboord zodat er een zo groot mogelijk volume kan worden bereikt<sup>6</sup>. In Halliburton wordt beschreven dat een horizontale boring onder de gegeven omstandigheden idealiter een lengte heeft van zo'n 1.500 meter. Deze horizontale en de eerder genoemde verticale lengte van de boring worden overgenomen in deze voorbeeldwinning. In totaal heeft een boorgat dan een lengte van zo'n 4.600 meter.

#### ***Duur boring***

Per dag is het technisch mogelijk om verticaal zo'n 80 tot 140 meter te boren. Gemiddeld zal er over het verticale deel van de boring (3.100 meter) zo'n 30 dagen worden gedaan. Voor het horizontale boren staat een vooruitgang van zo'n 60 tot 120 meter per dag. Gemiddeld zullen er daarom 15 dagen voor een horizontale boring nodig zijn. In totaal duurt een boring per boorput zo'n 1,5 à 2 maanden. Per productielocatie (10 putten) zal er dus 1 à 2 jaar geboord worden. Na het boren zal de boorinstallatie worden verplaatst naar de volgende productielocatie.

#### ***Benodigheden bij het uitvoeren van een boring***

Voor het uitvoeren van een boring zijn diverse materialen nodig. Ook ontstaan er diverse afvalwater- en slibstromen. Deze moeten worden aan- en afgevoerd en worden verwerkt.

Voor het begeleiden van de boring wordt boorvloeistof met diverse chemicaliën gebruikt als boorspoeling. De boorspoeling wordt toegepast om een minimale interactie met het gesteente te verkrijgen, verstopping van het boorgat tegen te gaan, smering tussen beitel, boorgat en boorvloeistof te bewerkstelligen, en drukregimes onder controle te houden. De samenstelling is in wezen niet anders dan bij conventionele olie- en gas boringen. Men hanteert boorvloeistoffen op water of olie basis. Met name in kleien, die gevoelig zijn voor zwellen door wateropname, wordt een boorvloeistof op olie basis toegepast. Aan het hoofdbestanddeel van de boorvloeistof worden verschillende zouten toegevoegd om de chemische reactie tussen water en gesteente tegen te gaan en de hydrostatische druk te reguleren. Daarnaast worden viscositeit verhogende kleien of polymeren toegevoegd die het verwijderen van het boorgruis mogelijk maken. Ten slotte worden ook polymeren toegevoegd om verlies van vloeistof naar het gesteente tegen te gaan.

Een generieke beschrijving voor een boring in Nederland, inclusief de samenstelling van de boorvloeistoffen, die mogelijk worden toegepast, is door Fugro beschreven (Fugro Geoservices B.V., 2014). Deze generieke beschrijving is gebaseerd op ervaringen opgedaan met boringen op verschillende locaties, dieptes en gesteentesamenstelling in Nederland. De exacte samenstelling, eigenschappen en concentraties van de boorvloeistof chemicaliën zullen in de praktijk afhankelijk zijn van de specifieke boorlocatie, boordiepte en de eigenschappen van de te doorboren lagen. Alle chemicaliën moeten voldoen aan de wettelijke bepalingen om toegepast te mogen worden. Voor biociden houdt dit in dat de betreffende middelen conform de biocidenverordening geautoriseerd moeten zijn voor de specifieke toepassing. Voor de overige chemicaliën geldt dat ze binnen REACH geregistreerd moeten zijn voor deze specifieke toepassing. Uiteraard zijn voor sommige chemicaliën strikte veiligheidsmaatregelen noodzakelijk.

In het Fugro rapport over boorvloeistof (Fugro Geoservices B.V., 2014) is een voorbeeld van een overzicht gegeven waarin beschreven staat welke boorvloeistoffen er bij welke diepte gebruikt zijn.

<sup>6</sup> De gesteentelagen waar het gas zich in bevindt zijn slechts 30-50 meter dik (Zijp, 2012). Om een groter oppervlakte te bereiken wordt er horizontaal in de laag geboord.

Type	Verticale diepte TVNAP (m/RT)	Soortelijk Gewicht (kg/m <sup>3</sup> )	Boor grootte (inch)	Casing (inch)
FWB/KPM	0	1,09 – 1,15	26"	24/16"
SWTR/KPM	1077	1,15 – 1,31	12 ¼"	9 5/8"
VCM	1785	1,13 – 1,26	8 ½"	7"
VCM	2874	1,26 – 1,55	6"	5"
VCM/ WBM	3061	1,25	4 7/8"	3 1/2"

Tabel 2 Generieke samenstelling boorvloeistof voor de Nederlandse situatie (Fugro Geoservices B.V., 2014)

*FWB = fresh water bentonite mud, boorvloeistof op basis van zoet water*

*KPM = Potassium based WBM, boorvloeistof op kalium en water basis*

*SWTR = Seawater based mud system, boorvloeistof op zeewater basis*

*VCM = oil based mud system, boorvloeistof op oliebasis*

Per put is ongeveer 1.300 m<sup>3</sup> water nodig voor het boren. Aangezien ongeveer 20% van de boorvloeistof terugvloeit, en kan worden hergebruikt, is het watergebruik van de volgende boring 1.067 m<sup>3</sup> (Witteveen & Bos, Arcadis, Fugro, 2013). De piek in watergebruik bedraagt circa 1,2 m<sup>3</sup>/uur. Indien er geen drinkwaterleiding aanwezig is, zal het bronwater per vrachtwagen worden aangevoerd.

#### **Restmaterialen boring**

Tijdens en na het boren komen er materialen naar boven uit de boorput. De samenstelling van het boorgruis is afhankelijk van de samenstelling van het gesteente en de diepte van de boring (dus ook de gebruikte boorvloeistof chemicaliën). Aangenomen wordt dat er per boorput ongeveer 200 m<sup>3</sup> aan boorgruis mee naar boven komt. Het boorgruis heeft een dichtheid van circa 2,6 Ton/m<sup>3</sup>. Daarbij wordt zo'n 20% à 270 m<sup>3</sup> van de gebruikte boorvloeistof hergebruikt voor een volgende put, de rest van de boorvloeistof blijft als mudfiltraat rond het boorgat zitten of wordt afgevoerd met het boorgruis (Witteveen & Bos, Arcadis, Fugro, 2013). De samenstelling van het boorgruis is locatie specifiek. Algemeen kan voor Nederland gesteld worden dat de samenstelling van het boorgruis uit klei, schalie, zand, zout en carbonaat gesteente bestaat (Fugro Geoservices B.V., 2014). Het boorgruis uit diepere lagen zou licht radioactief kunnen zijn.

In Nederland zijn strenge milieuregels van toepassing op de verwerking van het boorgruis. Opslag en afvoer van boorgruis dient gecontroleerd te worden uitgevoerd. Het verzamelde boorgruis wordt zodanig geconditioneerd dat opslag voor langere tijd mogelijk is. De oliefractie in het boorgruis zal thermisch worden verwijderd. Het residu van de boorgruis conditionering zal op een aparte locatie worden opgeslagen. Indien het geen milieubelastende stoffen bevat, wordt het boorgruis worden hergebruikt voor andere doeleinden. Voor de opslag en afvoer van afvalstoffen dient aan het "Besluit algemene regels milieu mijnbouw" worden voldaan.

#### **Overige effecten boring**

In de boorfase komen er ook uitlaatgassen vrij van de vrachtwagens en de diverse installaties. Ook zal er geluid worden geproduceerd.

#### **Samenvattende tabel boren**

In Tabel 3 zijn de gehanteerde waarden voor de booractiviteiten in de voorbeeldwinning gepresenteerd.

Boren	Eenheid	Range	Voorbeeldwinning
Boor afstand verticaal	M	1.000 – 5000	3.100
Boor afstand horizontaal	M	1.000 – 3000	1.500
Duur boring	Maanden	1,5 – 2	1,5
Gemiddeld watergebruik	m <sup>3</sup> /maand	0,16 – 0,42	0,29
Watergebruik boren	m <sup>3</sup> /put		1.334
Watergebruik piek	m <sup>3</sup> /u/put		1,2
Terugstromend boorvloeistof	%		20
Terugstromend boorvloeistof	m <sup>3</sup> /put		267
Hergebruik boorvloeistof	m <sup>3</sup> /put		267
Netto watergebruik opeenvolgende boring	m <sup>3</sup> /put		1.067
Boorgruis	m <sup>3</sup> /put		200
Slib productie uit boorvloeistof zuivering	m <sup>3</sup> /put		11
Vrachtwagen beweging voor afvoer boorgruis + slib	[-]/put		8
Vrachtwagen beweging aanvoer water eerste put	[-]/put		42
Totaal aantal boringen per jaar	[-]/j		8
Totaal watergebruik	m <sup>3</sup> /j		8.804
Totaal productie boorgruis	m <sup>3</sup> /j		1.600
Totaal vrachtwagenbewegingen afvoer boorgruis + slib	[-]/j		21
Totaal vrachtwagenbewegingen aanvoer water	[-]/j		275

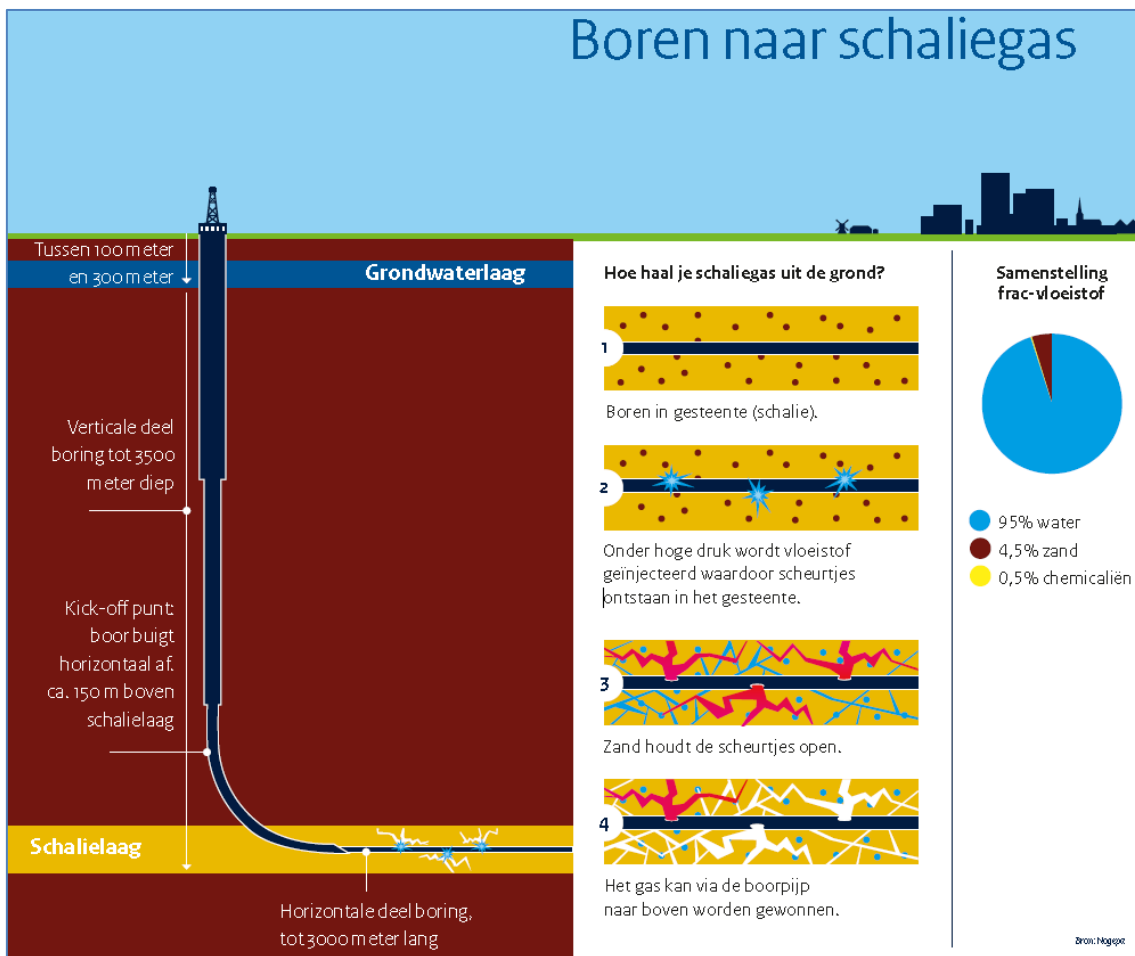
Tabel 3 Eigenschappen voorbeeldwinning

## Bijlage 5.5 Fracken

Bij schaliegaten stroomt het gas na het boren van een boorput door de lage doorlatendheid niet vanzelf naar de put toe. Daarom wordt in de frack fase onder hoge druk water geïnjecteerd in de gesteentelaag (de schalie) via geperforeerde gaten in de casing (Halliburton, 2011). Hierdoor ontstaan scheuren in het gesteente van waaruit gas kan ontsnappen. Dit proces heet fracken. De scheuren worden opgehouden met korrels zand die met het water mee naar beneden worden gebracht (dit wordt ook wel 'proppant' genoemd). Additieven worden toegevoegd om er onder andere voor te zorgen dat de proppants in de ontstane scheuren dringen en de bacteriegroei en corrosie worden tegengegaan. In Tabel 4 is een uitgebreidere beschrijving van de additieven weergegeven. De doorlaatbaarheid van het gesteente wordt door het fracken dus kunstmatig vergroot, waardoor het gas makkelijker naar de put kan stromen. De aangebrachte scheuren hebben een lengte van enkele tientallen meters (Ministerie van Economische Zaken, 2013).

Het hele boorgat wordt niet in één keer gefrackt. Men begint aan het eind van het horizontale gedeelte van de boorput en werkt richting het verticale gedeelte van het boorgat. Als eerst wordt het diepste deel van de put gefrackt, waarna dit deel wordt afgesloten met een zogenaamde 'plug'. Dit is een soort stop die voorkomt dat er al gas uit de put naar boven stroomt. Zodra de plug geplaatst heeft, gaat men verder met het fracken van het volgende deel van de boring (elk deel heet een 'frack stage' en is een onderdeel van het multi stage frack proces) totdat het hele horizontale gedeelte van de boring gefrackt is. Uiteindelijk worden alle plugs verwijderd en kan het gas naar boven stromen.

Om een zo groot mogelijk volume gas te kunnen winnen moeten meerdere putten geboord worden vanaf één productielocatie (Witteveen & Bos, Arcadis, Fugro, 2013). In Figuur 9 is het proces van fracken schematisch weergegeven.



Figuur 9: Kenmerken van een fictieve schaliegasboring in Nederland (Ministerie van Economische Zaken, 2013)<sup>7</sup>

Na verloop van tijd kan de productie van de putten afnemen. Het opnieuw fracken van de put is een eventuele optimalisatieslag en kan de productie weer doen toenemen. In de voorbeeldwinning is dit scenario niet opgenomen. Zie ook Bijlage 5.15 Leemten in kennis over her-fracken.

<sup>7</sup> In de figuur staat dat het horizontale deel van de boring tot 3.000 meter lang kan zijn. In de base case van Halliburton is het uitgangspunt dat een horizontale boring tot 1.500 meter lang is. De lengte van de horizontale boring is afhankelijk van technische en economische factoren.



*Diepte en lengte fracken*

Zoals aangegeven bij de beschrijving van de boring wordt er in deze voorbeeldwinning aangenomen dat er tot een diepte van 3.100 meter verticaal geboord wordt. Daarna wordt er horizontaal geboord. Het fracken zal plaatsvinden in het horizontale gedeelte van de boorput (1.500 meter lengte). Dit zal gebeuren in 22 frack stages (Halliburton, 2011). Elke frackstage is ongeveer 70 meter lang en wordt afgesloten met een plug.

*Duur fracken*

Er zijn verschillende technieken voor het fracken mogelijk (Halliburton, 2011). Afhankelijk van de gekozen techniek zal het fracken tussen de 46 en 122 uur per boorput duren (2 tot 5 dagen). Per productielocatie is dit dus 20-50 dagen (3-7 weken). De mogelijkheid bestaat dat een put na verloop van tijd opnieuw gefrackt wordt om de productie van de put te optimaliseren. (Sumi, 2008). In de voorbeeldwinning wordt het opnieuw fracken als een nieuwe afzonderlijke frackfase gezien en is er daarom uitgegaan van een eenmalige frack fase aan het begin van de levensduur van de put.

*Benodigheden fracken*

Bij het fracken wordt water met additieven in de put geïnjecteerd. Het voornaamste additief is proppant dat de functie heeft om de scheuren in de schalielaag open te houden. Tevens worden er specifieke additieven toegevoegd om de productie van het gas te maximaliseren en de kwaliteit van het gas, en de put te waarborgen. De samenstelling van de frackvloeistof is locatie specifiek en hangt af de condities van de schalielaag en de voorkeur van de partij die de boring uitvoert (concessiehouder).

De twee voornaamste frack vloeistoffen die worden toegepast zijn Cross-linked en Slick. Naar verwachting zal cross-linked worden toegepast bij relatief zacht gesteente en slick bij relatief hard gesteente. Aangezien de Posidonia Schalie Formatie rijk is aan klei met Calsiet en kan worden beschouwd als relatief zacht gesteente is het aannemelijk dat de voorkeur voor cross-linked als frack methode zou gaan. Het Geverik Laagpakket is rijk aan silica en relatief hard gesteente, waardoor het aannemelijk is dat de slick methode in deze laag wordt toegepast (Perez, 2013) (Pitcher, 2011).

Het voornaamste verschil tussen de methodes is dat er bij cross-linked meer proppants en additieven worden toegevoegd dan bij slick. Door het toevoegen van deze additieven is minder water benodigd bij gebruik van cross-linked frack vloeistof. In Tabel 4 zijn concentraties van additieven gegeven van tweetal voorbeeld winningen bij cross-linked en slick methodes. De aangenomen concentratie voor elk type additief is gebaseerd op een tweetal typische voorbeelden vermeld in het KWR rapport uit 2012. In dit rapport wordt op basis van gepubliceerde gegevens uit de VS en Duitsland een overzicht gegeven van meest gebruikte chemicaliën per additief groep.

De hoeveelheid ruw water die wordt gebruikt voor de frack van de put hangt af van de hoeveelheid frackstages en de gehanteerde methode. Bij cross-linked water frack wordt er gemiddeld 4.000 m<sup>3</sup> water per put gebruikt, bij slick water frack wordt er gemiddeld 19.000 m<sup>3</sup> water per put gebruikt (Witteveen & Bos, Arcadis, Fugro, 2013). In de voorbeeldwinning is uitgegaan van 19.000 m<sup>3</sup> per put. In Halliburton(2011) wordt 10.500 m<sup>3</sup> frack water per put gehanteerd, waarin 680 ton proppant per put. Dat geeft een totaal van 6.800 ton proppant per productielocatie.

Het scenario in de voorbeeldwinning gaat uit van aanvoer van water met leiding en aanvoer van additieven voor het boren en fracken per as. Mocht er geen drinkwater worden gebruikt, of de productielocatie niet aangesloten zijn op het waterleidingnet, dan zal de vloeistof per vrachtwagen worden aangevoerd.

Frack additieven	Afzonderlijke chemicaliën die kunnen worden toegepast	Doel additief	Eenheid	Cross-linked	Slick
Water		Scheur vergroten en zand transporteren.	m <sup>3</sup> /put	19.000	4.000
Proppant	Silica, Kwarts zand, Keramische korrels, Bauxite	Openhouden scheur zodat gas en olie kunnen ontsnappen	mg/l	8,960%	4,640% <sup>8</sup>
Zuur	HCl, HF	Helpt bij oplossen zouten en creëren van scheuren	mg/l	0,123%	
Biocide	Glutaraldehyde, 2-Bromo-2-nitro-1,2-propanediol, CMI/MI mix (KathonR)	Verhindert bacteriegroei met mogelijk corrosieve bijproducten	mg/l	0,001%	0,0036%
Breaker	Ammonium persulfaat, Diammonium peroxodisulfaat, natriumbromaat	Zorgt voor een uitgestelde afbraak van de gel	mg/l	0,010%	
Klei stabilisator	Tetramethyl ammonium chloride	Voorkomt het zwellen van klei in de formatie	mg/l	0,060%	0,083%
Corrosie inhibitor	Methanol, N,n-dimethyl formamide,	Voorkomt corrosie van de pijp	mg/l	0,002%	
Crosslinker	Sodium tetraborate, Kaliumhydroxide, 2, 2', 2"-Nitrilotriethanol, Zirconium dichloride oxide	Zorgt voor viscositeit vloeistof bij stijgende temperaturen	mg/l	0,007%	
Frictieverlaging	Polyacrilamide, Petroleum distillaat, Polyethylene glycol-octyphenyl ether	Verlaagde de frictie	mg/l	0,088%	0,069%
Gel	Guar gum, hydroxyethyl cellulose, citrus terpenes (component van gel agent)	Maakt de vloeistof dikker zodat de proppant opgenomen kan worden	mg/l	0,056%	
IJzer control	Citroen zuur, thyglycolzuur	Voorkomt neerslag in de pijp	mg/l	0,004%	
pH correctie	Natronloog, Natrium of Kaliumcarbonaat	Zorgt voor het behouden van de effectiviteit van de andere additieven zoals de crosslinkers	mg/l	0,011%	
Scale inhibitor	Ethyleen glycol, Ammonium chloride, Polyacrylaat	Voorkomt neerslag in boorput en in installaties	mg/l	0,043%	
Surfactant	2-Butoxyethanol, Methanol	Verhoogt de viscositeit van de vloeistof	mg/l	0,085%	

Tabel 4 Samenstelling frackvloeistof cross-linked en slick water (KWR, 2012), (Witteveen &amp; Bos, Arcadis, Fugro, 2013)

**Restmaterialen fracken**

Na het fracken komt er water terug omhoog uit de boorput. Het terugstromende water dat gedurende de frackfase naar de oppervlakte komt wordt flowback genoemd. De samenstelling van het flowback water

<sup>8</sup> Circa 10% van proppants stroomt terug

varieert en is afhankelijk van de samenstelling van de frack vloeistof en de lokale bodemomstandigheden. Bij het fracken zal het frack water namelijk mineralen uit het gesteente opnemen; ook kan de kwaliteit beïnvloed worden door de kwaliteit van het formatiewater. Flowback water bevat over het algemeen hogere concentraties zwevend stof (vooral zand proppant), klei, chemische frack additieven, opgeloste metalen en zouten.

In de voorbeeldwinning is uitgegaan van een worst-case scenario waarbij flowback water voor 100% bestaat uit frackvloeistof. Het flowbackwater stroomt via de put naar het oppervlak gedurende een periode van drie á vier weken. Het meeste water stroomt terug in de eerste zeven tot tien dagen na het fracken (ISAH, 2012). Het flowbackwater wordt op het oppervlak gezuiverd.

Het totaal volume terugstromend flowback water is in de orde van grootte van 20-40 % (Witteveen & Bos, Arcadis, Fugro, 2013) van de geïnjecteerde frack vloeistof, dit is zeer afhankelijk van de geologische samenstelling/soort van schalie. Halliburton neemt aan dat er in het begin zo'n 15% van het geïnjecteerde water weer terug komt uit de put, oftewel circa 1.575 m<sup>3</sup>. Voor de voorbeeldwinning is uitgegaan van een flowback van 30%. Bij toepassing van cross-linked bedraagt deze hoeveelheid 1.200 m<sup>3</sup> en bij slick 5.700 m<sup>3</sup> per put. In Tabel 4 zijn de waterhoeveelheden die worden gebruikt bij het fracken evenals worden geproduceerd gegeven voor de cross-linked en slick methodes. Het watergebruik in cross-linked is dus aanzienlijk lager dan bij slick. Het fracken van een put kent een looptijd van twee dagen, waardoor de maximale piek in watergebruik bij slick circa 400 m<sup>3</sup>/u bedraagt. Er is aangenomen dat in het eerste jaar dat er gefracked wordt, het afvalwater nog niet kan worden hergebruikt voor fracken. Het maximale effluent debiet van de afvalwaterzuivering bedraagt daardoor circa 79 m<sup>3</sup>/u. Het gezuiverde afvalwater wordt vervolgens op het oppervlaktewater geloosd.

## Bijlage 5.6 Winnen

Na het fracken worden de stoppen (plugs) verwijderd uit de boorputten en stroomt het gas vanzelf uit de boorput. Een compressorstation voert de druk in de leiding middels een compressor op. Door de druk van een compressorstation kan het gas naar een volgende compressorstation, gasbehandelingsinstallatie en/of eindstation worden getransporteerd. Het gas wordt vanaf de productielocaties via gasleidingen naar de centrale gasverwerkingsinstallatie geleid. Op een gasbehandelingslocatie wordt het gas op de juiste kwaliteit (samenstelling, druk) gebracht voor levering aan een gasdistributeur zoals de Gasunie. De grootte van de behandelingslocatie is circa 5 ha (Halliburton, 2011). In dit planMER wordt uitgegaan van een afmeting van 110 x 130 meter. Er is sprake van meer bovengrondse onderdelen (leidingen, vaten en bouwwerken) dan bij een gemiddelde productielocatie. In Halliburton wordt aangenomen dat de gasverwerkingsinstallatie een capaciteit heeft van ongeveer 14 miljoen m<sup>3</sup> gas per dag.

Op de productielocatie blijven de werkzaamheden beperkt tot controle- en onderhoudswerkzaamheden. Het is mogelijk dat tijdens de winningsfase opnieuw gefracked moet worden om de put te stimuleren. Op de boorlocatie is weinig meer te zien dan de putafsluiters (well heads) een eventueel enkel laag controlegebouw, eventueel enkele bijgebouwen voor opslag en/of compressie installaties, diverse staande en/of liggende opslagtanks en het nodige leidingwerk (TNO, 2012). Verder bestaat de locatie uit een vloeistofdichte vlakke plaat asfalt met een hek eromheen. Het totale oppervlak van de productielocatie wordt terug gebracht naar 0,2 - 0,3 ha (Witteveen & Bos, ARCADIS, Fugro, 2013).

Gedurende de winning van het gas blijft er water uit de putten omhoog komen (productiewater). De hoeveelheidproductiewater is afhankelijk van de situatie. De hoeveelheidproductiewater is voornamelijk afhankelijk van de omstandigheden in de ondergrond, met name de formatiewater. In de praktijk praat

men over "droge" en "natte" putten (Matthew E. Mantell, 2011) en (Schramm, 2011) geeft een hoeveelheidproductiewater in de orde van grootte van 0.3 – 6 m<sup>3</sup>/dag. In Damme 3 (ISAH, 2012) is de hoeveelheidproductiewater na 55 dagen (vanaf fracken) afgenomen tot circa 10 m<sup>3</sup> per dag per put.

De samenstelling van het productiewater is afhankelijk van formatiewater kwaliteit en de opname van stoffen die van nature in de schalielaag aanwezig zijn, zoals ijzer, kalk, zouten, zware metalen, sporenelementen (lood, arseen, zink), BTEX, licht radioactieve mineralen (radium en uranium) en tal van (an)organische verbindingen.

Productiewater	Eenheid	Range	Waarde
Productiewater per put	m <sup>3</sup> /put/d	0,3 - 10	5*
Productie per jaar	m <sup>3</sup> /put/j		1.825
Maximaal aantal putten op productie	[-]		130
Totaal hoeveelheid productiewater	m <sup>3</sup> /j		237.250

Tabel 5 Samenvattende tabelproductiewater \* (Matthew E. Mantell, 2011)

#### *Duur winning*

De tijd dat de put blijft produceren is afhankelijk van de hoeveelheid gas in de schalielaag en de doorlaatbaarheid van de laag. De duur van de winning bedraagt ongeveer 10-30 jaar (Witteveen & Bos, Arcadis, Fugro, 2013). Voor de voorbeeldwinning werd aangenomen: circa 15 jaar actieve productie en 10 jaar tailing (nalevering) (Royal Haskoning, 2012).

## Bijlage 5.7 Verlaten

Wanneer het veld leeg is of niet meer succesvol produceert, wordt de productielocatie inclusief alle bijbehorende leidingen verwijderd en worden de putten afgedicht ('geplugd'). In het Mijnbouwbesluit (artikel 39 en 40) zijn regels opgenomen over het buiten gebruik stellen van mijnbouwwerken. De strekking van deze artikelen is dat de mijnbouwonderneming een sluitingsplan op moet stellen. Daarin is onder andere opgenomen hoe de sluiting plaats gaat vinden, welke maatregelen genomen worden om schade te voorkomen en wat er gedaan wordt om het terrein zoveel mogelijk in de oude staat terug te brengen. De Minister van Economische Zaken moet instemmen met het sluitingsplan. De minister kan daarbij voorschriften opnemen om bijvoorbeeld schade te beperken. In de Mijnbouwregeling zijn concrete eisen opgenomen om boorputten af te sluiten op een wijze die de veiligheid voor mens en milieu waarborgt.

Buiten gebruik gestelde putten kunnen een risico opleveren wanneer het cement en de casings of de afdichting van de put zelf (meestal een cementplug) worden aangetast door grondwater of vloeistoffen en gassen in de put zelf. De Mijnbouwregeling van 2002 schrijft voor dat voordat een put buiten gebruik wordt gesteld, deze gevuld moet zijn met een vloeistof van een zodanig soortelijk gewicht dat iedere in de put te verwachten druk kan worden weerstaan en van een zodanige samenstelling dat corrosie wordt voorkomen. Daarnaast is men in Nederland verplicht boorgaten te registreren in een landelijke database. In Nederland bestaat de opruimplicht (op basis van de Mijnbouwwet) waarbij het uitgangspunt is dat de locatie zo wordt opgeruimd en verwijderd dat de oorspronkelijke situatie weer ontstaat.

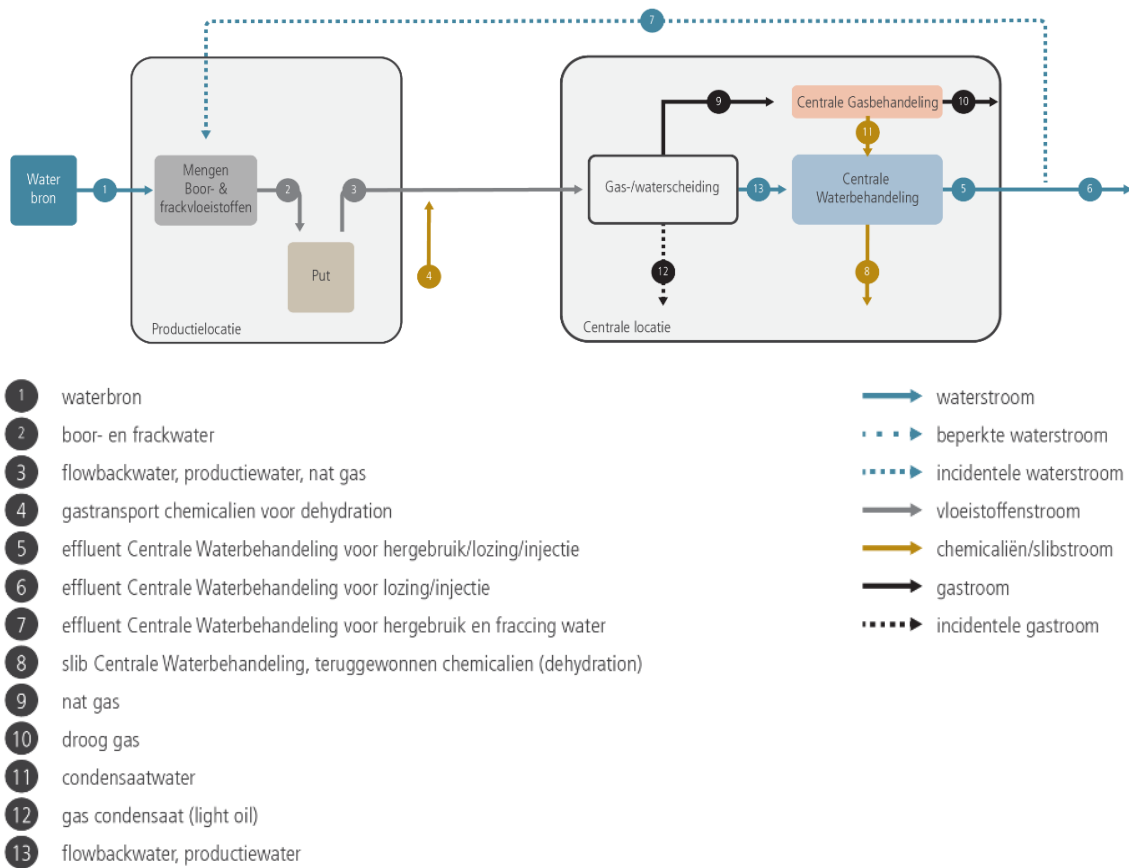
## Bijlage 5.8 Logistieke Scenario's

Het boren, fracken en produceren van de 13 productielocaties in de voorbeeldwinning kan in verschillende scenario's uitgevoerd worden. De scenario's kunnen verschillen in de manier van aanvoer van boor- en frackvloeistoffen naar de productielocaties en de afvoer en verwerking van het gas en afvalwater. Het scenario in de voorbeeldwinning gaat uit van aanvoer van water met leiding en aanvoer van additieven voor het boren en fracken per as. De flowback- en productiewaterstroom worden na toevoeging van anticorrosie en dehydratatie chemicaliën per leiding naar een centrale gas- en waterbehandelingsinstallatie getransporteerd. Op deze centrale locatie wordt het gas van het water gescheiden. Het gas kan via leidingen naar de centrale gasverwerkingsinstallatie geworden getransporteerd.

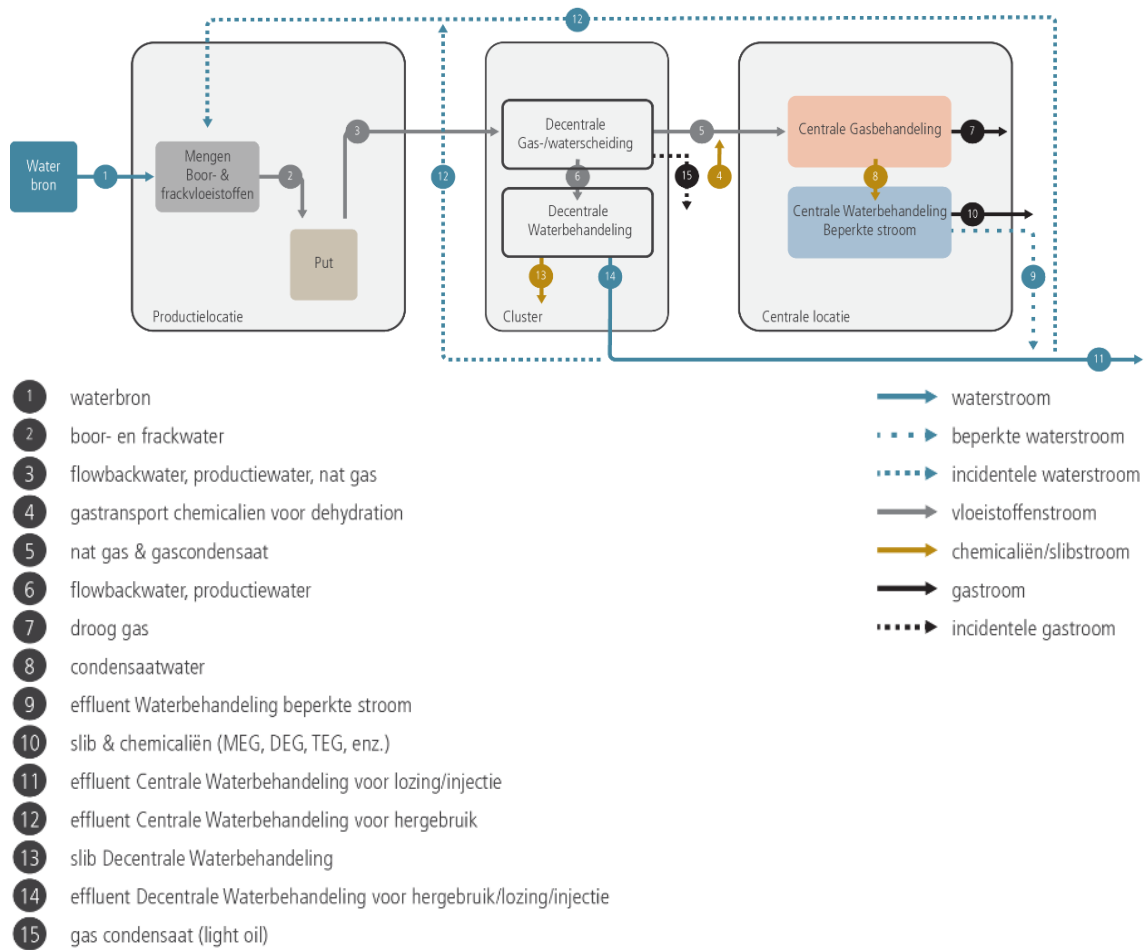
Het afvalwater wordt gezuiverd in de centrale waterzuivering. Dit zorgt voor een gezuiverd waterstroom en een reststroom van slib. Het gezuiverde water kan worden hergebruikt voor het fracken, hiervoor zullen tijdelijke leidingen worden gebruikt. De opslag en aanmaak van frackvloeistof zal gezien de centrale waterzuiveringsinstallatie centraal plaatsvinden, Figuur 10. In de voorbeeldwinning wordt verder ervan uitgegaan dat de opslag van de boorvloeistof decentraal (per productielocatie) plaatsvindt.

Een mogelijke alternatief logistieke scenario houdt in decentrale gas- en waterscheiding, met decentrale (per put of per cluster van putten) waterzuivering, en aanvoer van gescheiden gas (en gas condensaat) naar een centrale gasbehandelingsinstallatie, Figuur 11. Er zijn ook hybride varianten mogelijk waarbij afhankelijke van de waterkwantiteit en kwaliteit eerst een (mobiele of meerdere vaste) decentrale waterzuivering(en) operationeel zijn, en in een latere fase een centrale waterzuivering in bedrijf wordt

genomen; in dit alternatief zou de centrale waterzuivering voornamelijk dienen voor het zuiveren van productiewater ten behoeven van lozen op oppervlaktewater tijdens exploitatie.



Figuur 10: Scenario 1. Centrale gas/waterscheiding en waterzuivering



Figuur 11 Scenario 2. Decentrale gas/waterscheiding en waterzuivering

### Vrachtwagenbewegingen

Alle benodigde materialen, apparatuur en installaties dienen naar de productielocaties en centrale behandelingsinstallatie getransporteerd te worden. Het transport van water ten behoeve van het boren en fracken kan per as of per leiding plaatsvinden. In de voorbeeldwinning wordt rekening gehouden met de aanvoer van water via leidingen. In Tabel 6 is, voor zowel aanvoer van water per as als per leiding, een overzicht weergegeven van het aantal vrachtwagenbewegingen per fase van de schaliegaswinning.

Type vrachtwagen	Aanvoer water per as		Aanvoer water per leiding	
	Zwaar >13ton	Licht 6 ton	Zwaar >13ton	Licht 6 ton
Aanleg	3.640	3.553	3.640	3.553
Boren	20.670	45.240	3.770	18.980
Fracken	207.480	56.507	51.480	28.253
Winnen	11.700	0	11.700	0
Afwerking	1.170	1.300	1.170	1.300
Totaal	244.660	106.600	71.760	52.087

Tabel 6 Aantal vrachtwagenbewegingen (heen en terug) voor 13 productielocaties, (NYSDEC, 2011) pagina 6-302.

## Bijlage 5.9 Leidingen

### *Leidingen*

Gas en water afkomstig van de productielocaties worden met gas- en waterleidingen naar de gasverwerkingsinstallatie vervoerd. In deze paragraaf worden de eigenschappen van (de aanleg van) deze leidingen beschreven. Er is uitgegaan van een worstcase situatie waarbij een zo groot mogelijk netwerk aan gas- en waterleidingen moet worden aangelegd om de voorbeeldwinning mogelijk te maken.

De hoeveelheid aan te leggen leiding is afhankelijk van de afstanden tussen de productielocaties, gasverwerkingsinstallaties en omliggende gas- en waterleidingnetwerk. Daarbij is het van belang hoe de productielocaties en de gasverwerkingsinstallatie met elkaar verbonden zijn. In de voorbeeldwinning zijn scenario's geschetst voor de verbinding van de productielocaties met een gasverwerkingsinstallatie. Voor deze scenario's zijn de hoeveelheid aan te leggen water- en gasleidingen bepaald.

### *Waterleidingen*

#### *Ruw water*

Ten behoeve van de boor- en frackfase worden de productielocaties aangesloten op het waterleidingnet. In de voorbeeldwinning is aangenomen dat drinkwater als ruw water wordt gebruikt bij het boren en fracken. Gezien de fijnmazigheid van het Nederlandse leidingwatersnet wordt aangenomen dat de productielocaties zich maximaal 5 km van een geschikte<sup>9</sup> bestaande waterleiding bevinden. In een worst case situatie is er voor elke productielocatie een waterleiding van 5 km nodig om de productielocatie van bronwater te voorzien. Dit geldt voor alle scenario's. Dit gaat voor 13 productielocaties om een lengte van 65 km (13 x 5 km) waterleiding. Aangenomen is dat de leidingen de maximaal benodigde dikte hebben van 400 mm.

#### *Afvalwater*

Bij de schaliegaswinning ontstaat afvalwater dat bestaat uit een mix van, boor, flowback en productiewater. In één scenario van de voorbeeldwinning is ervan uitgegaan dat geproduceerd afvalwater, nadat het is gezuiverd op de centrale locatie, wordt hergebruikt op de productielocaties. Om dit mogelijk te maken zijn er tussen elke productielocatie en de gasverwerkingsinstallatie twee leidingen nodig; één leiding voor het transport van afvalwater, en één leiding voor het transport van gezuiverd water. Aangenomen wordt dat de productielocaties maximaal 5 km van de centrale gasverwerkingsinstallatie liggen. In een worst case situatie zijn de leidingen voor afval- en gezuiverd water dus allebei 5 km lang. Voor 13 productielocaties is daarom uitgegaan van 65 km aan leidingen (13 x 5 km). Deze leidingen kunnen waarschijnlijk op hetzelfde tracé worden aangelegd, wat zorgt voor weinig extra ruimtebeslag. In een ander scenario zijn deze twee leidingen voor afval- en gezuiverd water niet nodig; het water wordt immers op de productielocatie zelf gezuiverd.

#### *Aanlegfase*

Tijdens de aanlegfase van de waterleidingen zal er een sleuf worden gegraven van maximaal 1 meter breed. De waterleidingen worden aan de rand van de sleuf in elkaar gelast en dan in de sleuf getakeld. Bij moeilijk te passeren obstakels (wegen, waterwegen) kan er gebruikt worden gemaakt van een gestuurde boring. Er wordt een werkstrook gebruikt van ongeveer 30 meter breed.

<sup>9</sup> Uit **Error! Reference source not found.** blijkt dat de benodigde hoeveelheid van 400 m<sup>3</sup>/u geleverd kan worden met in en leiding van circa 400 mm bij 1 m/s en 201mm bij 2 m/s.



### *Gebruiksfase*

In de gebruiksfase zorgt een waterleiding voor ruimtebeslag. Er wordt meestal boven de waterleiding in het bestemmingsplan een zone met dubbelbestemming aangehouden waarop niet of beperkt (een maximale bouwhoogte van bijvoorbeeld 2 meter) gebouwd mag worden. Soms wordt er ook een veiligheidszone aan weerszijden van de waterleiding aangegeven (tot 5 meter aan weerszijden van het hart van de leiding).

### *Gasleidingen*

#### *Netwerk tussen productielocatie en gasverwerkingsinstallatie*

Tussen de productielocaties en de gasverwerkingsinstallatie wordt het onbewerkte gas vervoerd. Dit gebeurt door gasleidingen met een diameter van 6-12 inch (150 - 300 mm). Aangenomen is dat de afstand tussen productielocaties en de gasverwerkingsinstallatie maximaal 5km is (Halliburton, 2011). In totaal is er dan, met 13 productielocaties, 65 km aan leidingen voor onbewerkt gas nodig (13 x 5 km).

#### *Hoofdgasleidingnetwerk*

Nadat het gas op de gasverwerkingsinstallatie is bewerkt wordt het getransporteerd naar het hoofdleidingnetwerk middels leidingen van 48 inch (1.210 mm) (Halliburton, 2011). De afstand van de gasbehandelingsinstallatie tot aan het hoofdgasleidingnetwerk is locatie specifiek. In de voorbeeldwinning is uitgegaan van een afstand van 5 km.

#### *Aanlegfase*

Deze leidingen worden doorgaans aangelegd 'in den droge' door middel van een open sleuf van minimaal 2,7 meter diep. De breedte van een sleuf is ongeveer 2 meter (Gasunie, 2007). Tijdens de aanleg in den droge wordt er gewerkt in een werkstrook van ongeveer 50 meter. Over de breedte van deze strook dient de grond te worden vrijgemaakt van begroeiing. Tijdens de aanleg wordt de sleuf bemalen. Per sectie wordt er ongeveer 2 weken bemalen. Voor het passeren van obstakels (wegen, watergangen, spoorlijn, e.d.) wordt in de meeste gevallen gebruik gemaakt van geboorde methoden.

### *Gebruiksfase*

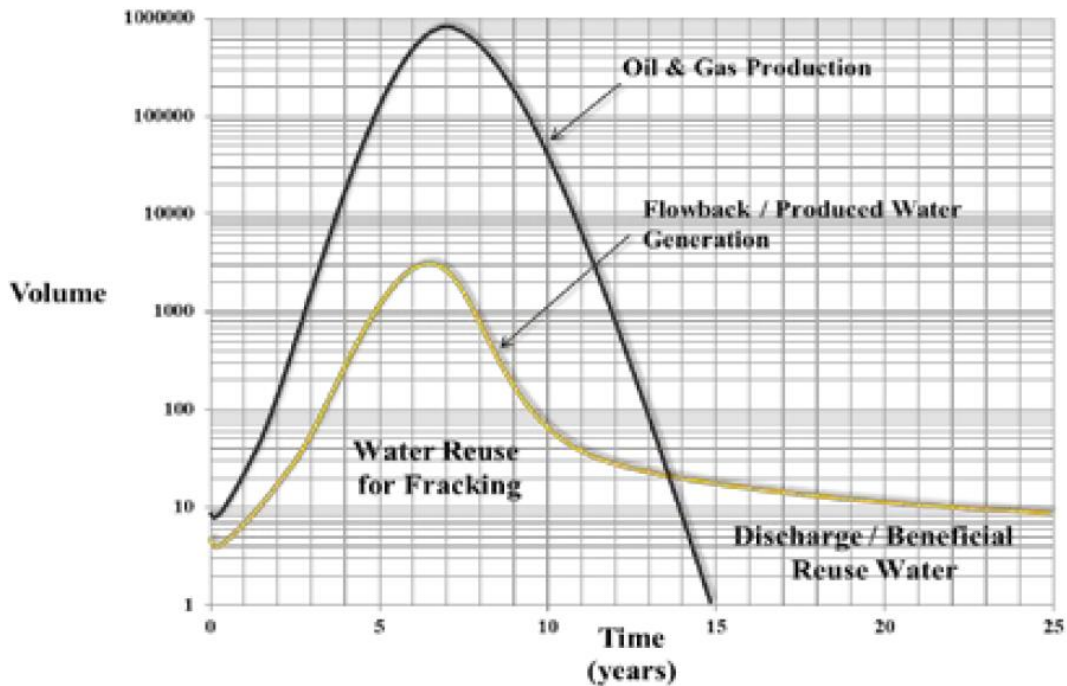
In de gebruiksfase zorgt een gasleiding voor ruimtebeslag. Er wordt meestal boven de gasleiding in het bestemmingsplan een zone met dubbelbestemming aangehouden waarop niet of beperkt (een maximale bouwhoogte van bijvoorbeeld 2 meter) gebouwd mag worden. Soms wordt er ook een veiligheidszone aan weerszijden van de gasleiding aangegeven (tot 5 meter aan weerszijden van het hart van de leiding). Ook kan worden aangegeven dat er niet geploegd of gegraven mag worden in de zone waar de leiding zich bevindt. Begroeiing van grote struiken/bomen boven de gasleiding is meestal ook niet toegestaan.

## Bijlage 5.10 Watermanagement

Voor het boren en fracken zijn aanzienlijke hoeveelheden water van specifiek kwaliteit nodig. De hoeveelheid watergebruik en -productie is afhankelijk van de geologische karakteristieken van de schalie (porositeit, laagdikte, diepte, enz.), het aantal putten en de frack methode. De kwaliteit van vereist bronwater voor frack doeleinden is beïnvloed door de gekozen frack methode; de frack methode (cross-linked of slick water frack met veel variaties en mogelijkheden) is bepaald door de karakteristieken van de schalie en de specifieke ervaring en kennis van het gaswinningsbedrijf. Uiteindelijk is dit ook bepalend voor de hoeveelheden terugstromend flowback en productie water. De vereiste waterzuivering, is afhankelijk van de vereiste ruw-waterkwaliteit voor frack doeleinden, de kwaliteit van het terugstromende flowback- en productiewater, en beoogde doel van het gezuiverde flowback en productiewater. Het water kan worden hergebruikt, geloosd op oppervlakte water of kan worden

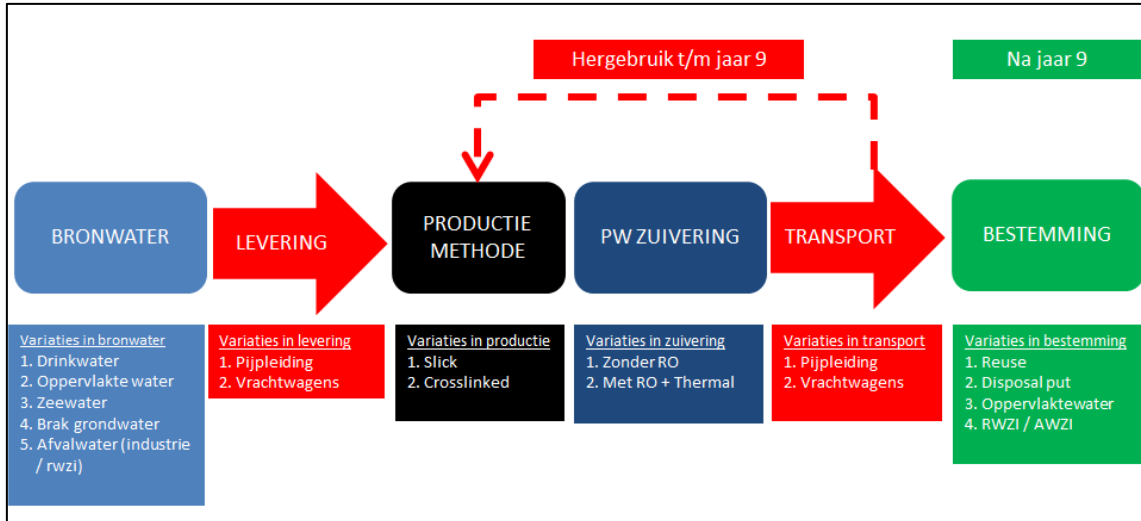
geïnjecteerd conform wetgeving. Over (het risico op aardbevingen door) afvalwaterinjectie zijn onlangs Kamervragen beantwoord door de Minister van Economische Zaken (Ministerie van Economische Zaken, 2015).

Figuur 12 (Y as in log schaal) geeft aan een generiek voorbeeld van de variatie in kwantiteit van schaliegaswinning en de resulterende stromen van terugstromend flowback en productiewater. Hierin is te zien dat gasproductie toeneemt naarmate er meer putten geboord zijn; hierdoor stijgt de waterproductie ongeveer evenredig met de gasproductie. Na een bepaalde periode (15 jaar in de generieke voorbeeld) wordt er relatief weinig gas gewonnen, terwijl de het productiewater ook geleidelijk afneemt. In de periode van stijgende gasproductie (steeds meer putten worden genomen in productie) kan de terugstromend flowback en productiewater gezuiverd worden ten behoeven van hergebruik voor frack. In de latere periode komen er geen nieuwe putten in productie en zou de terugstromend productiewater geloosd of hergebruikt moeten worden voor andere doeleinden. Dit betekent dat de doel en de techniek van de waterzuivering gedurende de exploitatie periode zou veranderen. Het is belangrijk om op te merken dat de waterkwaliteit van het terugstromend flowback en productiewater van dichtbij gelegen putten, zelfs van een put in tijd kan verschillen/variëren, en is dus ook van invloed op de te kiezen waterzuiveringstechnologie/-schema en resulterende water en slibstromen.



Figuur 12 Voorbeeld verschil waterkwantiteit gedurende de levensduur, (Vlaski A., 2014)

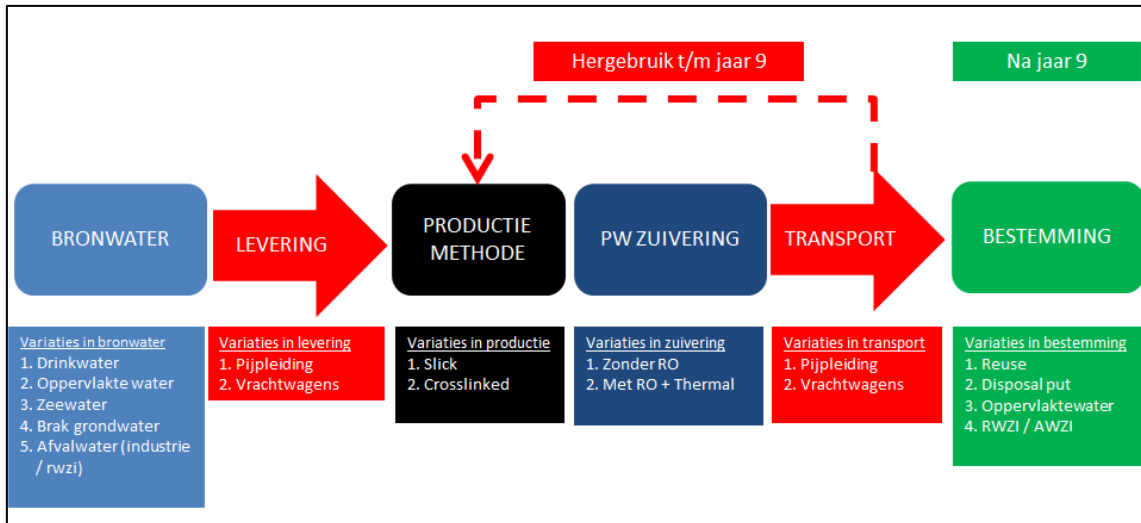
De verschillende concepten en variaties van schaliegaswinning die van invloed zijn op het watermanagement zijn weergegeven in onderstaand blokschema,



Figuur 13. In de praktijk kan er water worden geleverd uit verschillende bronnen. Conventionele bronnen zijn drinkwater uit het waterleidingnetwerk, grondwater en oppervlaktewater. Onconventionele bronnen zijn effluënten van riool- en afvalwaterzuiveringsinstallaties, brak grondwater en zelfs zeewater. Afhankelijk van de beschikbare infrastructuur en bronkeuze varieert het watertransport per as of pijpleiding. Afvalwater dat ontstaat naar aanleiding van het fracken (flowback en productiewater) variëren ook in kwantiteit en kwaliteit. Dit is bepalend voor zijn definitieve bestemming en eventuele hergebruik, met of zonder zuivering, en resulterende slibstromen.

Onderwerp	Aanname
Bronwater	Drinkwater
Productie methode	Slick en cross-linked zijn beschouwd
Waterzuivering	- Fysisch/chemisch ten behoeve van hergebruik voor frack doeleinden - Ontzouting door middel van membranen (RO voor zoutgehaltes tot 50.000 mg/L) en thermische behandeling (voor zoutgehaltes tot ±200.000 mg/L)
Transport	Pijpleiding voor aanvoer leiding water. Pijpleiding voor gezuiverd afvalwater voor hergebruik bij frack en/of lozing op oppervlaktewater, vrachtwagens voor boorgruis en slib.
Bestemming	Gezuiverd afvalwater kan worden geloosd op aangewezen oppervlaktewater.

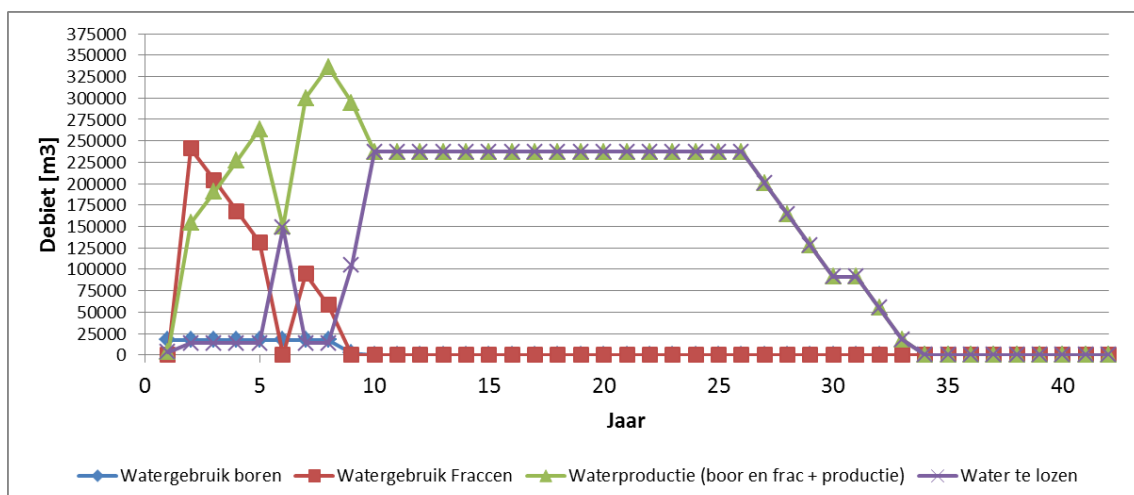
Tabel 7 Uitgangspunten van watermanagement gehanteerd in de voorbeeldwinning



Figuur 13: Generiek blokschema watermanagement (de voorbeeldwinning is in oranje gemarkeerd); tevens is afgebeeld dat de eerste 17 jaar het afvalwater wordt hergebruikt en daarna op oppervlaktewater wordt geloosd.

De waterbalans van de schaliegaswinning is uitgewerkt voor een scenario waarbij de voorbeeldwinning geconstrueerd wordt m.b.v. twee boorinstallaties. Deze twee installaties zullen alle 13 productielocaties met elk 10 putten een voor een realiseren. Aangenomen is dat het boren van een put anderhalve maand duurt. Nadat elk van de 10 putten is geboord wordt de put gedurende 21 dagen gefrackt (22 frack stages per put). Hierna zal gedurende 30 dagen 30% van het geïnjecteerde water terugstromen (flowback).

In Figuur 14 is het scenario met gebruik van de slick water frack methode weergegeven, op basis van de gegevens in (Witteveen & Bos, Arcadis, Fugro, 2013). Hierin is het jaarlijkse bronwatergebruik voor boren en fracken gegeven, de hoeveelheid water die wordt geproduceerd door het boren, fracken en produceren, en ten slotte de hoeveelheid gezuiverd afvalwater dat zal worden geloosd. Te zien is dat het bronwatergebruik tijdens het boren niet bijzonder hoog is en naar 0 gaat na 10 jaar (boor- en frackfase). Ook het watergebruik van het fracken neemt af gedurende de eerste 9 jaar waarin gefrackt wordt. Deze daling wordt veroorzaakt doordat er steeds meer productiewater uit de putten stroomt wat hergebruikt kan worden voor het fracken. In deze eerste 10 jaar is in de figuur deze wisselwerking te zien tussen de waterproductie en het te lozen water. Nadat alle putten gefrackt zijn, kan het water niet meer hergebruikt worden en zal het water dat geproduceerd wordt afgevoerd, gezuiverd en conform wetgeving geloosd (of geïnjecteerd) moeten worden. Dit is weergegeven door de snel stijgende lijn na jaar 9 in het proces, welke vanaf jaar 10 gelijk loopt met de hoeveelheid waterproductie.



Figuur 14: Waterbalans schaliegaswinning met slick frack methodiek

## Bijlage 5.11 Watergebruik

Verschillende bronnen, zoals drinkwater of grondwater, zijn in meer of mindere mate geschikt voor schaliegaswinning. Variabelen die in de praktijk de keuze voor een bepaalde bron bepalen zijn de beschikbaarheid in waterkwantiteit, de aanvoermethode, de waterkwaliteit en de zuiveringsbehoefte. In onderstaande Tabel 8 zijn de voornaamste bronnen gegeven evenals de geschiktheid en beschikbaarheid.

Bron	Geschiktheid	Beschikbaarheid
Grondwater	Geschikt	Zeer beperkt (geen nieuwe winningen)
Oppervlaktewater	Geschikt na zuivering	Beperkt (droge zomers)
Drinkwater	Zeer geschikt	Beschikbaar
Gezuiverd rioolwater	Geschikt na forse zuivering	Beschikbaar
Gezuiverd industrieel afvalwater	Geschikt na forse zuivering	Beperkt (alleen nabij industriële lozers)
Brak grondwater	Geschikt, beperking frack methodiek (slick-water-frack)	Beperkt (alleen kustgebieden, Oost Nederland)
Zeewater	Geschikt na forse zuivering, beperking frack methodiek (slick-water frack)	Beperkt (alleen kustgebieden)

Tabel 8: Geschiktheid en beschikbaarheid bronwater

De kwaliteitseisen voor water bij de cross-linked en de slick methode zijn gegeven in Tabel 9. Uit de tabel blijkt dat slick water een breder pallet van stoffen mag bevatten, waarbij het fracken gewaarborgd blijft. Het zout gehalte (TDS) voor de toepassing van Cross-linked is beperkt tot < 40.000 mg/l of < 70.000 mg/l indien bepaalde parameters afwezig zijn. Dit zoutgehalte is essentieel voor de noodzakelijkheid van waterzuiveringstechnieken die ontzouting mogelijk maken.

Parameter	Eenheid	'Cross-linked water'	'Slick water'
pH	[-]	6 tot 8	geen
Fe	(mg/l)	< 20	geen
Total Hardheid	(mg/l CaCO <sub>3</sub> )	< 500	geen
Bicarbonaat	(mg/l)	< 1.000	geen
Boor	(mg/l)	< 15	geen
Silica	(mg/l)	< 20	geen
Sulfaat	(mg/l)	< 50	geen
TDS	(mg/l)	<40.000 or 70.000	tot 280.000
Bacterie getal <sup>10</sup>	[-]	< 100	geen

Tabel 9 Typische waterkwaliteitseisen voor bereiding van frack vloeistof (Witteveen &amp; Bos, ARCADIS, Fugro, 2013)

### Aanvoer Drinkwater

Drinkwater is van zeer geschikte kwaliteit om als bron voor het boren en fracken te hanteren. De aanvoer van drinkwater kan geschieden middels pijpleiding (aansluiting op het drinkwaternet) of per as (vrachtwagen transport). De keuze voor de aanvoer methode hangt af van de aanwezigheid en capaciteit van het drinkwaternet. In de voorbeeldwinning is uitgegaan van aanvoer per as.

Indien beoordeeld dient te worden of het drinkwater per (bestaande) leiding aangeleverd kan worden, kan met onderstaande Tabel 10 over leiding capaciteit de toetsing worden uitgevoerd. Uit de tabel blijkt dat de benodigde hoeveelheid van 400 m<sup>3</sup>/u voor het frack proces geleverd kan worden met in een leiding van circa 400 mm bij 1 m/s en 201 mm bij 2 m/s.

Stroomsnelheid: 1 m/s		Stroomsnelheid: 2 m/s	
Leiding diameter (mm)	Capaciteit (m <sup>3</sup> /h)	Leiding diameter (mm)	Capaciteit (m <sup>3</sup> /h)
100 – 200	28 – 113	100 – 200	57 – 226
201 – 300	113 – 254	201 – 300	226 – 509
301 – 400	254 – 452	301 – 400	509 – 905
401 – 500	452 - 707	401 – 500	905 – 1414
> 501	> 707	> 501	> 1414

Tabel 10: Aanvoer capaciteit drinkwaterleidingen (Royal Haskoning, 2012)

In de voorbeeldwinning wordt drinkwater uit het leidingnetwerk als uitgangspunt gebruikt. Dit is gebaseerd op de goede kwaliteit van het drinkwater, de relatief lage behoeftes van drinkwater voor schaliegaswinning ten aanzien van de beschikbare productiecapaciteiten, en het dichte drinkwater leidingwerk infrastructuur in Nederland. In de praktijk zou er in de toekomst per locatie naar de meest geschikte bron gekeken moeten worden, gepaard met een passende milieueffectbeoordeling. Dit bevat onder anderen ook analyses van de effecten van aanvoeren per vrachtwagen en eventueel noodzakelijke aanvullende zuivering als het gaat om effluent RWZI of brak/zout water.

## Bijlage 5.12 Afvalwater

Bij de schaliegaswinning ontstaat afvalwater dat bestaat uit een mix van, boor, flowback en productiewater. Het flowback bestaat in de voorbeeldwinning voor 100% uit frackvloeistof. Het productiewater bestaat uit frackvloeistof en formatie water. De samenstelling van het productiewater is

<sup>10</sup> Totaal aantal per ml.

onbekend, in de voorbeeldwinning wordt uitgegaan van een gelijke samenstelling als het productiewater van een typische winning in het Noord-Nederland aangevuld met chemicaliën voor het scheiden van schaliegas en water (dehydratie) tijdens transport naar de gasbehandeling installatie (CEDelft, 2005). De samenstelling van het water is weergegeven in Tabel 11. Daarnaast is het mogelijk dat van nature aanwezige radioactieve stoffen ( NORM Naturally Occurring Radioactive Matter) in het water opgelost kunnen zijn.

Samenstelling van mengsel	mg/l
<b>a) Organische parameters</b>	
benzeen	100
ethylbenzeen	2
tolueen	16
xylenen	6
<b>b) Hulpstoffen</b>	
ontvettingsmiddel (ethanol?)	
Glycol (MEG)	401
Glycol (DEG)	1.180
Glycol (TEG)	565
Methanol	738
Corrosie-inhibitors	293
-Formic zuur	0
-Azijn zuur	20
-Propionic zuur	1
-Butyric zuur	3
-Valeric zuur	0
<b>c) Anorganische parameters</b>	
pH	4,3 - 6,7
Temperatuur	12
Zwevend stof	196
TDS	40.535
Na	13.264
K	392
Ca	3.767
Mg	440
Fe	56
Cl	27.289
F	
SO4	37
HCO3	298
NH4	10
As	0.032
Ba	170
Cd	0.067
Cr	0.008
Cu	0.042
Hg	0.147
Mn	7
Ni	0.033
Pb	5
Sr	127
Zn	23
Co	0.049
PO4	5

Tabel 11 Typische samenstelling productiewater Noord-Nederland



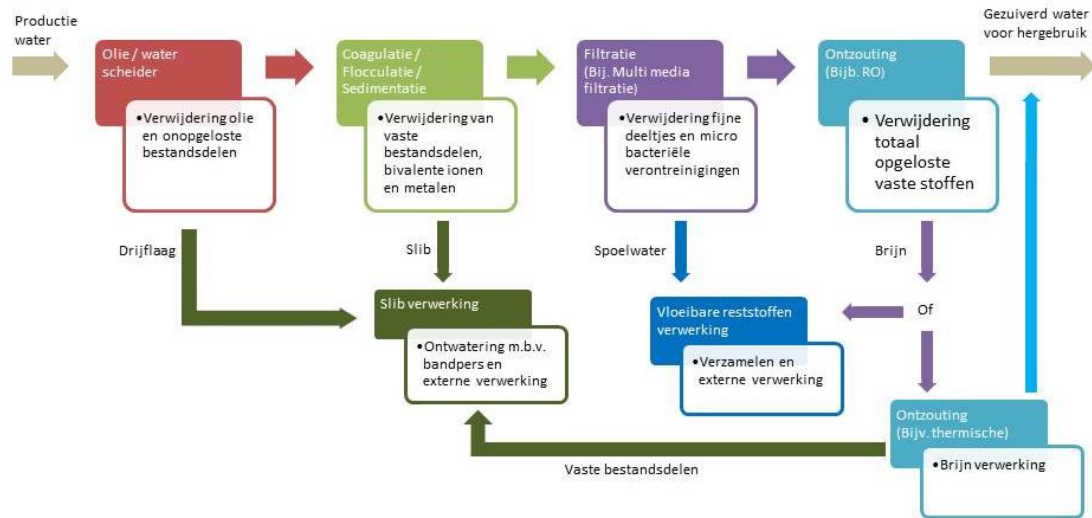
Het afvalwater is ongeschikt om direct te lozen op oppervlaktewater of op een rioolwaterzuiveringsinrichting. Om lozing mogelijk te maken is een geavanceerde waterzuiveringsinstallatie op de locatie noodzakelijk. In de voorbeeldwinning wordt ervan uitgegaan dat geproduceerd afvalwater wordt hergebruikt op een andere productielocatie, waar een watervraag bestaat voor boren of fracken. Hiermee kan de stress op verse waterbronnen en de impact van het lozen van gezuiverd afvalwater worden beperkt.

Afhankelijk van de samenstelling van het flowback en productiewater en bestemming van het afvalwater (hergebruik, lozing op oppervlaktewater (op locatie of bij eindverwerker) of injectie in een oude niet in gebruik zijnde put<sup>11</sup>), zal het water in meer of mindere mate dienen te worden gezuiverd. In de eerste 9 jaar van productie kan het water worden hergebruikt voor fracken. Na de 9 jaar zal al het productiewater moeten worden gezuiverd om te lozen of worden verwerkt door een eindverwerker. Het gaat dan om de verwijdering van olie en gas, zwevende stof, zware metalen, zouten en opgeloste (an)organische stoffen.

In deze voorbeeldwinning wordt het scenario gehanteerd waarbij wordt gestreefd naar maximaal hergebruik van afvalwater om de milieueffecten van het lozen en onttrekken te minimaliseren. De eerste 9 jaar zal het merendeel van het afvalwater worden gezuiverd voor hergebruik als frackvloeistof. Het resterende afvalwater zal worden geloosd op oppervlaktewater. Voor lozing op oppervlaktewater kan het noodzakelijk zijn dat zouten (TDS) uit het water verwijderd dienen te worden. Mogelijke ontzoutingstechnieken zijn scheidingsmembranen (reverse osmose), thermische ontzouting (damp recompressie, meer-trappen distillatie technieken) en kristallisatie technieken. In Figuur 15 zijn de verschillende zuiveringstechnieken met hun bijbehorende stofverwijdering van stoffen weergegeven. Tevens is afgebeeld uit welke processtappen er zuiveringsslib wordt geproduceerd, waarin de vervuilende componenten worden geconcentreerd.

Membraanontzouting is geschikt voor het behandelen van waterstromen met lagere TDS gehalte van <50,000 mg/l. Thermische ontzouting is toepasbaar bij hoge TDS gehalten van 50,000 – 200,000 mg/l. Brine kristallisatie is geschikt bij TDS waardes boven de 200,000 mg/l. De toepassing van deze technieken hangt dus mede samen met het TDS gehalte van het formatiewater en de opname van zouten uit de ondergrond in het flowback en productiewater. Voor het lozen van afvalwater op oppervlaktewater zal het TDS gehalte in de orde grootte van zoet water moeten liggen (Maximaal Toelaatbaar Risico voor Chloride is < 200 mg/l). Het TDS gehalte in water dat wordt hergebruikt voor fracken hangt samen met de keuze tussen slick en cross-linked methode. Indien cross-linked wordt toegepast dient het TDS gehalte lager te zijn dan 40.000 mg/l.

<sup>11</sup> Zie voor achtergrondinformatie over afvalwaterinjectie de onlangs beantwoorde Kamervragen door de Minister van Economische Zaken (Ministerie van Economische Zaken, 2015)



Figuur 15: Blokschema afvalwater zuiveringstechnieken (Witteveen & Bos, ARCADIS, Fugro, 2013)

## Bijlage 5.13 Slibproductie

Bij het verwijderen van afvalstoffen uit het afvalwater ontstaan er slibstromen die bij eindverwerker verwerkt dienen te worden. De samenstelling van het slib is een mix van geconcentreerde boor, flowback en productiewater zoals beschreven in bijlage 5.12. Afhankelijk van de samenstelling dient het slib als chemisch en/of radioactief afval verwerkt te worden. De slibproductie is bepaald voor twee fases voor de voorbeeldwinning:

- gedurende de boor en frackfase, waarbij water hergebruikt wordt (jaar 1 t/m 17), en
- bij de productiefase waarbij al het afvalwater geloosd moet worden (na jaar 17). In de laatste fase zal een uitgebreidere zuivering benodigd zijn om onder anderen het zoutgehalte (TDS) te verlagen. Dit resulteert in een grotere slibproductie.

Het her te gebruiken water zal met een beperkte zuivering worden behandeld; dit houdt in fysisch-chemische zuivering ten behoeven van scheiding van gesuspendeerde stoffen en desinfectie. Het water dat geloosd zal worden wordt met een uitgebreidere fysisch-chemische voorzuivering behandeld worden om o.a. het TDS gehalte te verlagen, en het geschikt voor lozen (of een andere hoogwaardige hergebruiksdoelend) te maken. Het verlagen van het TDS gehalte resulteert in een grotere slibproductie. Aangezien er geen eenduidige uitspraak gedaan kan worden over het TDS gehalte in het afvalwater is de slibproductie berekend voor zowel een relatief lage TDS van 40.000 mg/l, als een relatief hoge TDS van 200.000 mg/l. In Tabel 12 is te zien dat de slibproductie tijdens de productiefase hoger is dan in de boor- en frackfase. Dit kan verklaard worden doordat het TDS gehalte van het water wat hergebruikt een hogere TDS mag bevatten dan het water wat geloosd moet worden. De slibproductie bij een TDS van 200.000 mg/l is dan bij een TDS van 40.000 mg/l aangezien er een grotere hoeveelheid zouten verwijderd dient te worden.

Parameter	Eenheid	TDS ~40.000 mg/l		TDS ~200.000 mg/l
Frack methodiek	-	Cross-linked	Slick	Slick
Flowbackwater	m3/j	12.000	57.000	57.000
Productiewater	m3/j	237.250	237.250	237.250
Slibproductie met hergebruik tijdens boor en frack fase	[ton/j]	11.000	7.000	45.000
Flowbackwater	m3/j	0	0	0
Productiewater	m3/j	237.250	237.250	237.250
Slibproductie Alleen lozen tijdens productie en tailing fase	[ton/j]	12.000	12.000	50.000

Tabel 12 Slibproductie crosslinked en slickwater TDS van ~40.000 mg/l, slickwater TDS van 200.000 mg/l

## Bijlage 5.14 Schalieolie

In de bovenstaande paragrafen is de voorbeeldwinning voor schaliegas beschreven. Het is niet uitgesloten dat in de schalielagen olie zit in plaats van gas. In de brief “Vaststelling Notitie reikwijdte en detailniveau planMER Schaliegas” (Ministerie van Economische Zaken, 2014) is hierover het volgende opgenomen.

“Door verschillende experts is bevestigd dat bij opsporing of winning van schaliegas ook schalieolie aangetroffen zou kunnen worden. In het planMER onderzoek zullen daarom ook de milieueffecten van schalieolie worden onderzocht. Deze verbreding van de scope van het onderzoek is nodig om te zijner tijd een beargumenteerde beslissing te kunnen nemen over de wenselijkheid van schalieoliewinning.”

In onderstaande paragrafen zijn de verschillen en overeenkomsten tussen schaliegas en schalieolie beschreven. In Deel B van het MER is voor elke milieuthema beschreven of schalieoliewinning andere effecten tot gevolg kan hebben dan schaliegaswinning. Dit is in de hoofdstukken terug te vinden in de paragraaf “gevoeligheidsanalyse”.

De algemene uitgangspunten, zoals beschreven in Tabel 1 uit Bijlage 5.2, zijn ook van toepassing voor de winning van schalieolie.

### *Opsporen*

De opsporingsfase voor schalieolie verloopt op eenzelfde manier als de opsporing voor schaliegas. Hier zijn dus geen verschillen te benoemen.

### *Boren*

Het aantal putten en productielocaties is gelijk voor schaliegas en schalieolie. De boorfase van schalieolie is identiek aan de boorfase van de voorbeeldwinning van schaliegas.

### *Fracken*

Een potentiële aanpassing tijdens het fracken voor schalieolie is de toepassing van een hybride frackmethode bij een boring voor schalieolie in het Geverik Laagpakket in plaats van de slickwater

frackmethode, die gebruikt wordt bij schaliegas in deze geologische formatie. Deze aanpassing is gerelateerd aan de geologische samenstelling en karakteristieken van het gesteente. Een hybride frackmethode kan betekenen dat er eerst gebruik gemaakt wordt van de slickwater frackmethode en vervolgens gebruik gemaakt wordt van de cross-linked (gel) frackmethode. Aangezien in de schaliegas voorbeeldwinning beide frackmethoden zijn verwerkt, inclusief de benodigde hoeveelheden water en samenstelling van chemicaliën, is deze hybride methode voor schalieolie reeds gedekt door de voorbeeldwinning schaliegas.

Voor de voorbeeldwinning van schaliegas en schalieolie in het planMER werd uitgegaan van een quasi "hybride" frackmethode, die combineert grotere hoeveelheden water benodigd voor fracken (inherent aan de slick water frackmethode) met een complexere chemicaliënsamenstelling van de frackvloeistof (inherent aan de cross-linked gel methode). Dit uitgangspunt resulteert in een hogere belasting op het milieu wat betreft benodigde resources (water, additieven en chemicaliën) en resulterende hardafval- en afvalwaterstromen. In de praktijk zal dit niet voorkomen.

### **Winnen**

De duur van de winning van schalieolie is gelijk aan de duur van de winning van schaliegas (15-25 jaar). De winning van schalieolie verschilt op enkele aspecten van de winning van schaliegas. Een Electric Submersible Pump (ESP) wordt geplaatst in de put om de olie naar het oppervlak te transporteren. Dit in tegenstelling tot schaliegas dat vanzelf naar het oppervlak stroomt. Na verloop van tijd kan de productie van de putten afnemen. Het opnieuw fracken van de put is een eventuele optimalisatieslag en kan de productie weer doen toenemen. In de voorbeeldwinning is dit scenario niet opgenomen. Zie ook Bijlage 5.15 Leemten in Kennis over her-fracken.

De (schalie)oliebehandelingsfaciliteiten verschillen op een aantal punten van de schaliegasbehandelingsfaciliteiten. Op de olie behandelingsinstallatie worden olie, gas en water van elkaar gescheiden door middel van onder anderen een verwarmde scheidingskolom. De olie wordt vervolgens behandeld/"gestabiliseerd" zodat die veilig vervoerd kan worden. Gescheiden water wordt behandeld en/of geloosd; afhankelijk van het niveau van behandeling is hergebruik wel of niet mogelijk. Gezien het verbod op affakkelen van gas in Nederland, zou de gescheiden gas opgevangen moeten worden. De mate en haalbaarheid van verdere behandeling en benutting van de gas zal onder anderen afhankelijk zijn van de voorkomende hoeveelheden. Het oppervlak van de oliebehandelingsinstallatie is gelijk aan het oppervlak van een gasbehandelingsinstallatie en heeft een gelijke geluidsproductie en lichtemissie. De oliebehandeling wordt op een centrale locatie gevestigd; dit betekent dat de lengte van de pijpleiding(en) tussen de putten en de olie behandelingsinstallatie identiek aan de voorbeeldwinning van schaliegas zal zijn. Na de behandeling moet de schalieolie van de behandelingsinstallatie naar een centrale afnamepunt getransporteerd worden. Voor de schalieolie voorbeeldwinning is hiervoor de aanleg van een leiding van 50 km lengte als nodig voorzien; dit in tegenstelling tot schaliegas, waarbij geproduceerd gas van de gasverwerkingsinstallatie op een dichtstbijzijnde punt in de bestaande gasnetwerk wordt aangesloten.

### **Verlaten**

De verlatingsfase voor schalieolie verloopt op dezelfde manier voor schaliegas en schalieolie. Hier zijn dus geen verschillen te benoemen.

## Bijlage 5.15 Leemten in Kennis

### *H<sub>2</sub>S*

Waterstofsulfide (H<sub>2</sub>S) kan op natuurlijke wijze ontstaan bij het rottingsproces van organisch materiaal in de ondergrond. Gedurende de interactie tussen het flowback en productiewater met de ondergrond bestaat er een mogelijkheid dat het giftige H<sub>2</sub>S gas in het water oplost (Sumi, 2008). Hoge H<sub>2</sub>S concentraties kunnen niet alleen gevaarlijk zijn door toxiciteit, maar ook behoorlijk corrosief zijn in contact met water (brittle corrosie). Hierdoor kunnen de gehanteerde casings, leidingen en tanks, waar het gas/water mengsel mee in aanraking komt, corroderen. Om dit te voorkomen kunnen o.a. aan de frackvloeistof corrosie inhibitors toegevoegd. In zo een geval is het ook hoogst aannemelijk dat dure, speciale corrosiebestendige materialen gebruikt zouden moeten worden. Echter de hoogte van H<sub>2</sub>S concentratie is momenteel nog onbekend. In de voorbeeldwinning wordt daarom geen rekening gehouden met H<sub>2</sub>S.

### *NORM*

Gedurende de interactie tussen het flowback en productiewater met de ondergrond bestaat er een mogelijkheid dat van nature aanwezige radioactieve stoffen (NORM - Naturally Occurring Radioactive Matter), zoals radium isotopen, in het water oplossen. NORM komt onder andere voor in de schaliegasformatie Marcellus in de VS. Of dergelijke concentraties ook onder Nederlandse omstandigheden voorkomen is niet bekend. De ervaring met boren door schaliegesteente in Nederland is dat de mate van radioactiviteit vrijwel nooit boven de norm van het Besluit stralingsbescherming (Bs) is gekomen (Witteveen & Bos, Arcadis, Fugro, 2013). Daarnaast is het risico voor de mens afhankelijke van blootstelling en dus de wijze waarop het flowback en productiewater wordt opgevangen en verwerkt (KWR, 2012). In de voorbeeldwinning wordt daarom geen rekening gehouden met NORM. Het indikken van het slib dat vrij komt bij de waterzuivering resulteert in hogere concentraties NORM; dit kan wel een zorgpunt zijn in de praktijk, vooral als accumulatie op leidingwanden en bezinkslib in tanks, wat passende monitoring en risico beperkende maatregelen tijdens reguliere bedrijfsvoering en onderhoud vereist (Sumi, 2008).

### *Her - fracken*

Na verloop van tijd kan de productie van de putten afnemen. Het opnieuw fracken van de put is een optimalisatieslag en kan de productie weer doen toenemen, in de VS zijn er putten opnieuw gefrackt na een productie periode van 7 – 10 jaar (Sumi, 2008). In de voorbeeldwinning wordt het opnieuw fracken als een nieuwe afzonderlijke frackfase gezien en is er daarom uitgegaan van een eenmalige frack fase aan het begin van de levensduur van de put.

### *Eigenschappen schalielagen*

Het flowback- en productiewater dat terug naar het oppervlak stroomt wordt beïnvloed door de eigenschappen van de schalielaag. Er is echter nog onvoldoende kennis over de eigenschappen van de schalielagen. De kwaliteit en kwantiteit van het flowback- en productiewater kan hierdoor nog niet met zekerheid worden vastgesteld en is o.a. afhankelijk van de nog onvoldoende kennis over onder andere de temperatuur, zoutconcentratie, natte of droge schalie en hoeveelheid condensaat. In bijlage 5.6 en 5.12 zijn de aannames in de voorbeeldwinning uitgewerkt.

## Bijlage 6 Milieurisicoanalyse oppervlaktewaterkwaliteit

Voor de beoordeling van het risico van calamiteiten voor het oppervlaktewater is een milieurisicoanalyse (MRA) uitgevoerd. In deze bijlage zijn de uitgangspunten en de uitkomsten van de MRA opgenomen. De beoordeling op basis van deze MRA is opgenomen in hoofdstuk 6 'Oppervlaktewaterkwaliteit bij calamiteiten' van deel B.

### Bijlage 6.1 Beoordeling van het milieugevaar van de aanwezige stoffen

De stofgegevens zoals ingevoerd in Proteus III, zijn in Tabel 13 weergegeven. Data is afkomstig uit openbare Material Safety Data Sheets (MSDS). De gegevens zijn weergegeven in

Parameter	Crude oil
CAS-nummer	8002-05-9
VN-Nummer	
LC50 vis [mg/l]	0,5
Blootstellingsduur LC50 vis [uur]	96
EC50 Daphnia	0,5
Blootstellingsduur EC50 Daphnia [uur]	96
IC50 Alg	0,5
Blootstellingsduur IC50 Alg [uur]	96
IC50 bacterie	
Blootstellingsduur IC50 bacterie [uur]	
BZV [g/g]	0
Molecuulmassa (per mol) [g]	100
Dichtheid [kg/m <sup>3</sup> ]	845
Oplosbaarheid [kg/m <sup>3</sup> ]	0,5
LogPOW(a)	1,9
Dampdruk [kPa]	110
Vlampunt	<21

Tabel 16.

Er is bij zowel de putlocatie als de gasbehandelingslocatie aangenomen dat er een bedrijfsrioolstelsel is dat gelekte vloeistoffen (grotendeels) kan opvangen.

Parameter	Glutaraldehyde	Tetramethyl- ammoniumchloride	Aardgascondensaat
CAS-nummer	111-30-8	75-57-0	
VN-Nummer			
LC50 vis [mg/l]	11,2 {2}	462 {6}	270 {9}
Blootstellingsduur LC50 vis [uur]	96	96	96
EC50 Daphnia	0,35 {2}		103 {9}
Blootstellingsduur EC50 Daphnia [uur]	48		24
IC50 Alg	0,19 {1}	-	-
Blootstellingsduur IC50 Alg [uur]	72	-	-
IC50 bacterie	-	-	-
Blootstellingsduur IC50 bacterie [uur]	-	-	-
BZV [g/g]	0 {3}	0	0,154
Molecuulmassa (per mol) [g]	100,11 {1}	109,6 {4}	104,1
Dichtheid [kg/m <sup>3</sup> ]	720 {2}	1170 {4}	730 {8}
Oplosbaarheid [kg/m <sup>3</sup> ]	volledig {2}	657,6 {6}	0,5 {8}
LogPOW(a)	-0,33 {1}	0 {5}	1,9 {8}
Dampdruk [kPa]	0,06 {2}	3,3331 {5}	106 {10}
Vlampunt	> 95 {1}	>100 {5}	< -18 {8}

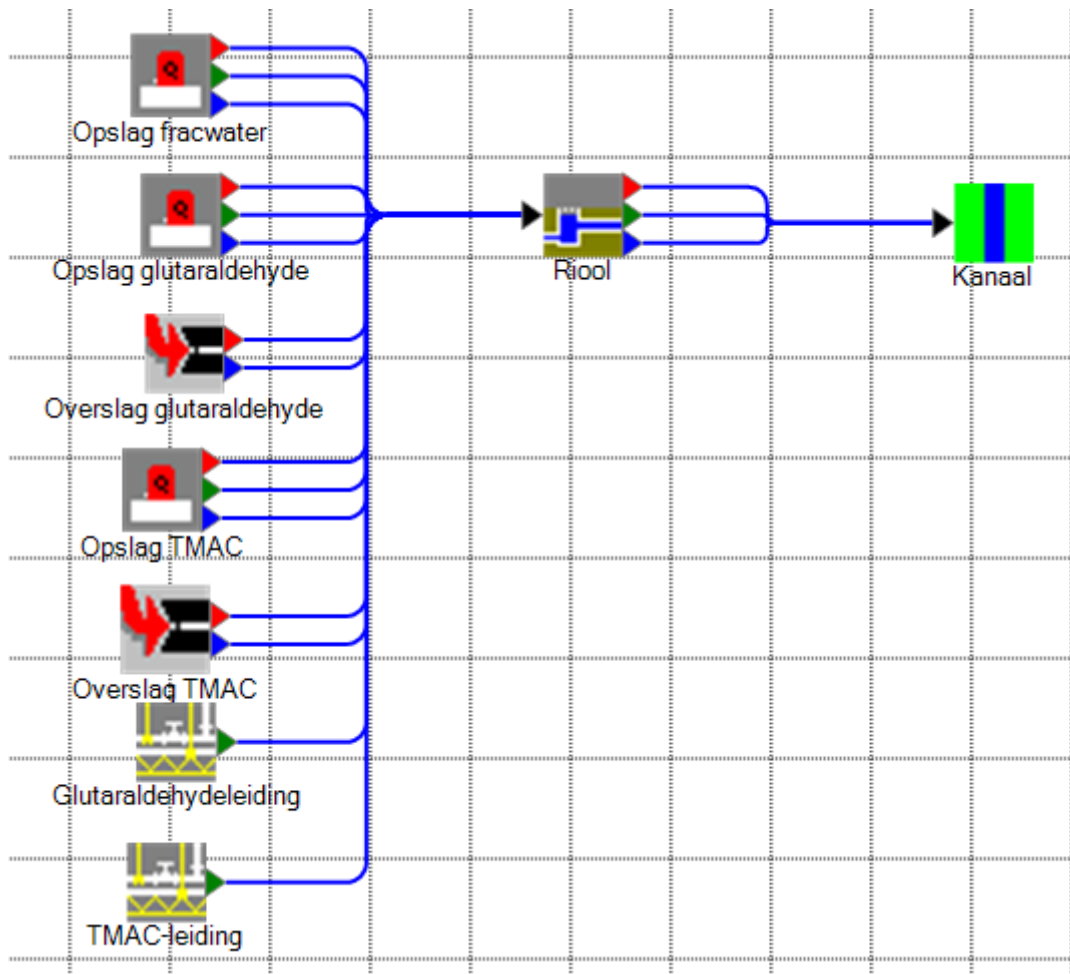
Tabel 13 Stofgegevens zoals gebruikt in Proteus III.

## Bijlage 6.2 Beoordeling van de lozingsrisico's per type oppervlaktewater

Bij de beoordeling van de lozingsrisico's per type oppervlaktewater is uitgegaan van de volgende installatie-onderdelen:

- Opslag van frack chemicaliën (Glutaraldehyde 50% in een tank van 15 m<sup>3</sup> en TMAC 100% in een tank van 170 m<sup>3</sup>).
- Aanvoer van deze 2 stoffen per tankauto. Glutaraldehyde 1 keer in een tankauto met 15 ton inhoud, TMAC 7 keer in tankauto's met 35 ton inhoud. De verlading duurt 1 uur.
- Leidingen van de frack chemicaliën opslag naar de verdunde frackvloeistof. 1 leiding met glutaraldehyde en 1 met TMAC. Leidingen zijn 15 meter lang.
- Opslag van frackvloeistof (na verdunning, met de concentraties van 37 mg/l voor glutaraldehyde en 854 mg/l voor tetramethylammoniumchloride. Uitgegaan is van een tank met een inhoud van 1400 m<sup>3</sup>.

De van belang zijnde vloeistofstromen zijn schematisch weergegeven in Figuur 16.

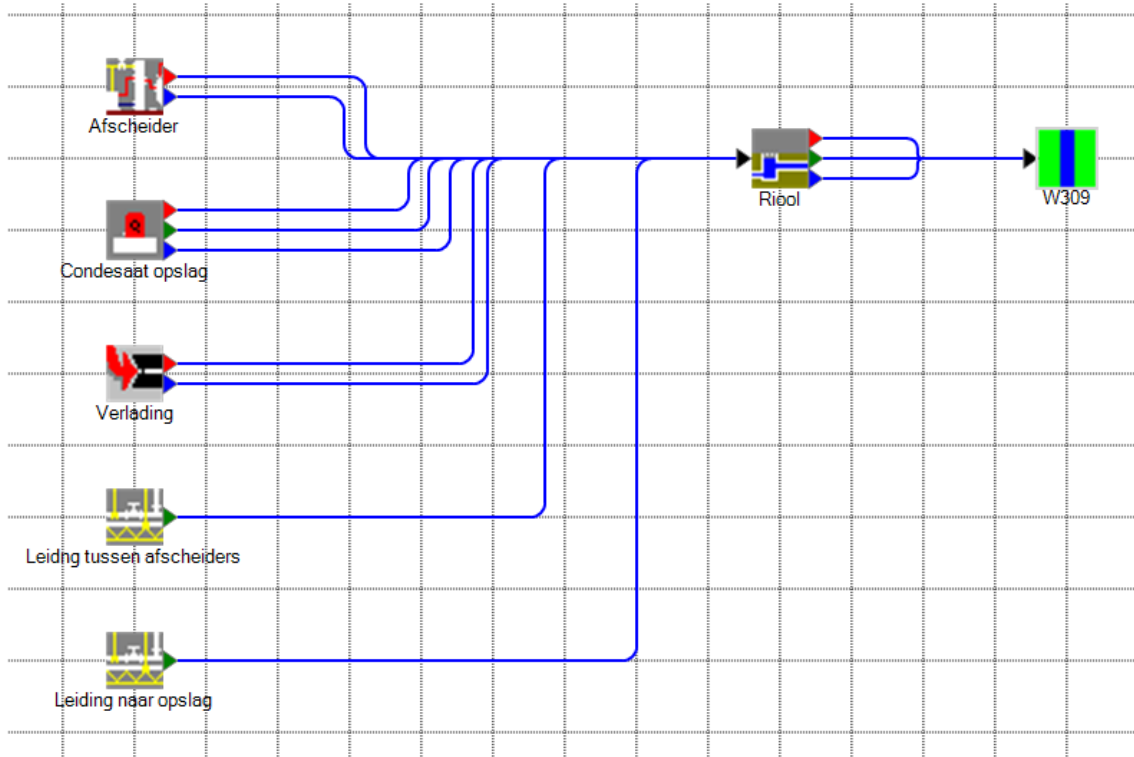


Figuur 16 Schematische weergave van de vloeistofstromen voor de putlocatie – boorfase (bij uiteindelijke lozing op een kanaal hier als voorbeeld).

Tijdens de winningsfase fase is er ook aardgascondensaat aanwezig. Er is vanuit gegaan dat de frackvloeistof en frack chemicaliën dan niet meer aanwezig zijn. De milieurisico's voor de boor- en frackfase worden veroorzaakt door het falen van installatiedelen waar met onverdunde chemicaliën wordt gewerkt. Na verdunning zijn de concentraties glutaraldehyde 37 mg/l en tetramethylammoniumchloride 854 mg/l. Alleen glutaraldehyde heeft schadelijkere eigenschappen voor het oppervlaktewater dan aardgascondensaat of aardolie. Tijdens de winningsfase is de glutaraldehydeconcentratie in de geproduceerde vloeistoffen nog lager dan tijdens het boren en fracken. Daarom zijn de milieuschadelijke eigenschappen van aardolie en condensaat maatgevend voor de berekende risico's.

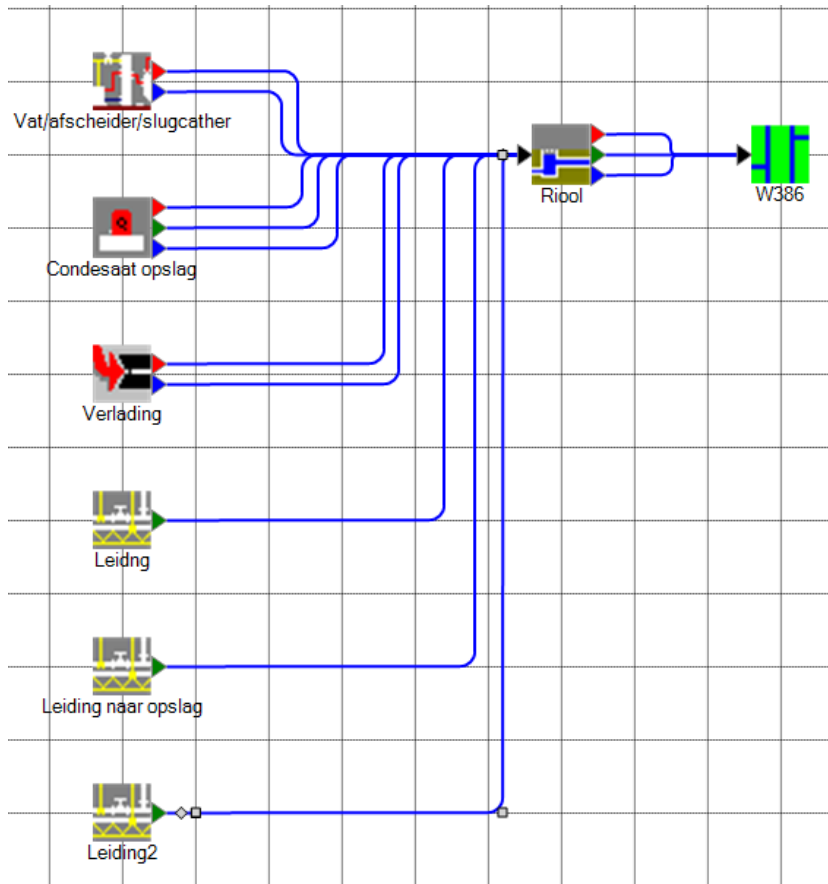
De van belang zijnde vloeistofstromen zijn schematisch weergegeven in onderstaande figuur.





Figuur 17 Schematische weergave van de vloeistofstromen voor de putlocatie – winningsfase (bij uiteindelijke lozing op een kanaal hier als voorbeeld).

De van belang zijnde vloeistofstromen van de gasverwerkingsinstallatie zijn schematisch weergegeven in Figuur 18. Er is gekozen om de verlading (doorzet van 20.000 m<sup>3</sup> per jaar), 3 leidingen (verschillend in diameter en lengte), een vat/afscheider/slucather en een condensaatopslag van 2000 m<sup>3</sup> te modelleren.



Figuur 18 Schematische weergave van de vloeistofstromen voor de gasverwerkingslocatie (bij uiteindelijke lozing op een sloot hier als voorbeeld).

## Bijlage 6.3 Beoordeling lozingsrisico's per deelgebied

Zie onderstaande tabel voor het gekwantificeerde gewogen risico op een worstcase scenario per deelgebied.

Gebied	Boor- en frackfase	Productiefase	Gasverwerking
Zuid-Limburg	6,99E-08	6,04E-09	1,40E-08
Noord-Brabant en - Limburg	4,99E-08	4,32E-09	9,99E-09
Oost-Nederland	4,99E-08	4,32E-09	9,99E-09
Noord-Nederland	6,99E-08	6,04E-09	1,40E-08
Groene Hart	1,20E-07	1,04E-08	2,40E-08
Laag Holland	6,99E-08	6,04E-09	1,40E-08
Flevopolders	6,99E-08	6,04E-09	1,40E-08
Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden	2,50E-08	2,16E-09	5,00E-09
Zuidvleugel	2,50E-08	2,16E-09	5,00E-09
Kustzone	2,50E-08	2,16E-09	5,00E-09

Tabel 14 Risico's op oppervlaktewaterverontreiniging per deelgebied (schaliegas).

## Bijlage 6.4 Resultaten gevoeligheidsanalyse

Vergelijking van de berekende milieurisico's maakt duidelijk dat de risico's voor schalieolie 200 tot 600 keer hoger zijn dan voor schaliegas.

Gebied	Milieurisico (worst case) voor	
	schaliegas	schalieolie
Zuid-Limburg	3,653E-07	1,786E-04
Noord-Brabant en - Limburg	7,944E-07	2,008E-04
Oost-Nederland	1,217E-06	5,734E-04
Noord-Nederland	3,625E-06	2,139E-03
Groene Hart	5,342E-06	2,800E-03
Laag Holland	4,657E-06	2,194E-03
Flevopolders	1,217E-06	5,838E-04
Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden	6,595E-06	2,200E-03
Zuidvleugel	6,595E-06	2,211E-03
Kustzone	2,950E-06	6,788E-04

Tabel 15 Vergelijking maximale milieurisico's schaliegas - schalieolie

*Stofeigenschappen schalieolie*

Parameter	Crude oil
CAS-nummer	8002-05-9
VN-Nummer	
LC50 vis [mg/l]	0,5
Blootstellingsduur LC50 vis [uur]	96
EC50 Daphnia	0,5
Blootstellingsduur EC50 Daphnia [uur]	96
IC50 Alg	0,5
Blootstellingsduur IC50 Alg [uur]	96
IC50 bacterie	
Blootstellingsduur IC50 bacterie [uur]	
BZV [g/g]	0
Molecuulmassa (per mol) [g]	100
Dichtheid [kg/m <sup>3</sup> ]	845
Oplosbaarheid [kg/m <sup>3</sup> ]	0,5
LogPOW(a)	1,9
Dampdruk [kPa]	110
Vlampunt	<21

Tabel 16 Stofgegevens schalieolie zoals gebruikt in Proteus III.

*Effectbeschrijving schalieolie**Boor- en frackfase*

De milieurisico's voor de boor- en frackfase van schalieolie verschillen niet van de risico's die verbonden zijn aan schaliegasexploratie.

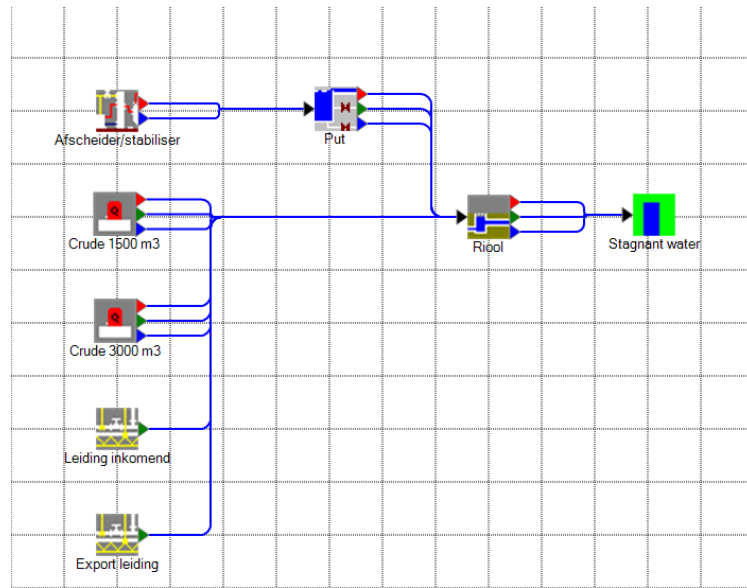
*Winnings- en verwerkingsfase*

Tijdens deze fase is er crude oil aanwezig. Er is vanuit gegaan dat de frackvloeistof en frack chemicaliën dan niet meer aanwezig zijn. Een ondergrondse ESP (Electric Submersible Pump) is nodig om de olie naar het oppervlak te transporten. Vanuit de boorput wordt via een multi-fase pijpleiding een mengsel van schaliegas, water en crude olie naar de behandelingsinstallatie. In de behandelingsinstallatie worden olie, gas en water van elkaar gescheiden middels verschillende afscheiders. De olie wordt vervolgens behandeld zodat die veilig vervoerd kan worden. Dit proces wordt 'stabilisatie' genoemd en wordt uitgevoerd door middel van een verwarmde scheidingskolom. Als de olie gestabiliseerd is wordt deze tijdelijk opgeslagen in een opslagtank. Vervolgens wordt deze olie afgevoerd naar een centrale verwerkingsinstallatie.

Uitgegaan is van de volgende installatie-onderdelen:

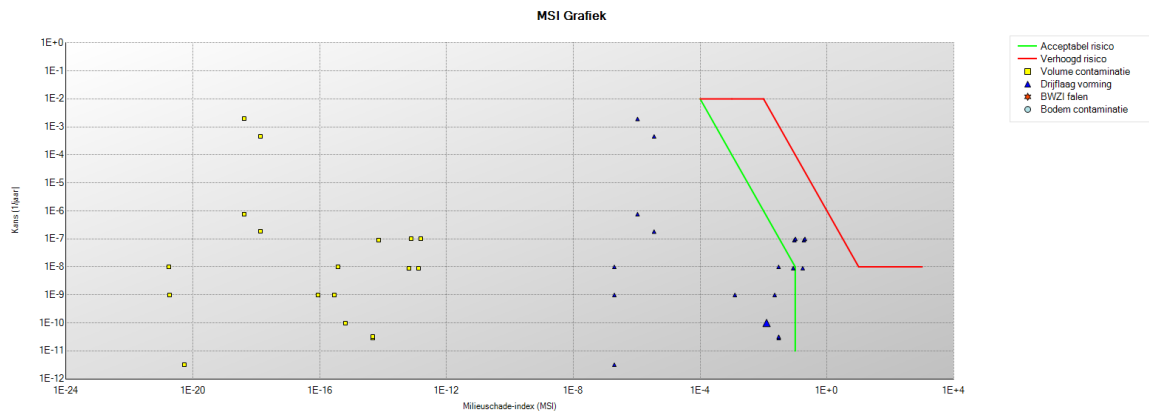
- Import leiding, de ruwe olie en het geassocieerde gas worden via een multi-fase pijpleiding van de well pads naar een centrale behandelingsinstallatie gebracht. Lengte van deze leiding is 20 meter. Op de leiding is toezicht en backup van toepassing.
- Afscheider en stabilisatie installatie, hier worden water/schaliegas/schalieolie middels afscheiders gescheiden. Na de scheiding gaat de olie naar een crude stabiliser waar de olie gestabiliseerd wordt voor transport. Deze installatie heeft een bergend volume van 500 m<sup>3</sup> en is in een put geplaatst met een bergend en bufferend volume van 550m<sup>3</sup>. Deze put beschikt over handbediende afsluiters die standaard gesloten zijn, deze put voert af op het riool.
- Opslag van crude olie in 1500m<sup>3</sup> tank. Uitgegaan is van een volume van 1500 m<sup>3</sup>, de tank voldoet aan de eisen voor opslag van aardolieproducten (PGS-29). De tank staat in een tankput met een bufferend en bergend volume van 2000m<sup>3</sup>, het oppervlak van deze tankput is 1000m<sup>2</sup>. De tank is 15 meter hoog en heeft een dubbel onafhankelijk uitgevoerde overvulbeveiliging.
- Opslag van crude olie in 3000m<sup>3</sup> tank. Uitgegaan is van een volume van 3000 m<sup>3</sup>, de tank voldoet aan de eisen voor opslag van aardolieproducten (PGS-29). De tank staat in een tankput met een bufferend en bergend volume van 4000m<sup>3</sup>, het oppervlak van deze tankput is 2000m<sup>2</sup>. De tank is 15 meter hoog en heeft een dubbel onafhankelijk uitgevoerde overvulbeveiliging.
- Export leiding naar externe verwerkingsinstallatie, leiding van 50 kilometer lang naar een externe raffinaderij/verwerkingsinstallatie. Op deze leiding is toezicht en backup van toepassing.

De van belang zijnde vloeistofstromen zijn schematisch weergegeven in het figuur hieronder:

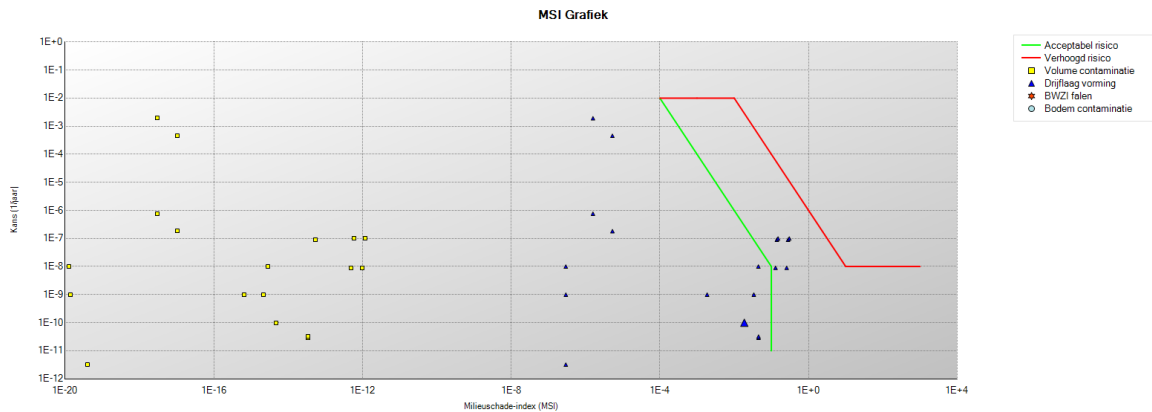


Figuur 19 Schematische weergave van de vloeistofstromen voor de winnings- en stabilisatiefase (bij uiteindelijke lozing op vijver/klein meer hier als voorbeeld).

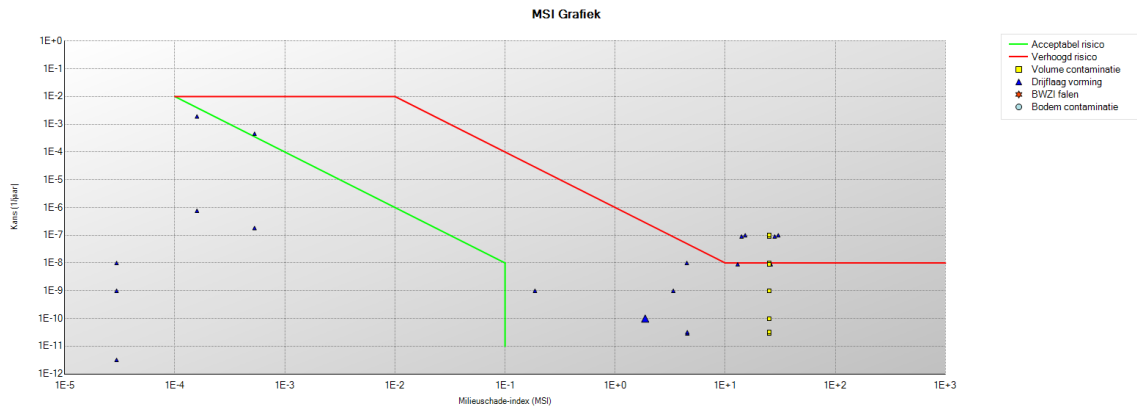
De resultaten van de berekeningen bij lozing op verschillende types oppervlakte water zijn weergegeven in onderstaande figuren.



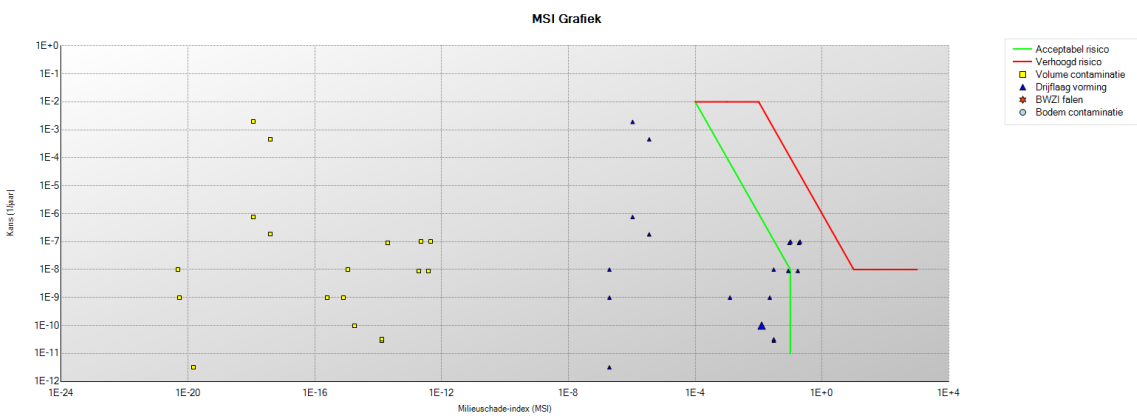
Figuur 3 Resultaten Proteus winnings- en stabilisatielocatie bij lozing op een estuarium



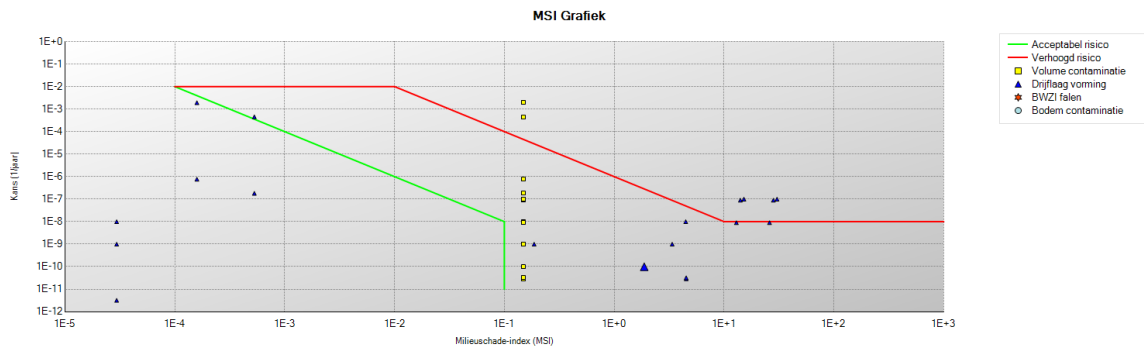
Figuur 4 Resultaten Proteus winnings- en stabilisatielocatie bij lozing op een kanaal



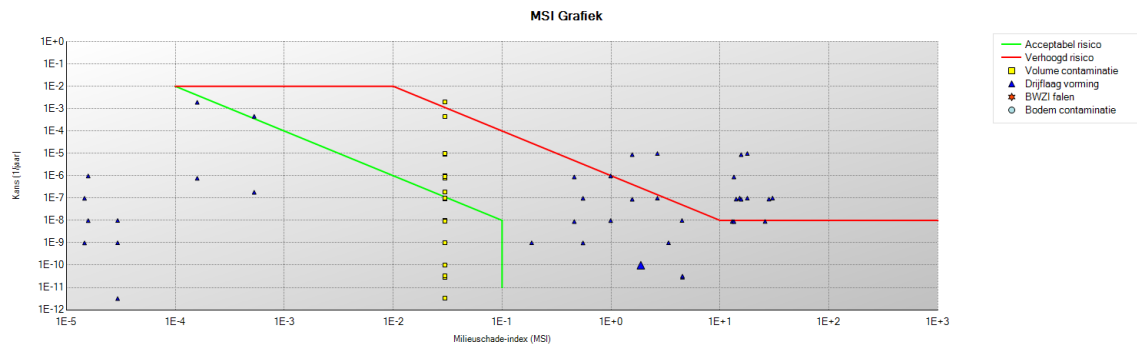
Figuur 5 Resultaten Proteus winnings- en stabilisatielocatie bij lozing op een meer



Figuur 6 Resultaten Proteus winnings- en stabilisatielocatie bij lozing op een rivier



Figuur 7 Resultaten Proteus winnings- en stabilisatielocatie bij lozing op een sloot



Figuur 8 Resultaten Proteus winnings- en stabilisatielocatie bij lozing op een vijver/klein meer

Uit de berekeningen blijkt dat in de winnings- en stabilisatiefase de voornaamste risico's worden veroorzaakt door drijfslag vorming op stilstaand water. Daarnaast bestaat bij de kleinere oppervlaktewateren een groter risico op volume contaminatie.

*Resultaten effectberekening schalieolie per deelgebied*

Op basis van de waarschijnlijkheid van het aantreffen van een bepaald type oppervlaktewater in een deelgebied is een gewogen risico berekend waarbij het grootste risico op milieuschade (worst case scenario) is genomen. Het worstcase scenario is herleid uit de Proteus berekening en is opgebouwd uit de frequentie dat zo'n scenario zich voordoet en het effect van dit scenario.

Zie onderstaande tabel voor het gewogen risico op een worstcase scenario per deelgebied.

Gebied	Milieurisico (worst case) voor schalieolie
Zuid-Limburg	1,786E-04
Noord-Brabant en - Limburg	2,008E-04
Oost-Nederland	5,734E-04
Noord-Nederland	2,139E-03
Groene Hart	2,800E-03
Laag Holland	2,194E-03
Flevopolders	5,838E-04
Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden	2,200E-03
Zuidvleugel	2,211E-03
Kustzone	6,788E-04

Tabel 17 Risico's op oppervlaktewaterverontreiniging per deelgebied (schalieolie)

Uit de Proteus berekeningen blijkt dat de voornaamste risico's bij de winnings- en verwerkingsfase van schalieolie bestaan bij de kleinere oppervlakte wateren. Bij de grotere oppervlakte wateren en wateren waar stroming staat blijft het milieurisico onder de CIW drempelwaarden. Bij de scenario's met een sloot of vijver/klein meer wordt de waarde die als acceptabel wordt geacht overschreden, hier is een verhoogd risico. Hier zouden extra maatregelen getroffen moeten worden om te zorgen dat verontreiniging van het oppervlakte water wordt voorkomen.

Op basis van bovenstaande gegevens kan een aanname gedaan worden dat de gebieden: Zuid-Limburg, Noord-Brabant en Limburg, Oost-Nederland, Flevopolders en de Kustzone het meest geschikt zijn voor schalieoliewinning qua risico's voor het oppervlakte water. In deze gebieden is de kans op milieu schade het kleinst.



## Bijlage 7      Uitgangspunten Externe Veiligheidsberekeningen

### Bijlage 7.1      Boren/Fracken

#### *Schaliegas*

Uitgangspunt is dat het boren van een put 2 maanden duurt en dat 2 boortorens worden gebruikt op eenzelfde productielocatie. Alle 10 de putten kunnen dus binnen 1 jaar geboord worden.

Overige uitgangspunten zijn:

- De boordiepte is 3.100 meter
- De Closed In Tubing head Pressure (CITHP) is 344 barg
- De temperatuur van het gas is 76°C
- De diameter van de casing is 9 inch (22,86 cm)

De Handleiding Risicoberekeningen Bevb schrijft de volgende scenario's voor:

Scenario	Frequentie (per jaar)	Aantal boringen per jaar	Totale frequentie (per jaar)	Uitstroom (kg/s)
CasingBlowOut, CITHP	$3,91 \cdot 10^{-4}$	10	$3,91 \cdot 10^{-3}$	489
Lekkage verticaal	$1,43 \cdot 10^{-4}$	10	$1,43 \cdot 10^{-3}$	12,8
Lekkage horizontaal	$5,93 \cdot 10^{-5}$	10	$5,93 \cdot 10^{-4}$	12,8

Tabel 18: Scenario's en frequenties voor de boorfase van schaliegas.

#### *Schalieolie*

Uitgangspunt is dat het boren van een put 2 maanden duurt en dat 2 boortorens worden gebruikt. Alle 10 de putten kunnen dus binnen 1 jaar geboord worden.

Overige uitgangspunten zijn:

- De boordiepte is 3.100 meter
- De Closed In Tubing head Pressure (CITHP) is 23 barg
- De temperatuur van het gas is 76°C
- De diameter van de casing is 9 inch (22,86 cm)

De Handleiding Risicoberekeningen Bevb schrijft de volgende scenario's voor:

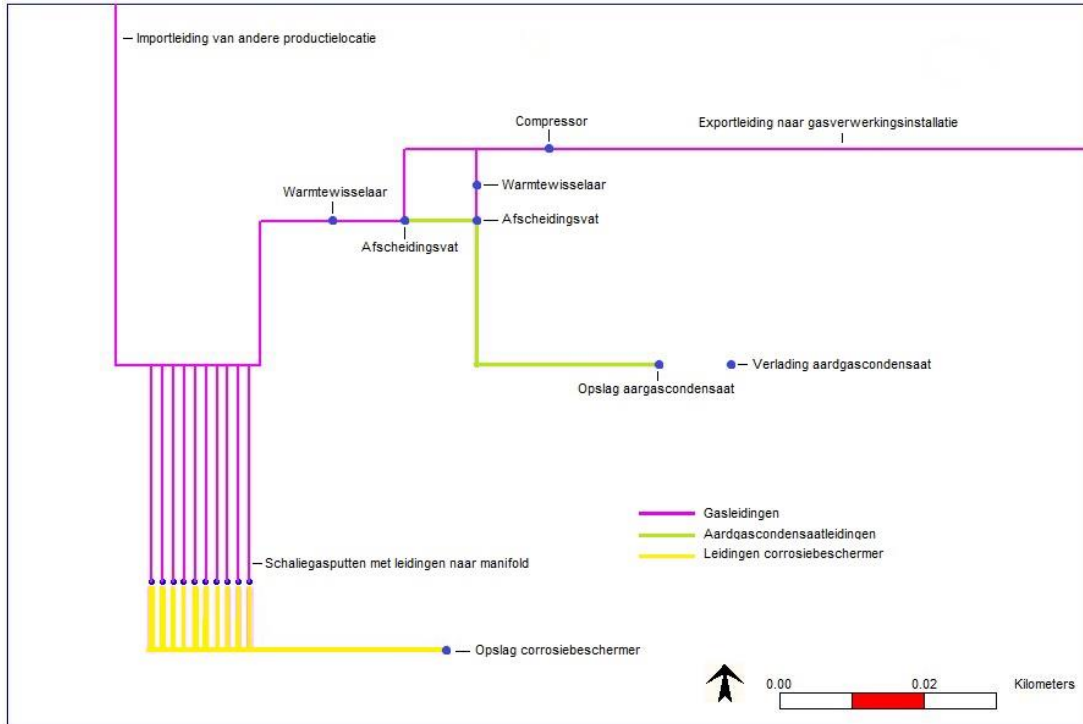
Scenario	Frequentie (per jaar)	Aantal boringen per jaar	Totale frequentie (per jaar)	Uitstroom (kg/s)
CasingBlowOut, CITHP	$4,32 \cdot 10^{-4}$	10	$4,32 \cdot 10^{-3}$	45
Lekkage verticaal	$1,59 \cdot 10^{-4}$	10	$1,59 \cdot 10^{-3}$	8,3
Lekkage horizontaal	$6,56 \cdot 10^{-5}$	10	$6,56 \cdot 10^{-4}$	8,3

Tabel 19: Scenario's en frequenties voor de boorfase van schalieolie.

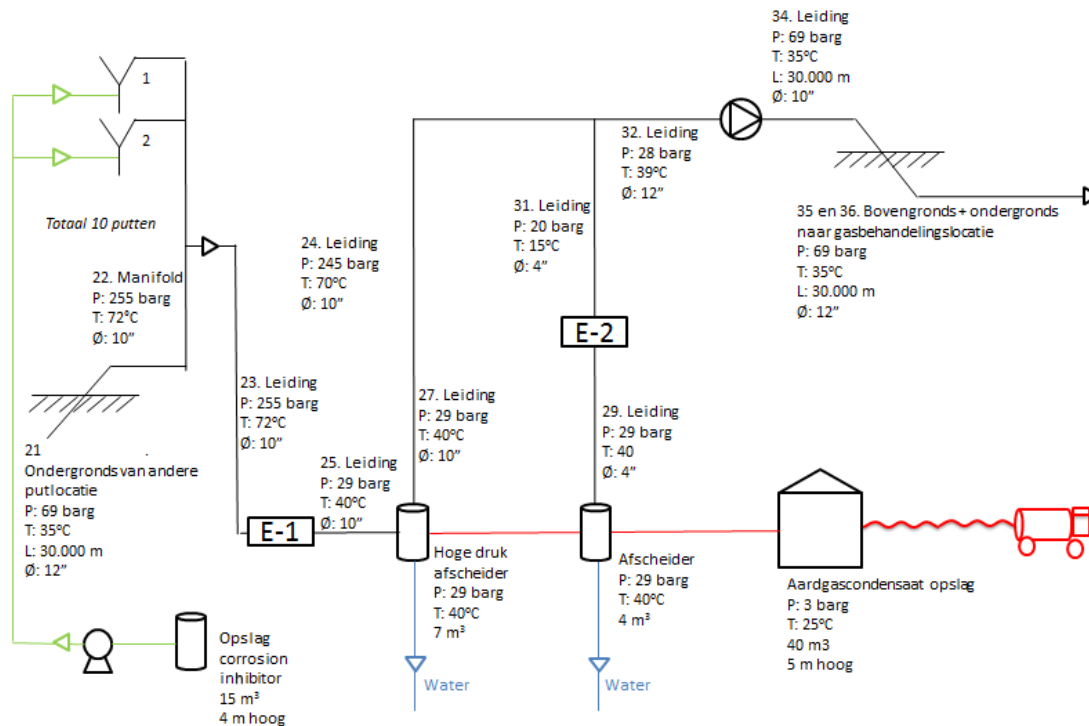
## Bijlage 7.2 Winnen

### Schaliegas

Om een indicatie te krijgen van de risicocontouren van de productiefase is een fictieve productielocatie ontworpen. Deze is in de volgende figuur weergegeven.



Figuur 20: Locatie putten, warmtewisselaars en vaten (blauwe stippen) en leidingen bij een fictieve productielocatie.



Figuur 21: Schematische weergave productielocatie.

De uitgangspunten staan in Figuur 21. Overige uitgangspunten zijn:

- Het zwavelgehalte van het geproduceerde aardgas is niet meer dan 31.000ppm H<sub>2</sub>S. Methaan wordt als voorbeeldstof gebruikt. De toxische effecten van aardgasuitstromingen zijn niet significant (zie interim handleiding mijnbouw).
- De boordiepte is 3.100 meter
- De Closed In Tubing head Pressure (CITHP) is 344 barg
- De Flowing Tubing Head Pressure (FTHP) is 70 tot 80% hiervan. Uitgegaan is van 275 barg.
- De diameter van de casing is 9 inch (22,86 cm)
- De diameter van de tubing is 7 inch (17,78 cm)
- Im- en exportleidingen hebben een diameter van 12 inch (6 tot 12 inch volgens Halliburton)
- De im- en exportleidingen liggen in een leidingstraat en hebben daarom een lagere ongevalsfrequentie.
- Er vinden 2 verladingen van aardgascondensaat plaats per week
- De verlading van een volle tankautovrachtwagen condensaat van 32 m<sup>3</sup> duurt een uur.
- De condensaatpomp staat alleen aan als er verladen wordt.

De uitgangspunten voor schaliegaswinning bij realistische drukken zijn nagenoeg hetzelfde als de bovengenoemde uitgangspunten. De enige verschillen zijn de drukken in de putten, manifold en de leiding tot koeler E-1. De uitgangspunten voor deze drukken zijn:

- De FTHP is 40 barg.
- De CITHP is 140 tot 150% hiervan. Uitgegaan is van 57 barg.
- De druk in het manifold en de leiding naar koeler E-1 is 40 barg.

Om de reële uitstroom te bepalen op een bepaalde plaats in het proces is een maximum flow diagram (maxflow diagram) gemaakt. De maximum voeding geeft aan welke hoeveelheid aan het systeem wordt toegevoegd, en wat er dus ook kan vrijkomen. De line rupture (LR) geeft de fysiek beperkende waarde van het systeem.

Beide waarden (Max. Voeding en Line Rupture) zijn berekend met behulp van het voorgeschreven programma Safeti-NL.

- Max. Voeding: Long pipeline met een gemiddelde uitstroming over de eerste 20 seconden en wrijvingsverliezen van de gehele pipeline / tubing.
- Line Rupture: Initiële uitstroming zonder drukval berekend over de halve leiding lengte.

De kleinste van deze twee waarden geeft de realistische uitstroming die voor de berekeningen gekozen wordt.

nr	Beschrijving	Upstream						Downstream				Gekozen waarde	
		D (mm)	T (°C)	P (barg)	Max voeding (kg/s)	LR (kg/s)	Gekozen waarde	Comments	Max voeding (kg/s)	LR (kg/s)	Gekozen waarde		Comments
1	WELL 1	177.8	76	275	217	-	217	Max voeding = LP 3100m	931	-			
2	7" bg flowleiding	177.8	76	275	217	931	217	LR: 15 meter	2399	931	931	Maxvoeding: = manifold + import + 9 putten	1148
3	WELL 2	177.8	76	275	217	-	217	Max voeding = LP 3100m	931	-			
4	7" bg flowleiding	177.8	76	275	217	931	217	LR: 15 meter	2399	931	931	Maxvoeding: = manifold + import + 9 putten	1148
5 t/m 20	... (zelfde als de putten 1+2)												
	Import Leiding												
21	12" Importleiding	304.8	35	69	221	-	221	Maxvoeding = LP 30.000 meter	2394	647	647	LR: 45 meter	869
	Manifold												
22	Manifold	304.8	72	255	2390	2835	2390	Max voeding = Sum (wells 1 t/m 10)+import, LR: 10 meter	225	2835	225		2615
23	Leiding naar E-1	254.0	72	255	2390	1950	1950	LR: 15 meter	225	1950	225		2176
24	E-1		72	255			1950				225		2176
25	Leiding van E-1 naar V-1	254.0	40	29	1950	225	225	LR: 10 meter	228	225	225		450
26	V-1	7 m3	40	29	135	kg	225				222		447
27	Leiding van V-1 naar K-1	254.0	40	29	232	225	225	LR: 10 meter	222	225	222		447
28	V-2	4 m3	40	29	77	kg					21		21
29	Leiding van V-2 naar E-2	101.6	40	29	3.9	31	3.9	LR: 10 meter	16.9	31	16.9		21
30	E-2		40	29			3.9				16.9		21
31	Leiding van E-2 naar K-1	101.6	20	15	3.9	16.9	3.9	LR: 10 meter	443	16.9	16.9		21
32	Leiding naar K-1	254.0	39	28	229	218	218	LR: 10 meter	221	218	218		436
33	K-1		35	69			218				221		439
34	export	254.0	35	69	218	551	218	LR: 10 meter	221	551	221		439
35	Exportleiding	304.8	35	69	218	667	218	LR: 40 meter	221	-	221	Maxvoeding = LP 30.000 meter	439

Figuur 22 Maxflow diagram voor de gebruiksfase van een productielocatie.

Scenario	Frequentie (per jaar (per meter))	Aantal onderdele n/meter*1	Totale frequent ie (per jaar)	Uitstroo m (kg/s) <sup>5</sup>
<b>Gas</b>				
TubingBlowOut, CITHP, nalevering	$7,17 \cdot 10^{-5}$	10	$7,17 \cdot 10^{-4}$	1202
TubingBlowOut, CITHP, geen nalevering	$3,91 \cdot 10^{-5}$	10	$3,91 \cdot 10^{-4}$	271
CasingBlowOut, toenemend naar maximaal debiet	$2,73 \cdot 10^{-5}$	10	$2,73 \cdot 10^{-4}$	391
TubingBlowOut, toenemend naar maximaal debiet	$1,09 \cdot 10^{-4}$	10	$1,09 \cdot 10^{-3}$	216
Prod./WL/CT, CITHP, lekkage verticaal	$1,61 \cdot 10^{-4}$	10	$1,61 \cdot 10^{-3}$	12,8
Prod./WL/CT, CITHP, lekkage horizontaal	$3,03 \cdot 10^{-5}$	10	$3,03 \cdot 10^{-4}$	12,8
WO, FTTHP, lekkage verticaal	$1,18 \cdot 10^{-4}$	10	$1,18 \cdot 10^{-3}$	10,3
WO, FTTHP, lekkage horizontaal	$2,84 \cdot 10^{-5}$	10	$2,84 \cdot 10^{-4}$	10,3
Breuk flowarm	$1,00 \cdot 10^{-7}$	$10 \times 25^{*2}$	$2,50 \cdot 10^{-5}$	216
Breuk flowarm terugstroom	$1,00 \cdot 10^{-7}$	$10 \times 25^{*2}$	$2,50 \cdot 10^{-5}$	931
Lek flowarm	$5,00 \cdot 10^{-7}$	$10 \times 25^{*2}$	$1,25 \cdot 10^{-4}$	10,3
Breuk leiding van put	$1,00 \cdot 10^{-7}$	$10 \times 30$	$3,00 \cdot 10^{-6}$	216
Breuk leiding van put terugstroom	$1,00 \cdot 10^{-7}$	$10 \times 30$	$3,00 \cdot 10^{-5}$	931
Lekkage leiding van put	$5,00 \cdot 10^{-7}$	$10 \times 30$	$1,50 \cdot 10^{-4}$	10,3
Breuk manifold	$1,00 \cdot 10^{-7}$	15	$1,50 \cdot 10^{-6}$	2100
Breuk manifold terugstroom	$1,00 \cdot 10^{-7}$	15	$1,50 \cdot 10^{-6}$	1962
Lekkage manifold	$5,00 \cdot 10^{-7}$	15	$7,50 \cdot 10^{-6}$	21
Breuk leiding naar afscheiders	$1,00 \cdot 10^{-7}$	40	$4,00 \cdot 10^{-6}$	1962
Breuk leiding naar afscheiders terugstroom	$1,00 \cdot 10^{-7}$	40	$4,00 \cdot 10^{-6}$	1962
Lekkage leiding naar afscheiders	$5,00 \cdot 10^{-7}$	40	$2,00 \cdot 10^{-5}$	21
Instantaan hoge druk afscheider	$5,00 \cdot 10^{-6}$	1	$5,00 \cdot 10^{-6}$	3993
Vrijkomen in 10 minuten hoge druk afscheider	$5,00 \cdot 10^{-6}$	1	$5,00 \cdot 10^{-6}$	1,28
Uitstroom uit 10 mm gat hoge druk afscheider	$1,00 \cdot 10^{-4}$	1	$1,00 \cdot 10^{-4}$	3,3
Breuk leiding afscheider 1 naar export	$1,00 \cdot 10^{-7}$	20	$2,00 \cdot 10^{-6}$	2000
Breuk leiding afscheider 1 naar export terugstroom	$1,00 \cdot 10^{-7}$	20	$2,00 \cdot 10^{-6}$	2031
Lekkage leiding afscheider 1 naar export	$5,00 \cdot 10^{-7}$	20	$1,00 \cdot 10^{-5}$	21
Breuk leiding tussen afscheiders	$1,00 \cdot 10^{-7}$	10	$1,00 \cdot 10^{-6}$	2000
Breuk leiding tussen afscheiders terugstroom	$1,00 \cdot 10^{-7}$	10	$1,00 \cdot 10^{-6}$	1620
Lekkage leiding tussen afscheiders	$5,00 \cdot 10^{-7}$	10	$5,00 \cdot 10^{-6}$	21
Instantaan afscheider 2	$5,00 \cdot 10^{-6}$	1	$5,00 \cdot 10^{-6}$	3589
Vrijkomen in 10 minuten afscheider 2	$5,00 \cdot 10^{-6}$	1	$5,00 \cdot 10^{-6}$	1,0
Uitstroom uit 10 mm gat afscheider 2	$1,00 \cdot 10^{-4}$	1	$1,00 \cdot 10^{-4}$	2,5
Breuk leiding afscheider 2 naar export	$1,00 \cdot 10^{-7}$	10	$1,00 \cdot 10^{-6}$	1589
Breuk leiding afscheider 2 naar export terugstroom	$1,00 \cdot 10^{-7}$	10	$1,00 \cdot 10^{-6}$	1589
Lekkage leiding afscheider 2 naar export	$5,00 \cdot 10^{-7}$	10	$5,00 \cdot 10^{-6}$	15,9
Breuk leiding naar export	$1,00 \cdot 10^{-7}$	20	$2,00 \cdot 10^{-6}$	2239
Breuk leiding naar export terugstroom	$1,00 \cdot 10^{-7}$	20	$2,00 \cdot 10^{-6}$	443
Lekkage leiding naar export	$5,00 \cdot 10^{-7}$	20	$1,00 \cdot 10^{-5}$	23
Breuk importleiding ondergronds	$7,00 \cdot 10^{-9}$	65	$4,55 \cdot 10^{-7}$	869
Lekkage importleiding ondergronds	$6,30 \cdot 10^{-8}$	65	$4,10 \cdot 10^{-6}$	3,4
Breuk importleiding bovengronds	$7,00 \cdot 10^{-9}$	30	$2,10 \cdot 10^{-7}$	221
Breuk importleiding bovengronds terugstroom	$7,00 \cdot 10^{-9}$	30	$2,10 \cdot 10^{-7}$	647

Scenario	Frequentie (per jaar (per meter))	Aantal onderdele n/meter* <sup>1</sup>	Totale frequent ie (per jaar)	Uitstroo m (kg/s) <sup>5</sup>
Lekkage importleiding bovengronds	$6,30 \cdot 10^{-8}$	30	$1,89 \cdot 10^{-6}$	3,4
Breuk exportleiding bovengronds	$7,00 \cdot 10^{-9}$	20	$1,40 \cdot 10^{-7}$	716
Breuk exportleiding bovengronds terugstroom	$7,00 \cdot 10^{-9}$	20	$1,40 \cdot 10^{-7}$	221
Lekkage exportleiding bovengronds	$6,30 \cdot 10^{-8}$	20	$1,26 \cdot 10^{-6}$	3,4
Breuk exportleiding ondergronds	$7,00 \cdot 10^{-9}$	45	$3,15 \cdot 10^{-7}$	937
Lekkage exportleiding ondergronds	$6,30 \cdot 10^{-8}$	45	$2,84 \cdot 10^{-6}$	3,4
<b>Corrosie inhibitor</b>				
Instantaan falen tank corrosie inhibitor	$5,00 \cdot 10^{-6}$	1	$5,00 \cdot 10^{-6}$	12070 kg
Vrijkomen in 10 minuten tank corrosie inhibitor* <sup>3</sup>	$5,00 \cdot 10^{-6}$	1	$5,00 \cdot 10^{-6}$	20
Uitstroom uit 10 mm gat tank corrosie inhibitor	$1,00 \cdot 10^{-4}$	1	$1,00 \cdot 10^{-4}$	0,39
Breuk pomp (vaak 2 pompen) * <sup>4</sup>	$1,00 \cdot 10^{-4}$	2	$2,00 \cdot 10^{-4}$	0,40
Lekkage pomp	$4,40 \cdot 10^{-3}$	2	$8,80 \cdot 10^{-3}$	0,40
Breuk leiding 4 inch voor pomp	$1,00 \cdot 10^{-6}$	20	$2,00 \cdot 10^{-5}$	32
Lekkage leiding 4 inch voor pomp	$5,00 \cdot 10^{-6}$	20	$1,00 \cdot 10^{-4}$	0,40
Breuk leiding 4 inch na pomp	$1,00 \cdot 10^{-6}$	20	$2,00 \cdot 10^{-5}$	0,15
<b>Condensaat</b>				
Instantaan afscheider 2	$5,00 \cdot 10^{-6}$	1	$5,00 \cdot 10^{-6}$	2642 kg
Vrijkomen in 10 minuten afscheider 2	$5,00 \cdot 10^{-6}$	1	$5,00 \cdot 10^{-6}$	4,4
Uitstroom uit 10 mm gat afscheider 2	$1,00 \cdot 10^{-4}$	1	$1,00 \cdot 10^{-4}$	7,1
Breuk leiding naar opslag	$1,00 \cdot 10^{-7}$	45	$4,50 \cdot 10^{-6}$	124
Lekkage leiding naar opslag	$5,00 \cdot 10^{-7}$	45	$2,25 \cdot 10^{-5}$	1,8
Instantaan vrijkomen uit tankauto	$5,00 \cdot 10^{-7}$	104/8760	$5,95 \cdot 10^{-9}$	22317 kg
Vrijkomen uit grootste aansluiting tankauto	$5,00 \cdot 10^{-7}$	104/8760	$5,95 \cdot 10^{-9}$	13,7
Breuk laadslang met ingreep operator	$4,00 \cdot 10^{-6}$	104x0.9	$3,74 \cdot 10^{-4}$	8,7
Breuk laadslang zonder ingreep operator	$4,00 \cdot 10^{-6}$	104x0.1	$4,16 \cdot 10^{-5}$	8,7
Lekkage laadslang met ingreep operator	$4,00 \cdot 10^{-5}$	104x0.9	$3,74 \cdot 10^{-3}$	0,43
Lekkage laadslang zonder ingreep operator	$4,00 \cdot 10^{-5}$	104x0.1	$4,16 \cdot 10^{-4}$	0,43
Domino tankauto (instantaan)	$5,80 \cdot 10^{-10}$	104	$6,03 \cdot 10^{-8}$	22317 kg
Breuk pomp	$1,00 \cdot 10^{-4}$	104/8760	$1,19 \cdot 10^{-6}$	16,4
Lekkage pomp	$4,40 \cdot 10^{-3}$	104/8760	$5,22 \cdot 10^{-5}$	0,16

Tabel 20 Scenario's en frequenties voor de winningsfase van schaliegas.

\*<sup>1</sup> Leidinglengtes zijn de lengtes op basis van de gemaakte Safeti-ondergrond

\*<sup>2</sup> 25 meter is de standaard voorgeschreven lengte voor dit scenario.

\*<sup>3</sup> Aanname dat de corrosie inhibitor een dichtheid van 1.000 kg/m<sup>3</sup> heeft.

\*<sup>4</sup> Aanname dat de capaciteit van de pomp 0,1 kg/s is.

\*<sup>5</sup> De meeste uitstroomhoeveelheden zijn in kg/s, bij enkele scenario's wordt uitgegaan van instantaan vrijkomen. Dan is de hoeveelheid die uitstroomt vermeld met 'kg' erbij.

### Gasleidingen

Uitgangspunten voor de gasleidingen tussen productielocaties en van productielocaties naar de gasverwerkingsinstallatie zijn:

- De diameter van de leidingen is maximaal 12 inch (30,48 cm)
- De druk is 69 barg
- De temperatuur is 35°C.

Nadat het gas op de gasverwerkingsinstallatie is bewerkt wordt het getransporteerd naar het hoofdleidingnetwerk middels leidingen van 48 inch (1.210 mm) (Halliburton, 2011).

### Condensaatleidingen

Uitgangspunt is een 6 inch-leiding met een druk van 40 bar.

Voor de berekening van het oppervlak van de plas die gevormd wordt bij breuken van leidingen met brandbare vloeistoffen moeten volgens de Handleiding Risicoberekeningen Bevb de volgende factoren worden meegenomen:

- Het pompdebiet maal de afsluitingstijd van de pomp (uitgaande van 5 minuten).
- De uitstroming van expansie van de samengedrukte vloeistof.
- Eventueel nalevering ten gevolge van een hellende leiding.
- Eventueel extra uitstroming uit een leiding ten gevolge van terugstroming vanuit ontvangende opslagtanks.

Hieronder zijn al deze factoren uitgewerkt.

1:

Uitgaande van een pompdebiet van 125 m<sup>3</sup>/u, is na 5 minuten 125/12 = 10,42 m<sup>3</sup> uitgestroomd.

2:

Door afname van de druk in de leiding zal de samengedrukte vloeistof uitzetten. De toename van het volume wordt berekend met de volgende formule:

$$V_e = \pi/4 \times D^2 \times L \times P \times C_e,$$

$V_e$	volume toename van het product (m <sup>3</sup> )
$D$	inwendige diameter van de buisleiding (m)
$L$	leidinglengte tussen pompen of pomp en het einde van de leiding (m)
$P$	druk ter plaatse van het lek (Pa)
$C_e$	compressibiliteit van het product (m <sup>2</sup> /N)

Dat is:

$$0,7854 \times 0,02326 \times 30000 \times 4,0 \times 10^6 \times 8,8 \times 10^{-10} = 1,93 \text{ m}^3$$

3 en 4:

Hierover staat in de Handleiding Risicoberekeningen Bevb het volgende: "Aanbevolen wordt om in voorkomende gevallen rekening te houden met nalevering ten gevolge van een hellende leiding en extra uitstroom uit een leiding ten gevolge van terugstroming vanuit ontvangende opslagtanks." Er staat niet beschreven hoe dit moet. In het document "Risicoanalyse voor buisleidingen met brandbare vloeistoffen" staat dat voor leegloop van hellende leidingen de volgende formule wordt gebruikt:

$$\text{Leegloop} = \pi \times R^2 \times L$$

Waarbij:

$R$  = straal van de buisleiding (m);

$L$  = leidinglengte (m)

Voor de leidinglengte moet worden uitgegaan van 1 km.

Dat is:

$$3,142 \times 0,0762 \times 1000 = 18,24 \text{ m}^2$$

Uitgangspunt is dat terugstroming uit de ontvangende tank niet mogelijk is.

In totaal stroomt er  $10,42 + 1,93 + 18,24 = 30,58 \text{ m}^3$  vloeistof uit. Dat is bij een plasdikte van 0,05 meter een plas met een oppervlakte van:

$$30,5876 / 0,05 = 611 \text{ m}^2$$

De diameter van de plas is dan:

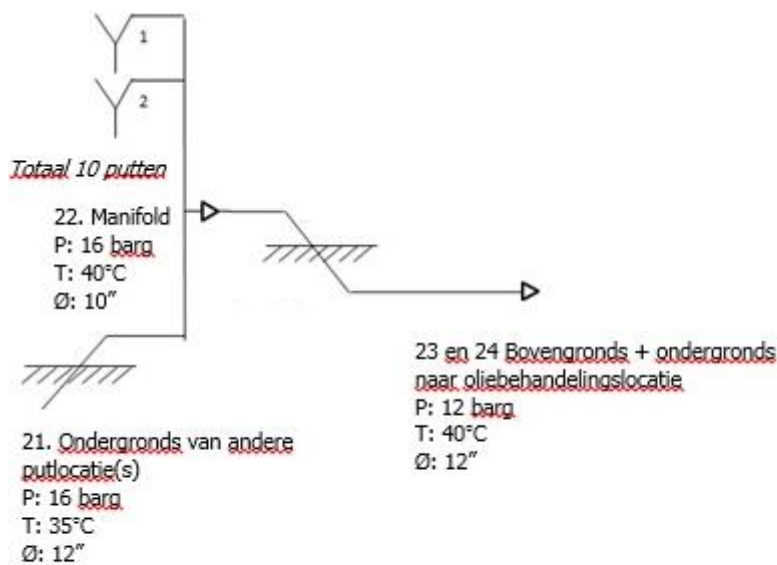
$$2 \times \sqrt{(611 / \pi)} = 27,91 \text{ meter}$$

Deze diameter is ingevoerd in Safeti-NL met de voorgeschreven frequentie van leidingbreuk van  $1,5 \times 10^{-4}$  per kilometer. Safeti-NL berekent een  $10^{-6}$ -contour met een afstand van 16 meter aan weerszijden van een leiding. Er is dus een strook van 32 meter nodig voor een dergelijke condensaatleiding.

### *Schalieolie*

Om een indicatie te krijgen van de risicocontouren van de productiefase van schalieolie is een fictieve schalieolie productielocatie ontworpen. Deze is in de volgende figuur weergegeven.





Figuur 23: Schematische weergave schalieolie productielocatie.

De uitgangspunten staan in Figuur 23. De overige uitgangspunten zijn:

- De boordiepte is 3.100 meter
- Het pompdebiet van de pompen die de olie vanuit het reservoir naar het oppervlak pompen is 0.25 kg/s
- De Flowing Tubing Head Pressure (FTHP) is 16 barg.
- De Closed In Tubing head Pressure (CITHP) is 140% tot 160% hiervan. Uitgegaan is van 23 barg.
- De diameter van de casing is 9 inch (22,86 cm)
- De diameter van de tubing is 7 inch (17,78 cm)
- Im- en exportleidingen hebben een diameter van 12 inch (6 tot 12 inch volgens Halliburton)
- De im- en exportleidingen liggen in een leidingstraat en hebben daarom een lagere ongevalsfrequentie.
- Het debiet in de leidingen van de olieproductielocatie zijn afhankelijk van de reservoir pompen.
- Het debiet in de putten en leidingen van de olieproductielocatie wordt gemodelleerd door het pompdebiet te vermenigvuldigen met 1,5 (conform Interim Handleiding 2010)
- De importleiding is worst-case gemodelleerd. Het debiet in deze leiding is gelijk aan het debiet van de resterende 120 putten.
- Er vindt geen terugstroom plaats vanuit de olieverwerkingsinstallatie via de exportleiding naar de putten.

#### Olieleidingen

Uitgangspunten voor de olieleidingen tussen productielocaties en van productielocaties naar de gasverwerkingsinstallatie zijn:

- De diameter van de leidingen is maximaal 12 inch (30,48 cm)
- De druk is 16 barg
- De temperatuur is 40°C.

Scenario	Frequentie (per jaar (per meter))	Aantal onderdelen/meter* <sup>1</sup>	Totale frequentie (per jaar)	Uitstroom (kg/s)
TubingBlowOut, CITHP, nalevering	$2.05 \cdot 10^{-5}$	10	$2.05 \cdot 10^{-4}$	39
TubingBlowOut, CITHP, geen nalevering	$3.87 \cdot 10^{-5}$	10	$3.87 \cdot 10^{-4}$	0,304
CasingBlowOut, toenemend naar maximaal debiet	$1.52 \cdot 10^{-5}$	10	$1.52 \cdot 10^{-4}$	0,304
TubingBlowOut, toenemend naar maximaal debiet	$6.07 \cdot 10^{-5}$	10	$6.07 \cdot 10^{-4}$	0,304
Prod./WL/CT, CITHP, lekkage verticaal	$9.72 \cdot 10^{-5}$	10	$9.72 \cdot 10^{-4}$	0,304
Prod./WL/CT, CITHP, lekkage horizontaal	$1.74 \cdot 10^{-5}$	10	$1.74 \cdot 10^{-4}$	0,304
WO, FTHP, lekkage verticaal	$6.58 \cdot 10^{-5}$	10	$6.58 \cdot 10^{-4}$	0,304
WO, FTHP, lekkage horizontaal	$1.58 \cdot 10^{-5}$	10	$1.58 \cdot 10^{-4}$	0,304
Brek flowarm	$2.50 \cdot 10^{-6}$	10x25* <sup>2</sup>	$2,50 \cdot 10^{-5}$	0,304
Brek flowarm terugstroom	$2.50 \cdot 10^{-6}$	10x25* <sup>2</sup>	$2,50 \cdot 10^{-5}$	39
Lek flowarm	$1.25 \cdot 10^{-5}$	10x25* <sup>2</sup>	$1,25 \cdot 10^{-4}$	0,304
Brek leiding naar manifold	$1,00 \cdot 10^{-7}$	10x30	$3,00 \cdot 10^{-6}$	0,304
Brek leiding naar manifold terugstroom	$1,00 \cdot 10^{-7}$	10x30	$3,00 \cdot 10^{-5}$	39
Lek leiding manifold	$5,00 \cdot 10^{-7}$	10x30	$1,50 \cdot 10^{-4}$	0,304
Brek manifold	$1,00 \cdot 10^{-7}$	15	$1,50 \cdot 10^{-6}$	39
Lek manifold	$5,00 \cdot 10^{-7}$	15	$7,50 \cdot 10^{-6}$	39
Brek importleiding ondergronds	$7,00 \cdot 10^{-9}$	65	$4,55 \cdot 10^{-7}$	36
Lekkage importleiding ondergronds	$6,30 \cdot 10^{-8}$	65	$4,10 \cdot 10^{-6}$	7,2
Brek importleiding bovengronds	$7,00 \cdot 10^{-9}$	30	$2,10 \cdot 10^{-7}$	36
Brek importleiding bovengronds terugstroom	$7,00 \cdot 10^{-9}$	30	$2,10 \cdot 10^{-7}$	3,0
Lekkage importleiding bovengronds	$6,30 \cdot 10^{-8}$	30	$1,89 \cdot 10^{-6}$	7,2
Brek exportleiding bovengronds	$7,00 \cdot 10^{-9}$	20	$1,40 \cdot 10^{-7}$	39
Lekkage exportleiding bovengronds	$6,30 \cdot 10^{-8}$	20	$1,26 \cdot 10^{-6}$	9,0
Brek exportleiding ondergronds	$7,00 \cdot 10^{-9}$	45	$3,15 \cdot 10^{-7}$	39
Lekkage exportleiding ondergronds	$6,30 \cdot 10^{-8}$	45	$2,84 \cdot 10^{-6}$	7,2

Tabel.21: Scenario's en frequenties voor de winningsfase van schalieolie.

\*<sup>1</sup> Leidinglengtes zijn de lengtes op basis van de gemaakte Safeti-ondergrond

\*<sup>2</sup> 25 meter is de standaard voorgeschreven lengte voor dit scenario.

## Bijlage 8 Passende beoordeling

### Bijlage 8.1 Aanleiding en juridisch kader

#### *planMER en Passende Beoordeling*

Voor de Structuurvisie Schaliegas is een planMER opgesteld. Significante effecten op Natura 2000-gebieden als gevolg van schaliegaswinning zijn niet op voorhand uit te sluiten, zodat het opstellen van een Passende Beoordeling noodzakelijk is. Deze Passende Beoordeling ex artikel 19j van de Natuurbeschermingswet is een integraal onderdeel van het planMER. Doel van de Passende Beoordeling is om na te gaan in hoeverre de voorbeeldwinning (in dit geval beschouwd als VKA) uitvoerbaar is binnen de kaders van de Natuurbeschermingswet.

Een Passende Beoordeling voor een plan op grond van artikel 19j Natuurbeschermingswet 1998 is in principe pas aan de orde wanneer dat plan voldoende concreet is. Indien het plan niet voldoende concreet is, dan vervalt doorgaans de plicht om een Passende Beoordeling uit te voeren. Binnen dit planMER is gewerkt met een concrete voorbeeldwinning, de locatie(s) voor deze voorbeeldwinning is/zijn echter nog onbekend. De Passende Beoordeling is daarom anders ingestoken dan bij een plan waar de locatie al wel bekend is. De gevolgen voor Natura 2000-gebieden worden in de Passende Beoordeling niet afgezet tegen specifieke instandhoudingsdoelen van individuele Natura 2000-gebieden (zoals in een 'normale' Passende Beoordeling gebeurt), omdat nog niet bekend is op welke locatie(s) schaliegaswinning eventueel zal plaatsvinden. Via de risicokaarten in de Passende Beoordeling is aangegeven waar een hoog risico op aantasting van de natuurlijke kenmerken van verschillende Natura 2000-gebieden te verwachten is en waar een gemiddeld of laag risico. Deze beoordeling is passend bij het detailniveau van het planMER, dat wil zeggen gebaseerd op de karakteristieken van de voorbeeldwinning en de uitgangspunten voor wat betreft de deelgebieden. Locatie- c.q. project specifieke beoordelingen vinden, zo nodig, in een later stadium plaats in het kader van (toekomstige) ruimtelijke ordenings- en/of vergunningenprocedures, op basis van concrete initiatieven. Daarom is bij deze Passende Beoordeling gekozen voor een zoneringsbenadering waarbij, aan de hand van de verwachte (worst case) effecten van de voorbeeldwinning, contouren worden aangegeven met betrekking tot het risico op significant negatieve effecten.

De Natuurbeschermingswet 1998 (Nb-wet) vormt het juridisch kader voor deze toetsing. De Europees beschermde Natura 2000-gebieden worden door deze wet op nationaal niveau beschermd.

#### *Natuurbeschermingswet*

In Nederland hebben veel natuurgebieden een beschermde status onder de Natuurbeschermingswet 1998 gekregen. Daarbij kunnen twee categorieën beschermingsgebieden worden onderscheiden:

- Natura 2000-gebieden.
- Beschermde natuurmonumenten.

#### *Natura 2000-gebied*

Onder Natura 2000-gebieden vallen de gebieden die op grond van de Vogelrichtlijn en Habitatrichtlijn zijn aangewezen. Voor deze gebieden gelden instandhoudingsdoelen. De essentie van het beschermingsregime voor deze gebieden is dat deze instandhoudingsdoelen niet in gevaar mogen worden gebracht. Een project

mag alleen uitgevoerd worden, of een plan mag alleen vastgesteld worden, wanneer zeker is dat de instandhoudingsdoelen van het gebied niet in gevaar worden gebracht. Hiervan mag alleen worden afgeweken wanneer alternatieve oplossingen voor het project ontbreken én wanneer sprake is van dwingende redenen van groot openbaar belang. Bovendien moet voorafgaande aan het toestaan van een afwijking zeker zijn dat alle schade gecompenseerd wordt (de zogenaamde ADC-toets: Alternatieven, Dwingende redenen van groot openbaar belang en Compenserende maatregelen). Redenen van economische aard kunnen ook gelden als dwingende reden van groot openbaar belang. Als prioritaire soorten of habitats deel uitmaken van de instandhoudingsdoelen mogen redenen van sociale en economische aard alleen gebruikt worden na toetsing door de Europese Commissie.

#### *Beschermd Natuurmonument*

Bij definitieve aanwijzing van het Natura 2000-gebied vervalt de status van Beschermd Natuurmonument en worden de doelen van het Beschermd Natuurmonument als aanvullende doelen in de zin van art. 10a lid 3 toegevoegd aan de instandhoudingsdoelstelling van het Natura 2000-gebied. Aangezien ten aanzien van aanvullende doelen geen externe werking geldt (tenzij deze in het aanwijzingsbesluit expliciet als zodanig zijn benoemd, wat in deze situatie niet het geval is) wordt in deze beoordeling niet getoetst op effecten op de aanvullende doelen.

#### *Passende Beoordeling*

Bij de Passende Beoordeling wordt gedetailleerd in kaart gebracht wat de effecten (kunnen) zijn van de activiteit op de natuurwaarden in het gebied. Hierbij wordt rekening gehouden met de instandhoudingsdoelstellingen. De significantie van de gevolgen moet met name worden beoordeeld in het licht van de specifieke milieukeurmerken en omstandigheden van het gebied. Omkeerbare en tijdelijke effecten kunnen ook significant zijn.

De deelgebieden binnen het plangebied voor mogelijke schaliegaswinning zijn alle gelegen in de nabijheid van één of meer Natura 2000-gebieden. In beginsel wordt bij mogelijke effecten op Natura 2000-gebieden eerst een Voortoets uitgevoerd, waarin wordt bekeken of significante effecten kunnen worden uitgesloten. Als dit niet het geval is dan moet een Passende Beoordeling worden uitgevoerd. Doordat schaliegaswinning onder meer gepaard gaat met stikstofemissies en de deelgebieden gelegen zijn in de nabijheid van één of meer Natura 2000-gebieden met stikstofgevoelige habitattypen zijn significant negatieve effecten op voorhand niet uit te sluiten. Stikstofemissie is het verst reikende effect, zodat de Voortoets in dit geval is beperkt tot voorgaande vaststelling dat significant negatieve effecten op voorhand niet zijn uit te sluiten.

## Bijlage 8.2 Ingrep en algemene effectbeschrijving

### *Ingrep*

In Bijlage 5 is een beschrijving van de voorbeeldwinning opgenomen. De effecten van de voorbeeldwinning zijn in deze paragraaf beschreven. Voor de watervoorziening worden de productielocaties aangesloten op het waterleidingnet. In de voorbeeldwinning is aangenomen dat hierdoor geen verdroging zal optreden ter plaatse van de productielocatie.

### *Calamiteiten*

Calamiteiten zijn geen onderdeel van de reguliere bedrijfsvoering en dienen daarom niet te worden getoetst in een Passende Beoordeling. Omdat gevolgen van calamiteiten echter een belangrijk milieuaspect

vormen, zijn calamiteiten wel beoordeeld in het hoofdstuk Natuur van het planMER (zie paragraaf 14.5 in deel B).

### *Effectbeschrijving*

#### *Ruimtebeslag en mechanische effecten*

Relevant tijdens: aanleg (en gedurende aanwezigheid installaties)

De winning van schaliegas is uitgesloten binnen Natura 2000-gebieden, dit is inclusief de aanleg van (transport)leidingen en (tijdelijke) toegangswegen, zodat geen sprake is van verlies van leefgebieden van soorten of van habitattypen binnen de Natura 2000-gebieden. Bij de plaatsing van de installaties (gasbehandelingsinstallatie, productielocaties, transportleidingen, et cetera.) gaat mogelijk foerageergebied van vogels verloren of wordt dit minder geschikt of vindt op andere wijze externe werking plaats. Dit is echter sterk afhankelijk van de specifieke locaties en bovendien mogelijk te vermijden of te mitigeren. Daarom is dit effect niet onderscheidend op het abstractieniveau van dit planMER. Locatie specifieke beoordelingen vinden, zo nodig, in een later stadium plaats in het kader van (toekomstige) ruimtelijke orderings- en/of vergunningenprocedures, op basis van concrete initiatieven. Een uitgebreidere beschrijving van de procedures is terug te vinden in hoofdstuk 1 van deel A.

#### *Verstoring*

Relevant tijdens: aanleg, boren, fracken, winnen en afwerking

Aan- en afvoer van goederen en werkzaamheden ter plekke kan verstoring door beweging en geluid geven op broedende, rustende en foeragerende vogels en eventueel aanwezige andere diersoorten. Voor de verstoringcontour kan grofweg 500 meter vanaf de bron (Jongbloed, 2011) worden aangehouden: daarbuiten is er zeker geen effect, daarbinnen mogelijk wel, maar dit is afhankelijk van locatie specifieke omstandigheden. De deelgebieden binnen het plangebied voor schaliegaswinning liggen buiten Natura 2000, maar via externe werking kan sprake zijn van verstoring van soorten binnen de Natura 2000-gebieden. Bij de plaatsing van de installaties wordt mogelijk foerageergebied van vogels verstoord (externe werking). Door de werkzaamheden aan te passen op de gevoelige perioden van vogels en te zorgen dat er voldoende uitwijkmogelijkheden voor vogels in de omgeving beschikbaar blijven, zullen effecten grotendeels teniet worden gedaan. Verstoring door de aanleg van de installaties is tijdelijk van aard en door het nemen van gepaste maatregelen is de kans dat significante effecten optreden klein. Indien er op meerdere locaties tegelijk en/of gedurende meerdere seizoenen installaties worden aangelegd nabij eenzelfde Natura 2000-gebied kan echter wel sprake zijn van significante effecten op populatieniveau. Dit effect is echter sterk afhankelijk van de specifieke locaties en bovendien te vermijden of te mitigeren. Daarom wordt dit effect niet beoordeeld op het niveau van dit planMER. Locatie specifieke beoordelingen vinden, zo nodig, in een later stadium plaats in het kader van (toekomstige) ruimtelijke orderings- en/of vergunningenprocedures, op basis van concrete initiatieven. Een uitgebreidere beschrijving van de procedures is terug te vinden in hoofdstuk 1 van deel A.

#### *Versnippering*

Relevant tijdens: aanleg (en gedurende aanwezigheid installaties)

De deelgebieden binnen het plangebied voor schaliegaswinning liggen buiten Natura 2000, zodat geen sprake is van versnippering van leefgebieden van soorten of habitattypen binnen de Natura 2000-gebieden. Door de plaatsing van de installaties (gasbehandelingsinstallatie, productielocaties, transportleidingen, et cetera) worden mogelijk de uitwisselingsmogelijkheden tussen Natura 2000-gebieden (tijdelijk) beperkt. Dit is echter sterk afhankelijk van de specifieke locaties en bovendien te vermijden of te mitigeren. Daarom wordt dit effect niet beoordeeld op het niveau van dit planMER.

Locatie specifieke beoordelingen vinden, zo nodig, in een later stadium plaats in het kader van (toekomstige) ruimtelijke ordenings- en /of vergunningenprocedures, op basis van concrete initiatieven. Een uitgebreidere beschrijving van de procedures is terug te vinden in hoofdstuk 1 van deel A.

#### *Stikstofdepositie*

Relevant tijdens: aanleg, boren, fracken, winnen en afwerking

Binnen het onderzoek is een voorbeeldwinning onderzocht die niet locatie specifiek is. Een voorbeeldwinning betreft 13 productielocaties. Een productielocatie is circa 1,5 hectare groot. Op iedere productielocatie worden 10 putten geboord. In totaal worden dus 130 putten geboord gedurende de voorbeeldwinning, die 15 jaar duurt. Ten behoeve van gasproductie wordt één centrale gasbehandelingsinstallatie in de nabijheid van de productielocaties gerealiseerd. Voor de schaliegaswinning is er een aantal relevante emissiebronnen voor stikstofdepositie. Hieronder zijn de emissiebronnen per fase beschreven en de gehanteerde uitgangspunten uitgewerkt.

De luchtmissies zijn afkomstig van stationaire en mobiele bronnen. Deze bronnen worden ingezet gedurende vijf te onderscheiden werkzaamheden. In onderstaande Tabel 22 is een overzicht gegeven van de emissiebronnen per fase.

Werkzaamheid	Activiteit	Emissiebronnen
<b>Aanleg</b>	Aanleg productielocatie (productielocatie)	Inzet diesel materieel
		Transportbewegingen
	Aanleg locatie t.b.v. gasbehandelingsinstallatie	Inzet diesel materieel
		Transportbewegingen
<b>Boren</b>	Boren	Dieselgeneratoren t.b.v. boorinstallatie
		Transportbewegingen
<b>Fracken</b>	Fracken en afronden	Dieselgeneratoren t.b.v. frack pompen/compressoren
		Transportbewegingen
		Affakkelen
<b>Winnen</b>	Gaswinning	Compressorstation
		gasbehandelingsinstallatie
		Transportbewegingen
<b>Afwerking</b>	Afvoeren gasbehandelingsinstallatie en compressorstation	Transportbewegingen

Tabel 22 Emissiebronnen per fase

Voor de mobiele werktuigen, het vrachtverkeer, de aanleg van de productielocaties en de gasbehandelingsinstallatie, het boren, het fracken en het winnen zijn vaste uitgangspunten gehanteerd voor wat betreft de emissie van stikstof. Deze informatie is terug te vinden in Bijlage 10.

Aan de hand van de specifieke activiteiten en emissiebronnen voor de voorbeeldwinning zijn de totale emissie en depositie van stikstofdioxide berekend. Voor het bepalen van de maximale afstand van de depositiecontour van 1 en 5 mol N/ha/jaar is de worst case voor wat betreft meteorologische omstandigheden (overheersende windrichting) gekozen. De maximale afstanden die bij deze stikstofdepositiecontouren horen zijn weergegeven in Tabel 23.

Stikstofdepositiecontour	Lage ruwheid ( $Z_0$ 0,03)	Hoge ruwheid ( $Z_0$ 0,75)
	m	m
1 mol N/ha/jaar	2.800	3.220
5 mol N/ha/jaar	7.850	9.720

Tabel 23 Bij de stikstofdepositiecontouren horende worst case afstanden voor minimale en maximale ruwheid. De ruwheid wordt bepaald door het landschap: grasland en open water hebben een lage ruwheid, naaldbos een hoge.

### *Maatgevende effecten en relevante Natura 2000-gebieden*

Omdat de meeste effecten sterk afhankelijk zijn van de specifieke locaties en daarnaast te vermijden of te mitigeren zijn via de locatiekeuze, is het te bewerkelijk om met alle effecten een doelmatige Passende Beoordeling op te stellen op het niveau van een planMER. Om een goede schatting te doen van het risico op significant negatieve effecten op planMER-niveau is aan de hand van het maatgevende - het verst reikende en voor het overgrote (ruim vier-vijfde) deel Natura 2000-gebieden relevante - effect stikstofdepositie een risicokaart gemaakt. In het planMER op landschapstypenniveau bleek al dat ieder landschapstype stikstofgevoelige habitattypen bevat. Er is voor de visualisatie daarom uit praktisch en worst case oogpunt vanuit gegaan dat elk Natura 2000-gebied één of meerdere habitattypen of soorten bevat die gevoelig zijn voor stikstofdepositie. Hier zijn dus lokale uitzonderingen mogelijk; dit zal in een Passende Beoordeling voor een concreet initiatief onderzocht moeten worden. In deze Passende Beoordeling wordt wel ingegaan op specifieke Natura 2000-kernopgaven die onder druk (kunnen komen te) staan door stikstofdepositie.

Effecten door verstoring zijn relevant voor alle gebieden met verstoringsgevoelige fauna (vogels en zoogdieren). Hiervoor zou de 500 meter contour (Jongbloed, 2011) gebruikt kunnen worden om een schatting te doen van de risico's op mogelijk significante effecten. Deze contour valt ruim binnen de contour voor stikstofdepositie. Externe werking door verstoring werkt daarnaast twee kanten op: verstoring kan reiken tot binnen de Natura 2000-begrenzing, maar ook soorten van een Natura 2000-gebied die buiten het gebied foerageren, kunnen hinder ondervinden door verstoring. Omdat de impact van dit type effect erg locatie specifiek is en de contour minder ver reikt dan die van stikstofdepositie, wordt deze als minder geschikt beschouwd voor het bepalen van risicocontouren.

## Bijlage 8.3 Toetsing

### *Methodiek*

Voor de maatgevende storingsfactor stikstofdepositie zijn kaarten gemaakt waarop gebieden met lage, gemiddelde en hoge risico's met betrekking tot het optreden van significant negatieve effecten bij de voorbeeldwinning zijn weergegeven. De verklaring van de risiconiveaus is weergegeven in Tabel 24. Het gaat hier nadrukkelijk om een risicoschatting: de risiconiveaus kennen geen hard onderscheid, maar zijn indicatief. De mate waarin gemitigeerd kan worden en de kosten die daarmee gemoeid zijn, kunnen niet concreet worden onderzocht op het niveau van dit planMER. Ook dit is een schatting en daarmee indicatief.

Risiconiveau	Contour (mol N/ha/jaar) met bijbehorende worst case afstand voor minimale en maximale ruwheid*	Beoordeling
Laag risico	< 1 mol N/ha/jaar	Beperkte kans op significant negatieve effecten. Tijdelijke toename is beperkt en te mitigeren tegen beperkte kosten.
Gemiddeld risico	1 tot 5 mol N/ha/jaar	Gerede kans op significant negatieve effecten. Tijdelijke toename is aanzienlijk, maar is mogelijk te mitigeren tegen redelijke kosten.
Hoog risico	> 5 mol N/ha/jaar	Grote kans op significant negatieve effecten. Tijdelijke toename is groot en is mogelijk te mitigeren tegen zeer hoge kosten.

Tabel 24 Effectbeoordeling aan de hand van drie risiconiveaus.

\* Een hogere ruwheid zorgt voor een grotere invang van stikstof bij een bepaald gehalte in de lucht dan een lagere ruwheid. De ruwheid wordt bepaald door het landschap: grasland en open water hebben een lage ruwheid, naaldbos een hoge.

Voor het bepalen van de contouren is berekend wat de stikstofemissies bij de voorbeeldwinning zijn en welke depositie dit maximaal geeft. Daarbij is geen rekening gehouden met extra mitigerende maatregelen aan de bron. De mogelijkheid tot mitigeren van effecten aan de bron, maar ook het eventueel nemen van beheermaatregelen binnen een Natura 2000-gebied, is betrokken in de beoordeling en het bepalen van de risiconiveaus. In 0 wordt verder ingegaan op mogelijke mitigerende maatregelen.

### Resultaat

Voor zowel de lage (Figuur 24) als hoge ruwheid (Figuur 25) is een kaart gemaakt met de drie risicocontouren. De risicocontouren komen voort uit het invloedsgebied van de voorbeeldwinning, gerekend vanaf de Natura 2000-gebieden. Dus dichtbij een Natura 2000-gebied geldt een hoog risico, verder van de Natura 2000-gebieden geldt een gemiddeld tot laag risico. Naast de Nederlandse zijn ook Belgische en Duitse gebieden in beschouwing genomen bij het intekenen van de risicocontouren. De risicocontouren zijn alleen ingetekend in de delen van Nederland waar in theorie schaliegas gewonnen kan worden.

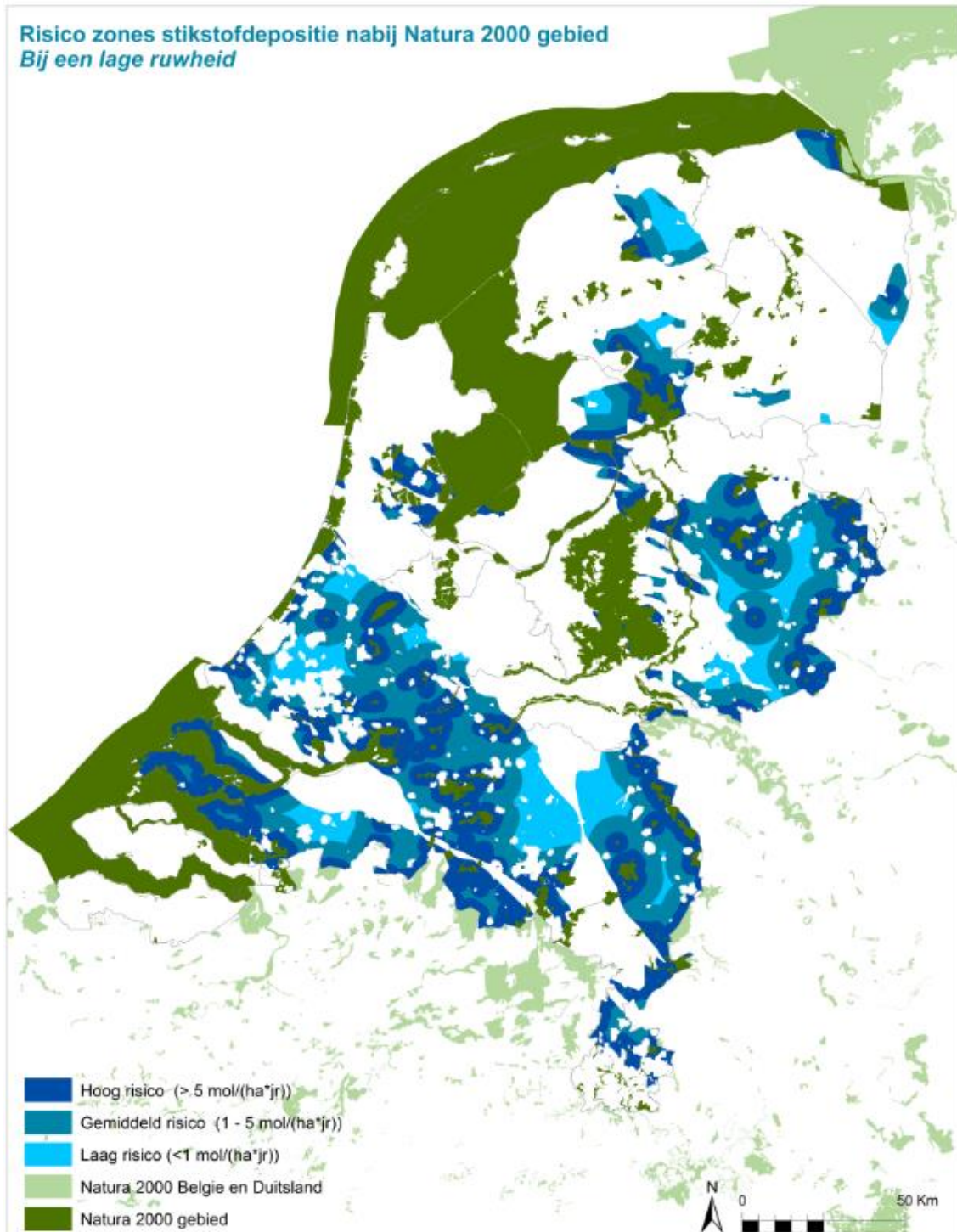
- Wanneer binnen de **donkerblauwe** gebieden een winning als de voorbeeldwinning wordt geplaatst, is er een **hoog risico**: een grote kans op significant negatieve effecten, omdat de (tijdelijke) toename van stikstofdepositie groot is en mogelijk alleen te mitigeren tegen zeer hoge kosten.
- In de **midden-blauwe** gebieden is er een **gemiddeld risico**: hier is een gerede kans op significant negatieve effecten, omdat de (tijdelijke) toename van stikstofdepositie aanzienlijk is, maar mogelijk wel te mitigeren tegen redelijke kosten.
- In de **lichtblauwe** gebieden is er een **laag risico**: hier is een beperkte kans op significant negatieve effecten, omdat de (tijdelijke) toename van stikstofdepositie beperkt is en tegen beperkte kosten te mitigeren.

Wat op de risicokaart met lage ruwheid opvalt, is dat voor de schaliegaswinning het laag, gemiddeld en hoog risico op significant negatieve effecten als gevolg van stikstofdepositie in ongeveer gelijke mate voorkomen. Wanneer in plaats van de lage ruwheid de hoge ruwheid wordt gehanteerd, worden de gebieden met een laag risico kleiner. Er zijn enkele gebieden met een laag risico: in zuidwestelijk en

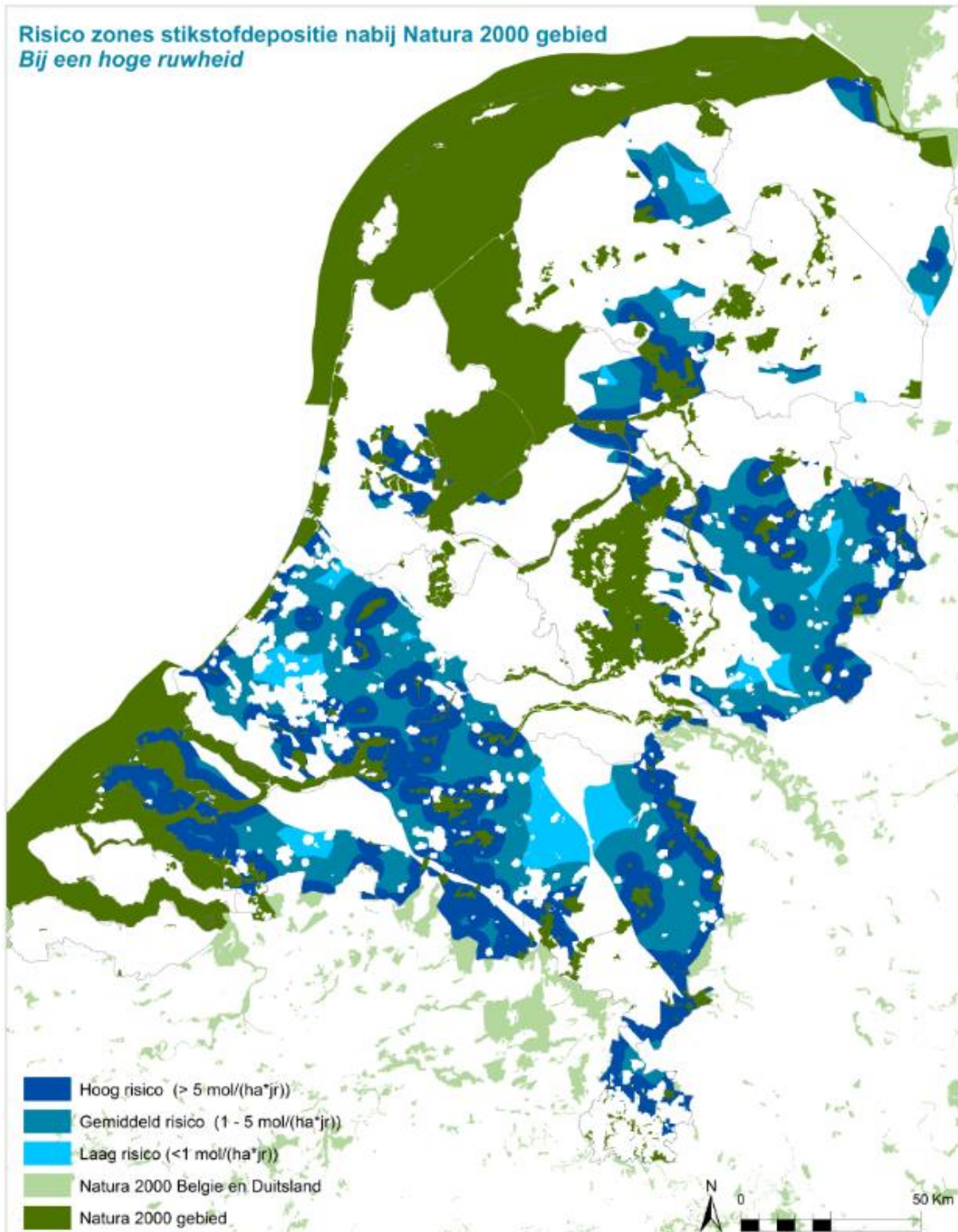


oostelijk Noord-Brabant, in centraal Zuid-Holland, zuidoostelijk Gelderland en enkele plekjes in de noordelijke provincies.

Aantasting van de natuurlijke kenmerken van de verschillende Natura 2000-gebieden kan niet worden uitgesloten, ook niet in de gebieden met een laag risico.



Figuur 24 Risicozones stikstofdepositie bij een lage ruwheid binnen de potentiële wingebieden met betrekking tot Natura 2000-gebieden in Nederland en België en Duitsland.



Figuur 25 Risico zones stikstofdepositie bij een hoge ruwheid binnen de potentiële wingebieden met betrekking tot Natura 2000-gebieden in Nederland en België en Duitsland.

### Effect in het licht van kernopgaven

De volgende onderzoekstap zou zijn het per Natura 2000-gebied uitvoeren van een effectbeoordeling voor de stikstofgevoelige instandhoudingsdoelen. Door de uitgangspunten van deze, bij het planMER horende, Passende Beoordeling (een voorbeeldwinning op een nader te bepalen locatie) zouden de conclusies na deze volgende stap niet wijzigen: voor de Natura 2000-gebieden met stikstofgevoelige habitattypen en soorten zijn significant negatieve effecten door stikstofdepositie niet uit te sluiten.

Om de effectbeoordeling toch enigszins te concretiseren met betrekking tot natuurdoelen is in Tabel 25 per Natura 2000-landschap opgenomen aan welke kernopgaven niet voldaan wordt, wanneer een betreffend Natura 2000-gebied (significant) negatieve effecten ondervindt als gevolg van toename van stikstofdepositie. Een beoordeling op het niveau van de kernopgaven is als passender beoordeeld bij het abstractieniveau van het planMER. Stikstofdepositie kan ver vanaf de bron terecht komen, waardoor in theorie vrijwel alle gebieden beïnvloed kunnen worden. Het betreft dus kernopgaven aangaande habitattypen met een gevoeligheid voor verzuring en/of vermesting. Ten overvloede: andere storingsfactoren - verstoring, verdroging, et cetera - kunnen op andere kernopgaven uitwerking hebben. In Bijlage 8.6 is een totaaloverzicht van kernopgaven per Natura 2000-landschap opgenomen.

Natura 2000-landschap	Kernopgaven	Natura 2000-gebieden waaraan kernopgave is gekoppeld
Noordzee, Waddenzee en Delta	1.16: Behoud (Waddenzee) en herstel (Delta) van schorren en zilte graslanden.	1 Waddenzee; 118 Oosterschelde; 122 Westerschelde & Saeftinghe; 123 Zwin & Kievittepolder
	1.18: Behoud levensomstandigheden kruipend moerasscherm.	124 Grote Gat; 125 Canisvlietse Kreek; 126 Vogelkreek
Duinen	2.02: Uitbreiding en herstel kwaliteit van grijze duinen.	2 Duinen en Lage Land van Texel; 3 Duinen Vlieland; 4 Duinen Terschelling; 5 Duinen Ameland; 6 Duinen Schiermonnikoog; 84 Duinen Den Helder-Callantsog; 85 Zwanenwater & Pettemerduinen; 87 Noordhollands Duinreservaat; 88 Kennemerland-Zuid; 96 Coepelduynen; 97 Meijndel & Berkheide; 98 Westduinpark & Wapendal; 99 Solleveld & Kapittelduinen; 100 Voornes Duin; 116 Kop van Schouwen
	2.03: Behoud oppervlakte en kwaliteit duinheiden met kraaihei en struikhei.	3 Duinen Vlieland; 4 Duinen Terschelling; 86 Schoorlse Duinen; 98 Westduinpark & Wapendal; 99 Solleveld & Kapittelduinen
	2.04: Uitbreiding oppervlakte en verbetering kwaliteit van duinbossen.	86 Schoorlse Duinen; 87 Noordhollands Duinreservaat; 88 Kennemerland-Zuid; 98 Westduinpark & Wapendal; 99 Solleveld & Kapittelduinen
	2.05: Behoud oppervlakte en herstel kwaliteit vochtige duinvalleien.	2 Duinen en Lage Land van Texel; 3 Duinen Vlieland; 4 Duinen Terschelling; 5 Duinen Ameland; 6 Duinen Schiermonnikoog; 84 Duinen Den Helder-Callantsog; 85 Zwanenwater & Pettemerduinen; 87 Noordhollands Duinreservaat; 88 Kennemerland-Zuid; 97 Meijndel & Berkheide; 100 Voornes Duin; 101 Duinen Goeree & Kwade Hoek; 116 Kop van Schouwen; 117 Manteling van Walcheren
	2.06: Ontwikkeling heischrale	2 Duinen en Lage Land van Texel; 6 Duinen

Natura 2000-landschap	Kernopgaven	Natura 2000-gebieden waaraan kernopgave is gekoppeld
	graslanden.	Schiermonnikoog; 84 Duinen Den Helder-Callantsoog; 85 Zwanenwater & Pettemerduinen; 101 Duinen Goeree & Kwade Hoek; 116 Kop van Schouwen
Rivierengebied	3.06: Behoud en uitbreiding van meren met krabbenscheer en fonteinkruiden, in de vorm van strangen, in het bijzonder herstel van krabbenscheervegetaties, ook als broedbiotoop van zwarte stern.	36 Uiterwaarden Zwarte Water en Vecht; 38 Uiterwaarden IJssel; 105 Zouweboezem
	3.09: Herstel glanshaver- en vossenstaartheooilanden en blauwgraslanden.	36 Uiterwaarden Zwarte Water en Vecht; 38 Uiterwaarden IJssel; 66 Uiterwaarden Beneden-Rijn; 105 Zouweboezem; 112 Biesbosch
	3.13: Kwaliteitsverbetering en uitbreiding van stroomdalgraslanden en glanshaverhooilanden.	38 Uiterwaarden IJssel; 39 Vecht en beneden-Reggegebied; 66 Uiterwaarden Beneden-Rijn; 67 Gelderse Poort; 68 Uiterwaarden Waal; 71 Loevestein, Pompveld & Kornsche Boezem; 82 Uiterwaarden Lek; 112 Biesbosch; 141 Oeffelter Meent; 143 Zeldersche Driessen; 152 Grensmaas
Meren en moerassen	4.09: Alle successiestadia laagveenverlanding in ruimte en tijd vertegenwoordigt.	13 Alde Faenen; 18 Rottige Meenthe & Brandemeer; 83 Botshol; 90 Wormer- en Jisperveld & Kalverpolder; 92 IJperveld, Varkensland, Oostzanerveld & Twiske; 93 Zeevang; 94 Naardermeer; 95 Oostelijke Vechtplassen; 103 Nieuwkoopse Plassen & De Haeck
	4.14: Behoud hoogveenbossen.	94 Naardermeer
Hogere zandgronden	6.01: Herstel en behoud van grote zeer zwak gebufferde vennen in grote open heidevelden.	46 Bergvennen & Brecklenkampse Veld; 128 Brabantse Wal; 133 Kampina & Oisterwijkse Vennen; 137 Strabrechtse Heide & Beuven; 146 Sarsven & De Banen
	6.02: Kwaliteitsverbetering (ook later successiestadia) van zwak gebufferde vennen.	46 Bergvennen & Brecklenkampse Veld; 51 Lonnekermeer; 53 Buurserzand & Haaksbergerven; 133 Kampina & Oisterwijkse Vennen; 135 Kempenland-West; 136 Leenderbos, Groote Heide & De Plateaux; 138 Weerter- en Budelerbergen & Ringselven; 146 Sarsven & De Banen
	6.03: Kwaliteitsverbetering van zure vennen.	27 Drents-Friese Wold & Leggelerveld; 30 Dwingelderveld; 39 Vecht- en Beneden-Reggegebied; 57 Veluwe; 133 Kampina & Oisterwijkse Vennen; 136 Leenderbos, Groote Heide & De Plateaux; 145 Maasduinen; 149 Meinweg
	6.04: Kwaliteitsverbetering van actieve hoogvenen.	27 Drents-Friese Wold & Leggelerveld; 30 Dwingelderveld; 57 Veluwe; 149 Meinweg; 155 Brunsummerheide
	6.05: Kwaliteitsverbetering en vergroting oppervlakte vochtige heiden en pioniervegetaties met snavelbiezen en actieve	25 Drentsche Aa-gebied; 27 Drents-Friese Wold & Leggelerveld; 29 Havelte-Oost; 30 Dwingelderveld; 32 Mantingerzand; 39 Vecht- en Beneden-Reggegebied; 41 Boetelerveld; 42 Sallandse Heuvelrug; 46 Bergvennen & Brecklenkampse Veld; 53 Buurserzand & Haaksbergerven;

Natura 2000-landschap	Kernopgaven	Natura 2000-gebieden waaraan kernopgave is gekoppeld
	hoogvenen.	133 Kampina & Oisterwijkse Vennen; 134 Regte Heide & Riels Laag; 137 Strabrechtse Heide & Beuven; 145 Maasduinen; 149 Meinweg; 155 Brunsummerheide
	6.06: Kwaliteitsverbetering en (indien mogelijk) oppervlakte uitbreiding heischrale graslanden en blauwgraslanden.	29 Havelte-Oost; 41 Boetelerveld; 44 Borkeld; 46 Bergvennen & Brecklenkampse Veld; 51 Lonnekermeer; 62 Willinks Weust; 133 Kampina & Oisterwijkse Vennen
	6.07: Verbeteren kwaliteit en voor zover mogelijk uitbreiding areaal eiken-haagbeukenbossen.	50 Landgoederen Oldenzaal; 62 Willinks Weust
	6.08: Vergroting areaal en verbeteren van de kwaliteit door vergroting van de variatie in structuur en ontwikkeling van geleidelijke overgangen met bos.	17 Bakkeveense Duinen; 25 Drentsche Aa-gebied; 26 Drouwenerzand; 27 Drents-Friese Wold & Leggelerveld; 29 Havelte-Oost; 32 Mantingerzand; 39 Vecht- en Beneden-Reggegebied; 42 Sallandse Heuvelrug; 44 Borkeld; 53 Buurserzand & Haaksbergerven; 128 Brabantse Wal; 134 Regte Heide & Riels Laag; 136 Leenderbos, Grootte Heide & De Plateaux; 137 Strabrechtse Heide & Beuven; 138 Weerter- en Budelerbergen & Ringselven; 145 Maasduinen; 149 Meinweg; 155 Brunsummerheide
	6.11: Behoud areaal en kwaliteitsverbetering jeneverbesstruwelen.	26 Drouwenerzand; 30 Dwingelderveld; 32 Mantingerzand; 39 Vecht- en Beneden-Reggegebied; 42 Sallandse Heuvelrug; 44 Borkeld; 62 Willinks Weust; 144 Boschhuizerbergen
	6.12: Vergroting areaal gevarieerde zandverstuivingen met overgangen naar droge heiden en open bossen.	27 Drents-Friese Wold & Leggelerveld; 57 Veluwe
	6.13: Behoud areaal oude eikenbossen (m.n. strubbebossen) en verbeteren kwaliteit.	25 Drentsche Aa-gebied; 57 Veluwe; 142 St. Jansberg
	6.14: Uitbreiden tot substantiële oppervlakten beuken-eikenbossen met hulst en verbeteren kwaliteit (o.a. boomsamenstelling en leeftijdsopbouw).	21 Lieftingsbroek; 22 Norgerholt; 31 Mantingerbos
Hoogveen	7.01: Uitbreiding kernen van actieve hoogvenen.	23 Fochteloërveen; 24 Witterveld; 33 Bargerveen
	7.02: Op gang brengen of continueren van hoogveenvorming in herstellende hoogvenen in kansrijke situaties met het oog	23 Fochteloërveen; 24 Witterveld; 33 Bargerveen; 40 Engbertsdijkvenen; 43 Wierdense Veld; 139 Deurnsche Peel & Mariapeel; 140 Grootte Peel

Natura 2000-landschap	Kernopgaven	Natura 2000-gebieden waaraan kernopgave is gekoppeld
	op ontwikkeling van actieve hoogvenen (waar nodig uitbreiding oppervlakte). Instandhouding huidige relictten als bronpopulaties fauna. Herstel van grote veengebieden met voldoende rust o.a. voor kraanvogel	
	7.03: Ontwikkeling van overgangszones van actieve hoogvenen incl. laggzones.	23 Fochteloërveen; 24 Witterveld; 33 Bargerveen; 40 Engbertsdijksvennen; 139 Deurnsche Peel & Mariapeel
	7.04: Behoud en waar mogelijk herstel van heischrale graslanden.	33 Bargerveen
	7.05 Verbetering kwaliteit herstellende hoogvenen met het oog op ontwikkeling van actieve hoogvenen	53 Buurserzand & Haaksbergerveen; 54 Witte Veen; 55 Aamsveen; 61 Korenburgerveen; 64 Wooldse Veen
	7.06 Herstel van randzones van herstellende hoogvenen	53 Buurserzand & Haaksbergerveen; 54 Witte Veen; 61 Korenburgerveen; 64 Wooldse Veen
	7.07 Herstel overgangen naar beekdalen en hogere zandgronden	55 Aamsveen; 61 Korenburgerveen
Heuvelland	8.07: Herstel zinkweiden door gerichte beheersmaatregelen (verzuring en terugdringing vermessing).	157 Geuldal

Tabel 25 Overzicht van Natura 2000-kernopgaven waaraan niet voldaan wordt, wanneer een betreffend Natura 2000-gebied (significant) negatieve effecten ondervindt als gevolg van toename van stikstofdepositie.

## Bijlage 8.4 Cumulatie

De Natuurbeschermingswet 1998 bepaalt dat effecten van een ingreep in samenhang met die van andere plannen en projecten/activiteiten moeten worden beschouwd. Dit wordt ook wel een cumulatietoets genoemd. Bij een cumulatietoets worden de effecten van het voornemen samengevoegd bij de effecten van andere reeds plaatsvindende of voorgenomen projecten of handelingen en wordt beoordeeld of voor alle ingrepen tezamen significant negatieve effecten ook zijn uit te sluiten.

Er is bij deze Passende Beoordeling sprake van drie typen cumulatie:

3. Cumulatie binnen de Structuurvisie: meerdere 'geschikte' gebieden met invloed op hetzelfde Natura 2000-gebied.
4. Cumulatie van 'geschikte' gebieden met andere ontwikkelingen die hetzelfde type effect op de instandhoudingsdoelen van een Natura 2000-gebied hebben (bijvoorbeeld stikstofdepositie als gevolg van schaliegaswinning gecumuleerd met stikstofdepositie als gevolg van een fabrieksuitbreiding).
5. Cumulatie van 'geschikte' gebieden met andere ontwikkelingen die een ander type effect op de instandhoudingsdoelen van een Natura 2000-gebied hebben (bijvoorbeeld stikstofdepositie als gevolg van schaliegaswinning gecumuleerd met verdroging als gevolg van grondwateronttrekking door een fabriek).

Hieronder worden deze drie types apart behandeld.

**Ad 1.** In de effectbeoordeling is per Natura 2000-gebied aangegeven wat de risicoafstanden zijn voor één voorbeeldwinning. Aangegeven is dat het risico op significant negatieve effecten op instandhoudingsdoelstellingen groter wordt naarmate de winning dichterbij een Natura 2000-gebied plaatsvindt. Het risico op cumulatieve effecten neemt toe als meerdere winningslocaties zich binnen eenzelfde contour om één Natura 2000-gebied bevinden. Bij de individuele beoordeling per project dient niet alleen goed naar de effecten van de afzonderlijke winningen gekeken te worden, maar ook naar de (gecombineerde) effecten van eventuele andere winningen binnen de invloedssfeer van dezelfde Natura 2000-gebieden. Hierbij kan het ook om een combinatie van verschillende effecten gaan.

**Ad 2.** Op veel plaatsen in Nederland vinden ontwikkelingen plaats die gepaard gaan met de zelfde storingsfactoren als schaliegaswinning. De effecten van individuele ontwikkelingen op instandhoudingsdoelstellingen kunnen beperkt zijn, maar in combinatie met bijvoorbeeld schaliegaswinning kunnen zij een rol gaan spelen. Daarbij kan bijvoorbeeld worden gedacht aan extra stikstofemissie door een wegverbreding waardoor het effect van stikstofdepositie wordt vergroot. Bij de individuele beoordeling per winningslocatie dient daarom niet alleen goed naar de effecten van het project te worden gekeken, maar ook naar de (gecombineerde) effecten met andere ontwikkelingen met dezelfde storingsfactoren.

**Ad 3.** Naast de voor schaliegaswinning behandelde storingsfactoren zijn er andere storingsfactoren met mogelijk negatieve effecten op instandhoudingsdoelstellingen van Natura 2000-gebieden. In combinatie met de effecten van schaliegaswinning kan er sprake zijn van cumulatie van negatieve effecten. Daarbij kan onder meer worden gedacht aan kwaliteitsverslechtering van habitattypen. Er is sprake van cumulatie van effecten als een habitatype naast een (kleine) toename van stikstofdepositie ook nog eens te maken krijgt met een verlaagde grondwaterstand: verdroging zorgt voor een versterking van het vermestende effect van stikstofdepositie. Bij de individuele beoordeling per winningslocatie dient daarom niet alleen goed naar de effecten van het project te worden gekeken, maar ook naar de (gecombineerde) effecten met andere relevante projecten, activiteiten en ontwikkelingen.

Op het moment dat een locatie bekend is, kan onderzocht worden welke van de bovenstaande typen cumulatie daar relevant zijn.



## Bijlage 8.5 Conclusies en aanbevelingen

### *Conclusies*

De resultaten van het effectonderzoek geven aan dat vrijwel overal waar mogelijk schaliegas gewonnen kan worden er een gemiddeld tot hoog risico is op significant negatieve effecten als gevolg van stikstofdepositie. Er zijn enkele gebieden met een laag risico: in zuidwestelijk en oostelijk Noord-Brabant, in centraal Zuid-Holland, zuidoostelijk Gelderland en enkele plekken in de noordelijke provincies. Wanneer in plaats van de lage ruwheid een hoge ruwheid wordt gehanteerd, worden de gebieden met een laag risico kleiner of verdwijnen zelfs.

Voor bijna alle deelgebieden binnen het plangebied voor schaliegaswinning kan als gevolg van het te hanteren abstractieniveau - waarbij definitieve locatie en samenstelling van de installatie evenals de uitvoering van de werkzaamheden nog niet nader op projectniveau zijn uitgewerkt - niet op voorhand worden uitgesloten dat significant negatieve effecten optreden. De voorbeeldwinning is immers uit praktische overweging ten behoeve van het opstellen van een planMER (in beeld brengen van mogelijke indicatieve effecten en vergelijking van deelgebieden) toegepast, niet omdat deze dé definitieve configuratie is. Het abstractieniveau van de Passende Beoordeling bij het planMER Schaliegas laat niet toe dat er per aangewezen 'geschikt gebied' een eindbeoordeling kan worden gegeven van eventuele significantie van negatieve effecten op individuele Natura 2000-gebieden.

Bij iedere individuele voorgenomen ontwikkeling van schaliegaswinning moeten en vervolgpcedures worden doorlopen, waarbij in de meeste gevallen ook een Passende Beoordeling zal worden opgesteld. Daarbij dient specifieke informatie over de ingreep zelf (met name locatie en samenstelling van de installatie alsmede de uitvoering van de werkzaamheden) te worden beschouwd en dient specifieke kennis over de natuurwaarden ter plaatse (zoals de aanwezigheid van habitattypen, leefgebied habitatrictlijn- en vogelrichtlijnsoorten, foerageergebieden, et cetera) te worden verzameld. Op basis van die specifieke informatie moet worden beoordeeld of significant negatieve effecten op beschermde waarden kunnen worden uitgesloten of niet.

De getrokken conclusies zijn dus uitsluitend geldig op het niveau van dit planMER. Voor specifieke winningslocaties zal in de meeste gevallen een Passende Beoordeling op projectniveau plaats moeten vinden.

### *Mitigerende maatregelen*

Zoals uit de conclusie blijkt zijn significant negatieve effecten op instandhoudingsdoelstellingen niet uit te sluiten. Met mitigerende maatregelen kunnen (significant) negatieve effecten worden verminderd en mogelijk geheel worden weggenomen. Hieronder staat een overzicht van mogelijke mitigerende maatregelen voor de aanleg en aanwezigheid van winningsinstallaties. De keuze van mitigerende maatregelen is maatwerk en zal voor iedere locatie apart bepaald moeten worden om de effecten op natuur te minimaliseren.

### *Locatiekeuze en samenstelling installatie*

Veel effecten kunnen voorkomen worden door een juiste ligging en inrichting van de installaties ten opzichte van belangrijke natuurwaarden. Een installatie die direct naast een belangrijk rustgebied wordt gerealiseerd of nabij stikstofgevoelige habitattypen in werking is, zal meer verstorende en vermestende effecten op instandhoudingsdoelstellingen opleveren dan een installatie die niet naast een belangrijk rustgebied of stikstofgevoelig gebied ligt. Door de installatie op een zo groot mogelijke afstand van Natura

2000-gebieden te plaatsen kunnen significant negatieve effecten op instandhoudingsdoelstellingen mogelijk worden voorkomen.

Via aanpassing van het te gebruiken materieel kunnen effecten door stikstofdepositie ook aan de bron gemitigeerd worden. Door het reduceren van emissies wordt ook het effect gereduceerd. Een aantal mogelijke maatregelen zijn:

- Het hanteren van nieuwer materieel, voor bijvoorbeeld generatoren. Inzet van generatoren met een bouwjaar van 2010 levert een reductie van 50% (gemiddeld) in NO<sub>x</sub> emissies in vergelijking met generatoren met een bouwjaar van 2005 (stage IIIB i.p.v. stage IIIA conform richtlijn 2004/26/EG en 97/68/EG).  
Bij materieel met een bouwjaar van 2014 is de reductie zelfs een factor 10 (gemiddeld) in NO<sub>x</sub> emissies in vergelijking met generatoren met een bouwjaar 2005 (Stage IV i.p.v. stage IIIA conform richtlijn 2004/26/EG en 97/68/EG).
- Inzet schonere vrachtwagens. Bijvoorbeeld vrachtwagens die op LNG of CNG rijden. Dit levert aanzienlijke reductie in NO<sub>x</sub> emissies.
- Er kan in specifieke gevallen gekozen worden leidingen aan te leggen om het aantal vrachtwagen bewegingen en daarmee ook de emissies terug te dringen

Aansluiten op het bestaande elektriciteitsnet kan ook zorgen voor een reductie van de directe emissie van NO<sub>x</sub>, maar dit is niet overal mogelijk. Welke maatregelen mogelijk zijn zal per locatie bekeken moeten worden.

#### *Gebruik van licht*

Voor vogels en zoogdieren is kunstlicht verstorend voor onder meer het dag-nacht-ritme. Door bij de installaties de verlichting te verminderen en slim te richten kunnen significant negatieve effecten op instandhoudingsdoelstellingen worden voorkomen.

#### *Periode van aanlegwerkzaamheden en wijze van uitvoering*

De aanlegwerkzaamheden kunnen verstorend zijn voor broedvogels, maar ook voor gevoelige perioden van andere soorten. Door de periode van aanleg af te stemmen op de kwetsbare perioden voor ter plaatse aanwezige vogels en andere soorten kunnen significant negatieve effecten op instandhoudingsdoelstellingen worden voorkomen. Ook keuzes in bijvoorbeeld de aanvoer van frackvloeistof (bijvoorbeeld tussen aanleg leidingen of aanvoer middels tankwagens) kunnen de mate van verstoring tijdens de exploitatiefase sterk beïnvloeden.

#### *Beheermaatregelen Natura 2000-gebied*

Wanneer de locatiekeuze en de vermindering van emissies niet geheel toereikend is om effecten door stikstofdepositie te mitigeren, kan nog worden gedacht aan mitigerende maatregelen binnen de betreffende Natura 2000-gebieden. Dit kan bijvoorbeeld betrekking hebben op het verwijderen van stikstof uit het systeem via plag- en maaibeheer, aanpassingen van waterpeil en -stroombeheer (kwelwater) om effecten van stikstof te verminderen en verdroging te voorkomen. De af- of aanwezigheid van mogelijkheden om via beheermaatregelen te mitigeren hangt af van lokale omstandigheden.

#### *Conclusie mitigerende maatregelen*

Door het treffen van specifiek op de locatie en de omstandigheden afgestemde mitigerende maatregelen is een deel van de negatieve effecten te mitigeren. De hierboven genoemde maatregelen bieden dus mogelijkheden om eventueel significant negatieve effecten te mitigeren. Of de mitigatie voldoende is om significant negatieve effecten uit te sluiten zal per locatie project specifiek onderzocht moeten worden. Op het abstractieniveau van een structuurvisie kan de uitvoering van (alle) mitigerende maatregelen niet

generiek worden voorgeschreven. Per project zal moeten worden vastgesteld welke maatregelen in die specifieke situatie de beste uitkomsten bieden en tevens redelijkerwijs genomen kunnen worden. Indien mitigerende maatregelen door omstandigheden niet afdoende kunnen worden genomen is het mogelijk dat moet worden geconcludeerd dat significant negatieve effecten niet zijn uit te sluiten. In een dergelijk geval dient een ADC-toets te worden doorlopen (Alternatieven, Dwingende redenen van groot openbaar belang en Compensatie).

## ADC

### *ADC bij Structuurvisie*

Een Passende Beoordeling moet qua abstractieniveau aansluiten bij het plan en de concreetheid van de te nemen besluiten. Bij een Structuurvisie is de Passende Beoordeling dus globaler en meer kwalitatief van aard dan bij een concreet project. Zoals hierboven is aangegeven zijn, bij een op de lokale omstandigheden afgestemd ontwerp en na het treffen van passende mitigerende maatregelen, significant negatieve effecten op instandhoudingsdoelstellingen mogelijk wel te voorkomen. Omdat het denkbaar is dat significant negatieve effecten van een specifiek project in één of meer van de in de Structuurvisie opgenomen gebieden niet zijn uit te sluiten (bijvoorbeeld omdat het pakket aan redelijkerwijs te nemen mitigerende maatregelen niet afdoende is), moet aannemelijk worden gemaakt dat een eventueel te doorlopen: 'ADC'-fase niet bij voorbaat kansloos is (Commissie MER, 2010). Hieronder worden de drie toets aspecten doorlopen.

### *Alternatieven*

De vraag moet worden beantwoord of er alternatieve oplossingen zijn die minder of geen negatieve effecten hebben voor de instandhoudingsdoelstellingen. De Structuurvisie is ingegeven door de vraag om een zekere energievoorziening in de overgangsfase tussen conventionele energiebronnen en de kabinetsdoelstelling voor duurzame energie op de langere termijn. De potentiële winning van schaliegas kan hier mogelijk een bijdrage aan leveren.

De scope van de alternatieven wordt binnen dit planMER begrensd door het doel van het plan c.q. de structuurvisie, namelijk onderzoeken of de winning van schaliegas mogelijk is, op welke locaties en onder welke risico's. De deelgebieden binnen het plangebied zijn geselecteerd als de gebieden waar schaliegaswinning niet op voorhand onmogelijk wordt geacht. Daarom kan worden gesteld dat er met deze planMER een alternatievenafweging heeft plaatsgevonden binnen het 'palet' van schaliegaswinning.

Een alternatievenafweging in een breder palet is ook noodzakelijk: de potentiële winning van schaliegas als mogelijke bijdrage aan de overgangsfase tussen conventionele energiebronnen en duurzame energie op de langere termijn, afgewogen tegen andere alternatieven voor deze overgangsfase.

### *Dwingende redenen van groot openbaar belang*

Als er geen alternatieven zijn moeten er dwingende redenen zijn, die goed worden gemotiveerd. De habitatrichtlijn en de toelichting van de Europese Commissie op toepassing van artikel 6 van deze richtlijn daarop geven de kaders aan voor de onderbouwing van deze dwingende redenen. Onderstaand is daarvoor een eerste aanzet gegeven, die verder moeten worden uitgebreid.

Omdat de voorraad fossiele brandstoffen eindig is en het gewenst is om minder afhankelijk te worden van levering van fossiele energie is een transitie naar duurzame energie onvermijdelijk. Tijdens een dergelijke transitie dient de energievoorziening op niveau te blijven. Het winnen van schaliegas kan helpen bij deze transitie naar duurzame energie. Daarmee is er sprake van een groot publiek belang en een lange termijnbelang.

### *Compensatie*

Wanneer de Dwingende reden van groot openbaar belang voldoende onderbouwd kan worden én het aannemelijk is gemaakt dat er geen goede alternatieven zijn, is het noodzakelijk de negatieve effecten te compenseren. In eerste instantie moeten mogelijkheden voor compensatie binnen het Natura 2000-gebied worden nagegaan. Als dat niet kan of niet relevant is moet worden gekeken of de effecten buiten het betreffende Natura 2000-gebied kunnen worden gecompenseerd.

De volgende typen mogelijk significant negatieve effecten op instandhoudingsdoelstellingen worden onderscheiden:

6. verstoring
7. verdroging
8. vermesting/verzuring

**Ad 1.** Voor compensatie voor verstoring zijn in beginsel kansen door gebieden in de nabije omgeving vooral in te richten als vervanging voor verstoord leefgebied.

**Ad 2.** Voor compensatie van habitattypen die hebben te leiden van verdroging is mogelijk ontwikkeling van de betreffende habitattypen elders binnen het Natura 2000-gebied voldoende, mits dit mogelijk is. De mogelijkheden hiervoor zijn doorgaans beperkt. Dergelijke complexe opgaves kunnen beter vermeden worden door verdroging te voorkomen.

**Ad 3.** De mogelijkheden om effecten door stikstofdepositie te compenseren zijn ook beperkt. Ook hier zou het gaan om de ontwikkeling van de betreffende habitattypen elders binnen het Natura 2000-gebied. Dergelijke complexe opgaves kunnen beter vermeden worden door effecten door stikstofdepositie te voorkomen of te mitigeren.

### *Conclusie ADC bij Structuurvisie*

Of het doorlopen van een ADC-toets voor een specifiek project nodig is, moet blijken uit de Passende Beoordeling van de effecten van dat betreffende project. Uit de bovenstaande globale invulling van de toets aspecten blijkt dat er mogelijkheden zijn om de ADC-toets voor een specifiek project succesvol te doorlopen maar dat het op voorhand allerminst zeker is.

## Bijlage 8.6 Natura 2000-kernopgaven

Tabel 26 Kernopgaven van Natura 2000-landschap Noordzee, Waddenzee en Delta.

Natura 2000-landschap Noordzee, Waddenzee en Delta		
Gebieden: 1 Waddenzee; 7 Noordzeekustzone; 109 Haringvliet; 113 Voordelta; 114 Krammer-Volkerak; 115 Grevelingen; 118 Oosterschelde; 119 Veerse Meer; 120 Zoommeer; 121 Yerseke en Kapelse Moer; 122 Westerschelde & Saeftinghe; 123 Zwin & Kievittepolder; 124 Groote Gat; 125 Canisvlietse Kreek; 126 Vogelkreek; 127 Markiezaat		
Kernopgaven	Waar	Waarvoor
<i>Open water</i>		
1.01 Behoud zee-ecosysteem met permanent overstromde zandbanken	7, 113	Zwarte zee-eend, roodkeelduiker, topper, eider
1.02 Verbetering kwaliteit leefgebied zeezoogdieren	7	
1.03 Verbetering kwaliteit permanent overstromde zandbanken	1	Mosselbanken; eider, zwarte zee-eend
1.04 Behoud foerageerfunctie visetende vogels	115, 119	Fuut, geoorde fuut, middelste zaagbek
<i>Estuaria en zoet-zout overgang</i>		
1.05 Verbetering kwaliteit estuaria Westerschelde en behoud kwaliteit Eems-Dollard	1, 122	
1.06 Herstel zoutinvloed in Haringvliet	109, 113	Trekvissen, ruigten en zomen, schorren en zilte graslanden
1.07 Herstel zoet-zout overgangen	1, 8	Trekvissen, slik- en zandplaten, zeegrasvelden
1.09 Behoud verbinding met Schelde en Eems	1, 122	Paaifunctie fint in Duitsland en België
<i>Getijdenplaten</i>		
1.10 Verbetering kwaliteit slik- en zandplaten	1, 113	Vergroting diversiteit
1.11 Behoud slikken en platen voor rustende en foeragerende vogels en rustgebieden voor zeehonden	1, 7, 113, 118	Steltlopers, eider, grijze en gewone zeehond
<i>Permanent droge zandplaten en stranden</i>		
1.12 Behoud en herstel ongestoorde hoogwatervluchtplaatsen	120, 127	Trekvogels
1.13 Behoud ongestoorde rustplaatsen en optimaal voortplantingshabitat	1, 7, 109, 114, 115, 122, 123	Kustbroedvogels, grijze zeehond
1.14 Behoud platen Grevelingen als leefgebied noordse woelmuis	109, 115	Noordse woelmuis
1.15 Behoud platen Grevelingen met lage begroeiingen	115	Vochtige duinvalleien, grijze duinen, kruipwilgstruwelen, groenknolorchis
<i>Schorren en kwelders</i>		

1.16 Behoud (Waddenzee) en herstel (Delta) van schorren en zilte graslanden	1, 118, 122, 123	Schorren en zilte graslanden (buitendijks)
1.17 Behoud habitat broedvogels en foerageergebied voor ganzen	109, 114	Sterns, lepelaar, ganzen
1.18 Behoud levensomstandigheden Kruiwend moerasscherm	124, 125, 126	Kruiwend moerasscherm
1.19 Behoud en ontwikkeling kwaliteit binnendijkse brakke gebieden	118, 120, 121, 122	Noordse woelmuis, broedvogels, zilte graslanden (binnendijks), veenmosrietlanden, brakke ruigten en zomen, hoogwatervluchtplaatsen

Tabel 27 Kernopgaven van Natura 2000-landschap Duinen

<b>Natura 2000-landschap Duinen</b>		
Gebieden: 2 Duinen en Lage Land van Texel; 3 Duinen Vlieland; 4 Duinen Terschelling; 5 Duinen Ameland; 6 Duinen Schiermonnikoog; 84 Duinen Den Helder-Callantssoog; 85 Zwanenwater & Pettemerduinen; 86 Schoorlse Duinen; 87 Noordhollands Duinreservaat; 88 Kennemerland-Zuid; 96 Coepelduynen; 97 Meijendel & Berkheide; 98 Westduinpark & Wapendal; 99 Solleveld & Kapittelduinen; 100 Voornes Duin; 101 Duinen Goeree & Kwade Hoek; 116 Kop van Schouwen; 117 Manteling van Walcheren.		
<b>Kernopgaven</b>	<b>Waar</b>	<b>Waarvoor</b>
<i>Zeereep</i>		
2.01 Ruimte voor natuurlijke verstuing	3, 4, 5, 86, 87, 88, 97, 101, 123	Witte duinen, embryonale duinen; strandbroeders
<i>Droge binnenduinen (inclusief droge bossen)</i>		
2.02 Uitbreiding en herstel kwaliteit van grijze duinen	2, 3, 4, 5, 6, 84, 85, 87, 88, 96, 97, 98, 99, 100, 116	Grijze duinen; tapuit, blauwe kiekendief, velduil
2.03 Behoud oppervlakte en kwaliteit duinheiden met kraaihei en struikhei	3, 4, 86, 98, 99	
2.04 Uitbreiding oppervlakte en verbetering kwaliteit van duinbossen	86, 87, 88, 98, 99	
<i>Duinvalleien (secundaire) en strandvlaktes (inclusief vochtige bossen)</i>		
2.05 Behoud oppervlakte en herstel kwaliteit vochtige duinvalleien	2, 3, 4, 5, 6, 84, 85, 87, 88, 97, 100, 101, 116, 117	Vochtige duinvalleien (kalkrijk); soorten van duinvalleien (vogels, noordse woelmuis, nauwe korfslak, groenknolorchis)
<i>Binnenduinrand (inclusief vochtige bossen)</i>		
2.06 Ontwikkeling heischrale graslanden	2, 6, 84, 85, 101, 116	Heischrale graslanden, Grijze duinen (heischraal), Blauwgraslanden
2.07 Herstel duinbeken	86	Beken en rivieren met waterplanten
2.08 Herstel hydrologie/vochtgradiënt duinbossen	2, 4, 5, 6, 87, 116	Heischrale graslanden, Blauwgraslanden, Noordse woelmuis

Tabel 28 Kernopgaven van Natura 2000-landschap Rivierengebied

Natura 2000-landschap Rivierengebied		
Gebieden: 36. Uiterwaarden Zwarte Water en Vecht; 38. Uiterwaarden IJssel; 39. Vecht en beneden-Reggegebied; 66. Uiterwaarden Beneden-Rijn; 67. Gelderse Poort; 68. Uiterwaarden Waal; 70. Zuider-Lingedijk & Diefdijk; 71. Loevestein, Pompveld & Kornsche Boezem; 81. Kolland & Overlangbroek; 82. Uiterwaarden Lek; 105. Zouweboezem; 108. Oude Maas; 111. Hollands Diep; 112. Biesbosch; 141. Oeffelter Meent; 143. Zeldersche Driessen; 152. Grensmaas		
Kernopgaven	Waar	Waarvoor
<i>Rivier, nevengeulen en diepe plassen</i>		
3.01 Geen barrières in trekroute zalm, zeeprrik, rivierprrik en elft	111; 152	Zalm, zeeprrik, rivierprrik, elft
3.02 Behoud beken en rivieren met waterplanten	38	Beken en rivieren met waterplanten (grote fonteinkruiden)
3.03 Foerageergebied en uitwijkmogelijkheid bij vorst voor soorten als kuifeend	111	Kuifeend
3.04 Behoud en uitbreiding van slikkige rivieroeveren en grindbanken met pioniervegetaties	68; 152	Slikkige rivieroeveren
<i>Zoetwatergetijdengebied</i>		
3.05 Kwaliteitsverbetering zoetwatergetijdengebied	108; 111; 112	Vochtige alluviale bossen, ruigten en zomen, slikkige rivieroeveren, fint, noordse woelmuis, tonghaarmuts, bever
<i>Laaggelegen uiterwaarden (inclusief voormalige uiterwaarden)</i>		
3.06 Behoud en uitbreiding van meren met krabbenscheer en fonteinkruiden, in de vorm van strangen, in het bijzonder herstel van krabbenscheervegetaties, ook als broedbiotoop van zwarte stern	36; 38; 105	Meren met krabbenscheer en fonteinkruiden, zwarte stern
3.07 Vochtige alluviale bossen uitbreiden mede t.b.v. bever	38; 67; 68; 71; 81	Vochtige alluviale bossen (H91E0A en B); bever
3.08 Kwaliteitsverbetering en uitbreiding rietmoeras met de daarbij behorende broedvogels	36; 67; 105; 112	Rietmoeras; roerdomp, grote karekiet, Noordse woelmuis
3.09 Herstel glanshaver- en vossenstaartheuvels en blauwgraslanden	36; 38; 66; 105; 112	Glanshaver- en vossenstaartheuvels, blauwgraslanden
3.10 Behoud voldoende slaapplekken en foerageergebied voor ganzen, kleine zwanen, grote zwanen en smient	38; 66; 67; 68	Ganzen, kleine zwaan, wilde zwaan, smient
3.11 Laagdynamische wateren	39; 70; 71; 105	Grote modderkruiper, bittervoorn, amfibieën zoals kamsalamander
3.12 Behoud en uitbreiding van plas-dras situaties en ondiep water	38; 66; 68	Eenden, kwartelkoning, porseleinhoen, steltlopers



<i>Hooggelegen uiterwaarden (inclusief voormalige uiterwaarden)</i>		
3.13 Kwaliteitsverbetering en uitbreiding van stroomdalgraslanden en glanshaverhooilanden	38; 39; 66; 67; 68; 71; 82; 112; 141; 143; 152	Stroomdalgraslanden, Glanshaver- en vossenstaarhooilanden
3.14 Ontwikkeling droge hardhoutoibossen: groter oppervlakte en kwaliteitsverbetering	36; 38; 66	Droge hardhoutoibossen

Tabel 29 Kernopgaven van Natura 2000-landschap Meren en Moerassen

Natura 2000-landschap Meren en Moerassen		
Afgesloten zeearmen en randmeren: 8. Lauwersmeer; 72. IJsselmeer; 73. Markermeer en IJmeer; 74. Zwarte Meer; 75. Ketelmeer; 76. Veluwerandmeren; 77. Eemmeer & Gooimeer Zuidoever		
Zeeklei: 10. Oudegaasterbrekken, Fluessen en omgeving; 56. Arkenheem; 78. Oostvaardersplassen; 79. Lepelaarplassen; 106. Boezems Kinderdijk; 110. Oudeland van Strijen; 162. Abtskolk & De Putten		
Laagveen: 9. Grote Wielen; 11. Witte en Zwarte Brekken; 12. Sneekermeergebied; 13. Alde Faenen; 14. Deelen; 18. Rottige Meenthe & Brandemeer; 19. Leekstermeergebied; 20. Zuidlaardermeergebied; 23. Weerribben; 24. Wieden; 37. Olde Maeten & Veerslootlanden; 83. Botshol; 89. Eilandspolder; 90. Wormer- en Jisperveld & Kalverpolder; 91. Polder Westzaan; 92. Ilperveld, Varkensland, Oostzanerveld & Twiske; 93. Zeevang; 94. Naardermeer; 95. Oostelijke Vechtplassen; 102. De Wilck; 103. Nieuwkoopse Plassen & De Haeck; 104. Broekvelden, Vettenbroek & Polder Stein; 107. Donkse Laagten.		
Kernopgaven	Waar	Waarvoor
<i>Afgesloten zeearmen en randmeren</i>		
4.01 Nastreven van een meer evenwichtig systeem met goede waterkwaliteit voor waterplanten, vissen en schelpdieren	8; 72; 73; 74; 75; 76; 77; 127	Kranswierwateren, Meren met Krabbenscheer en fonteinkruiden, mede t.b.v. vogels zoals kleine zwaan, tafeleend, kuifeend en nonnetje
4.02 Voldoende open water met ruiplaatsen en rustgebieden voor watervogels	8; 72; 73; 74; 75; 76; 127	Watervogels zoals fuut, ganzen, slobbeend, kuifeend
4.03 Moerasvorming aan de randen van de meren voor land-water interactie, paaigebied vis	8; 72; 73; 74; 75; 76	Paaigebied vis, Noordse woelmuis, roerdomp, grote karekiet
4.04 Plas-dras situaties	8; 72	Smient, broedvogels zoals kemphaan
<i>Zeeklei</i>		
4.05 Voldoende ruiplaatsen en rustgebieden voor watervogels	10; 78; 79	Fuut, ganzen, slobbeend, kuifeend
4.06 Herstel van grote oppervlaktes/brede zones overjarig riet, inclusief waterriet, door herstel van natuurlijke peildynamiek en tegengaan van verdroging	10; 78; 79; 106	Noordse woelmuis, rietvogels zoals roerdomp, woudaapje, snor, grote karekiet
4.07 Plas-dras situaties	10; 78; 110; 162	Smient, broedvogels zoals kemphaan, porseleinhoen, watersnip; noordse woelmuis
<i>Laagveen – Plassen</i>		
4.08 Nastreven van een meer evenwichtig systeem (waterkwaliteit, waterkwantiteit en hydromorfologie)	13; 14; 18; 34; 35; 37; 84; 90; 94; 95; 103; 130; 132	Kranswierwateren, Meren met krabbenscheer en fonteinkruiden, zwarte stern, platte schijfhoren, bittervoorn, grote modderkruiper, kleine modderkruiper, gevlekte witsnuitlibel, gestreepte waterroofkever

<i>Laagveen - Moerassen</i>		
4.09 Alle successiestadia laagveenverlanding in ruimte en tijd vertegenwoordigd	13; 18; 34; 35; 83; 90; 92; 94; 95; 103	Overgangs- en trilvenen, grote vuurvliinder, groenknolorchis, Vochtige heiden, Blauwgraslanden, Galigaanmoerassen, Hoogveenbossen in samenhang met gemeenschappen van open water
4.11 Plas-dras situaties	9; 11; 12; 13; 19; 20; 35; 89; 90; 91; 92; 93; 102; 104; 107	Smient, porseleinhoen, kwartelkoning, kemphaan, Noordse woelmuis
4.12 Herstel van grote oppervlaktes/brede zones overjarig riet, inclusief waterriet, door herstel van natuurlijke peildynamiek en tegengaan verdroging	9; 13; 14; 19; 20; 34; 35; 91; 92; 93; 94; 95; 103	Roerdomp, purperreiger, snor, grote karekiet, Noordse woelmuis
4.13 Behoud en herstel van brakke variant van ruigten en zomen in de laagveengebieden boven het IJ	91; 92	Ruigten en zomen (harig wilgenroosje), Noordse woelmuis
4.14 Behoud hoogveenbossen	94	Hoogveenbossen
<i>Laagveen - Graslanden</i>		
4.15 Herstel inundatie, behoud en nieuwvorming graslanden	18; 35; 37; 74; 94; 95; 103; 104; 107	Blauwgraslanden, Glanshaver- en vossenstaarthooilanden, met name Kievitsbloemhooilanden, mede als leefgebied van kemphaan en watersnip
4.16 Voldoende rui- en rustgebieden voor watervogels	9; 11; 12; 35; 104	Fuut, ganzen, slobend, kuifeend

Tabel 30 Kernopgaven van Natura 2000-landschap Hoogveen

<b>Natura 2000-landschap Hoogveen</b>		
Gebieden: 23. Fochteloërveen; 24. Witterveld; 33. Bargerveen; 40 Engbertsdijksvenen; 43. Wierdense Veld; 139. Deurnsche Peel & Mariapeel; 140. Grootte Peel; 53. Buurserzand & Haaksbergerveen; 54. Witte Veen; 55. Aamsveen; 61. Korenburgerveen; 64. Wooldse Veen		
<b>Kernopgaven</b>	<b>Waar</b>	<b>Waarvoor</b>
<i>Resten hoogveenlandschap: de grote venen (incl. meerstallen)</i>		
7.01 Uitbreiding kernen van actieve hoogvenen	23; 24; 33	Actieve hoogvenen
7.02 Op gang brengen of continueren van hoogveenvorming in herstellende hoogvenen in kansrijke situaties met het oog op ontwikkeling van actieve hoogvenen (waar nodig uitbreiding oppervlakte). Instandhouding huidige relictten als bronpopulaties fauna. Herstel van grote veengebieden met voldoende rust o.a. voor kraanvogel	23; 33; 40; 43; 139; 140	Herstellend hoogveen, Actief hoogveen, kraanvogel
7.03 Ontwikkeling van overgangszones van actieve hoogvenen incl. laggzones	23; 24; 33; 40; 139	Actieve hoogvenen, Hoogveenbossen, Zure vennen, porseleinhoen, paapje, watersnip
7.04 Behoud en waar mogelijk herstel van heischrale graslanden	33	Heischrale graslanden, paapje, grauwe klauwier
<i>Komvenen in dekzandlandschap</i>		
7.05 Verbetering kwaliteit herstellende hoogvenen met het oog op ontwikkeling van actieve hoogvenen	53; 54; 55; 61; 64	Actieve hoogvenen
7.06 Herstel van randzones van herstellende hoogvenen	53; 54; 61; 64	Herstellende hoogvenen, Hoogveenbossen, Zure vennen, Galigaanmoerassen
7.07 Herstel overgangen naar beekdalen en hogere zandgronden	55; 61	Vochtige heiden, Heischrale graslanden, Hoogveenbossen, Galigaanmoerassen, Blauwgraslanden

Tabel 31 Kernopgaven van Natura 2000-landschap Hogere zandgronden

Natura 2000-landschap Hogere zandgronden		
Gebieden: 17. Bakkeveense Duinen; 21. Lieftingsbroek; 22. Norgerholt; 25. Drentsche Aa-gebied; 26. Drouwenerzand; 27. Drents-Friese Wold & Leggelerveld; 29. Havelte-Oost. 30. Dwingelderveld; 31. Mantingerbos; 32. Mantingerzand; 39. Vecht- en Beneden-Reggegebied. 41. Boetelerveld; 42. Sallandse Heuvelrug; 44. Borkeld; 46 Bergvennen & Brecklenkampse Veld; 50. Landgoederen Oldenzaal; 51. Lonnekermeer; 53. Buurserzand & Haaksbergerven; 57. Veluwe; 59 Teeselinkven; 62. Willinks Weust; 128. Brabantse Wal; 131. Loonse en Drunense Duinen & Leemkuilen; 133. Kampina & Oisterwijkse Vennen; 134. Regte Heide & Riels Laag; 135 Kempenland-West; 136. Leenderbos, Grootte Heide & De Plateaux; 137. Strabrechtse Heide & Beuven; 138. Weerter- en Budelerbergen & Ringselven; 142. St. Jansberg. 144. Boschhuizerbergen; 145. Maasduinen; 146. Sarsven & De Banen; 149. Meinweg; 151. Abdij Lilibosch & Voormalig klooster Mariahoop; 155. Brunsummerheide		
<i>Nat - Vennen en veentjes</i>		
6.01 Herstel en behoud van grote zeer zwak gebufferde vennen in grote open heidevelden	46; 128; 133; 137; 146	Zeer zwak gebufferde vennen
6.02 Kwaliteitsverbetering (ook later successiestadia) van zwakgebufferde vennen	46; 49; 51; 53; 133; 135; 136; 138; 146	Zwak gebufferde vennen, gevlekte witsnuitlibel, geoorde fuut
6.03 Kwaliteitsverbetering van zure vennen	27; 30; 39; 57; 133; 136; 145; 149	Zure vennen
6.04 Kwaliteitsverbetering van actieve hoogvenen	27; 30; 57; 149; 155	Heideveentjes in heideterreinen en bossen
<i>Nat - Natte heiden</i>		
6.05 Kwaliteitsverbetering en vergroting oppervlakte vochtige heiden en pioniervegetaties met snavelbiezen en actieve hoogvenen	25; 27; 29; 30; 32; 39; 41; 42; 43; 46; 53; 133; 134; 137; 145; 149; 155	Vochtige heiden, Pioniervegetaties met snavelbiezen, Actieve hoogvenen (heideveentjes)
6.06 Kwaliteitsverbetering en (indien mogelijk) oppervlakte uitbreiding heischrale graslanden en blauwgraslanden	29; 41; 44; 46; 51; 62; 133	Heischrale graslanden, Blauwgraslanden,
<i>Nat - Eiken-Haagbeukenbossen</i>		
6.07 Verbeteren kwaliteit en voor zover mogelijk uitbreiding areaal eiken-haagbeukenbossen	50; 62	Eiken-Haagbeukenbossen (zandgronden)
<i>Droog - Droge heiden met kleine stuifzanden en jeneverbesstruwelen</i>		
6.08 Vergroting areaal en verbeteren van de kwaliteit door vergroting van de variatie in structuur en ontwikkeling van geleidelijke overgangen met bos	17; 25; 26; 27; 29; 32; 39; 42; 44; 53; 47; 128; 134; 136; 137; 138; 145; 149; 155	Stuifzandheiden met struikhei, Binnenlandse kraaiheidebegroeiingen, droge heiden en Zandverstuivingen. Duinpieper, korhoen, nachtzwaluw, draaihals, tapuit
6.09 Verbinden heide- en stuifzandcomplexen met het oog op fauna	57; 128; 135; 145	

6.10 Herstel gevarieerd leefgebied voor de korhoen met rijk gestructureerde heiden, voldoende rust en geschikte foerageergebieden buiten de heidevelden	42	Korhoen
6.11 Behoud areaal en kwaliteitsverbetering jeneverbesstruwelen	26; 30; 32; 39; 42; 44; 62; 144	Jeneverbesstruwelen
<i>Droog - Stuifzandlandschappen</i>		
6.12 Vergroting areaal gevarieerde zandverstuivingen met overgangen naar droge heiden en open bossen	27; 57; 141	Zandverstuivingen; draaihals, tapuit, nachtzwaluw, duinpieper
<i>Droog - Droge bossen</i>		
6.13 Behoud areaal oude eikenbossen (m.n. strubbebossen) en verbeteren kwaliteit	25; 57; 142	Oude eikenbossen; vliegend hert
6.14 Uitbreiden tot substantiële oppervlakten beuken-eikenbossen met hulst en verbeteren kwaliteit (o.a. boomsamenstelling en leeftijdsopbouw)	21; 22; 31	Beuken-Eikenbossen met hulst
6.15 behoud zomerverblijven Ingekorven vleermuis	151	Ingekorven vleermuis

Tabel 32 Kernopgaven van Natura 2000-landschap Heuvelland

Natura 2000-landschap Heuvelland		
Gebieden: 153. Bunder- en Elsoerbos; 154. Geleenbeekdal; 156. Bemelerberg & Schiepersberg; 157. Geuldal; 158. Kunderberg; 159. Sint Pietersberg & Jekerdal; 160. Savelsbos; 161. Noorbeemden & Hoogbos		
<i>Hellingen - Droge hellingen met kleinschalig mozaïek van schrale graslanden en droogdalen</i>		
8.01 Behouden en uitbreiden mozaïek van pionierbegroeiingen op rotsbodem	156; 157; 158; 159; 160	Pionierbegroeiingen op rotsbodem, Kalkgraslanden, Heischrale graslanden
8.02 Vergroting van het leefgebied en uitbreiding van aantal en omvang van levensvatbare populaties van de Geelbuikvuurpad	157; 160	Geelbuikvuurpad
<i>Hellingen - Hellingbossen, struwelen en zomen</i>		
8.03 behoud van bestaand hellingbos en herstel gevarieerde vegetatiestructuur van eiken-haagbeukenbossen, verzachten bosrand, ruigten en zomen en waar relevant vergroten leefgebied van Vliegend hert of Spaanse vlag	153; 157; 160; 161	Eiken-Haagbeukenbossen (heuvelland), Ruigten en zomen (droge bosranden), vliegend hert, Spaanse vlag
<i>Plateau - Plateaubossen</i>		
8.04 Herstel gevarieerde vegetatiestructuur van Veldbies-Beukenbossen en Beuken-Eikenbossen met Hulst (afwisseling open en dicht), verzachten bosrand en herstel natuurlijke boomsamenstelling	154; 157	Veldbies-Beukenbossen, Beuken-Eikenbossen me Hulst
<i>Beekdalen - Beeklopen</i>		
8.05 Herstel waterkwaliteit en morfodynamiek. Het gaat daarbij om voldoende variatie en structuur bedding met luwe plekken	154; 157; 159	Rivieronderpad, beekprik, beken en rivieren met waterplanten (waterranonkels)
<i>Beekdalen - Graslanden en brongebieden</i>		
8.06 behoud en uitbreiding moerassige brongebieden door herstel hydrologie; betreft zowel de grondwaterstromen als het niveau en morfodynamiek van de beeklopen	154; 157	Kalkmoerassen
8.07 Herstel zinkweiden door gerichte beheersmaatregelen (verzuring en terugdringing vermessing)	157	Zinkweiden
8.08 Behoud en uitbreiding van vochtige alluviale bossen en kalktufbronnen door herstel hydrologie; betreft zowel de grondwaterstromen als het niveau en de morfodynamiek van de beeklopen	153; 154; 161	Alluviale bossen (beekbegeleidend), Kalktufbronnen
8.09 Vergroting van aantal en omvang van levensvatbare populaties van de Zeggekorfslak	154	Zeggekorfslak

<i>Groeves - Open groeves</i>		
8.10 Ontwikkelen van mozaïek van pionierbegroeiingen op rotsbodem en kalkgraslanden	156; 159	Pionierbegroeiingen op rotsbodem en kalkgraslanden
8.11 behoud van geschikt leefgebied ten behoeve van aantal en omvang van levensvatbare populaties van de Geelbuikvuurpad	156	Geelbuikvuurpad
<i>Groeves - Onderaardse groeves met overwinterende vleermuizen</i>		
8.12 Herstel kwaliteit winterbiotoop Meervleermuis, Ingekorven vleermuis en Vale vleermuis	156; 157; 159; 160	Meervleermuis, vale vleermuis, ingekorven vleermuis



Tabel 33 Kernopgaven van Natura 2000-landschap Beekdalen

<b>Natura 2000-landschap Beekdalen</b>		
Gebieden: 15. Van Oordt's Mersken; 16. Wijnjeterper Schar; 25. Drentsch Aa-gebied; 28. Elperstroomgebied; 45. Springendal & Dal van de Mosbeek; 47. Achter de Voort, Agelerbroek & Voltherbroek; 48. Lemselermaten; 49. Dinkelland; 52. Boddenbroek; 58. Landgoederen Brummen; 60. Stelkampsveld; 63. Bekendelle; 65. Binnenveld; 69. Bruuk; 80. Groot Zandbrink; 129. Ulvenhoutse Bos; 130. Langstraat; 132. Vlijmens Ven, Moerputten & Bossche Broek; 147. Leudal; 148. Swalmdal; 150. Roerdal		
<i>Beeklopen</i>		
5.01 Verbetering waterkwaliteit en morfodynamiek, inclusief toestroom van grondwater t.b.v. beken en riviertjes met waterplanten	27; 57; 135; 136; 149	Beken en riviertjes met waterplanten (waterranonkel), drijvende waterweegbree
5.02 Herstel beeklopen met natuurlijke morfologie, dynamiek en waterkwaliteit op landschapsschaal	25; 45; 49; 148; 150	Gaffellibel, beekprik, rivierprik, rivierdonderpad,
<i>Beekdalgraslanden en veenvormende vegetaties</i>		
5.03 Herstel kwaliteit en uitbreiding areaal van kalkmoerassen en overgangs- en trilvenen	25; 28; 45; 48; 60; 65; 130	Kalkmoerassen, Overgangs- en trilvenen in mozaïek met schraalgraslanden
5.04 Vergroting en verbetering kwaliteit leefgebied Pimpernelblauwtje en Donker pimpernelblauwtje	132; 150	Pimpernelblauwtje en donker pimpernelblauwtje
5.05 Herstel kwaliteit en uitbreiding areaal van heischrale graslanden en blauwgraslanden	16; 58; 65; 69; 132	Heischrale graslanden, blauwgraslanden
5.06 Ontwikkelen van kleinschalige mozaïeken van heischrale graslanden en blauwgraslanden met andere beekdalgraslanden en met vochtige heiden op de beekdalflank	15; 16; 25; 28; 45; 48; 49; 60	Heischrale graslanden, blauwgraslanden, vochtige heiden, herpetofauna en insecten
<i>Bossen in beekdalen</i>		
5.07 Herstel kwaliteit en vergroting areaal alluviale bossen en behoud leefgebied Zeggekorfslak	21; 25; 45; 47; 48; 49; 50; 60; 63; 129; 131; 137; 142; 147; 148; 149; 150	Vochtige alluviale bossen (H91E0B en C), zeggekorfslak
5.08 Vergroting areaal, behoud vegetatiestructuur en herstel kwaliteit eiken-haagbeukenbossen	47; 49; 63; 129	Eiken-Haagbeukenbossen

## Bijlage 9

### Habitattypen en natuurtypen per landschapstype

Onderstaande teksten beschrijven de habitattypen (Natura 2000) en de natuurtypen (EHS) per landschapstype. Het is een nadere toelichting op de beschrijving van de referentiesituatie voor natuur met betrekking tot het planMER paragraaf 14.2 van deel B.

#### *Droogmakerijen*

##### *Blauwgraslanden (Natura 2000-habitatype)*

Het habitatype betreft soortenrijke hooilanden op voedselarme, basenhoudende bodems die 's winters plasdras staan en 's zomers oppervlakkig uitdrogen. De naam blauwgrasland is afgeleid van de zwak blauwgroene kleur van de soorten die het aanzien bepalen. Het habitatype komt optimaal voor op voedselarme, matig zure tot neutrale bodems. Buffering vindt plaats door aanvoer van basen met grond- en/of oppervlaktewater. In de winter staat het grondwater aan of op maaiveld, in de zomer zakt de grondwaterstand enkele decimeters of meer weg. Hoe diep de grondwaterstand mag wegzakken zonder kwaliteitsverlies is sterk afhankelijk van het bodemtype en de aard van het zuurbufferend proces. In oppervlakte is het type in de loop van de 20e eeuw enorm achteruitgegaan. In de 19e eeuw besloeg het blauwgrasland naar schatting tegen de 100.000 ha, met een zwaartepunt in laagveenpolders. De oppervlakte aan goed ontwikkeld blauwgrasland bedraagt op dit moment in totaal naar schatting 100 ha. Op veel plaatsen in het land is een afname opgetreden als gevolg van intensivering van de landbouw (ontwatering, bemesting).

##### *Vochtig hooiland (natuurtype)*

Vochtig hooiland is ontstaan door de ontginning van moerassen of natte bossen en door langdurig gebruik als hooiland. Vochtig hooiland komt voor op natte veen- en kleibodems met een redelijke draagkracht. Het gaat om bloemrijke graslanden, vaak geel van soorten als ratelaar, gewone rolklaver, moerasrolklaver, geel walstro, scherpe boterbloem, kruipende boterbloem of dotterbloem. Vochtig hooiland is minder zeggengrijk dan nat schraalland. Ze zijn nu niet meer interessant voor boeren door hun lage productie en eiwitarm gewas, maar ze behoorden ooit tot de betere graslanden.

Net als bij natte schraallanden zijn microgradiënten in het vochtgehalte belangrijk. In zeekleigebieden wordt het reliëf gevormd door de oorspronkelijke platen en kreken. In vochtig hooiland komen overgangen naar grote zeggenvetaties en ruigten met moerasspirea voor. Lokaal kan opslag plaatsvinden van wilgenstruwelen. Deze elementen zijn van belang voor vlinders of struweelvogels. Open landschappen kunnen van belang zijn voor weidevogels.

##### *Nat schraalland (natuurtype)*

Nat schraalland is, net als vochtig hooiland, zeer oud boerengrasland. Nat schraalland is echter minder productief en de bodem is heel slap. De graslanden zijn daardoor slecht toegankelijk, ze kunnen 's winters onder water staan maar zullen 's zomers oppervlakkig uitdrogen. Door jaarlijks te hooien blijft het voedselarme karakter behouden. De variatie in de graslanden is groot. Blauwgraslanden en kleine zeggenvetaties worden tot nat schraalland gerekend. Hiermee in mozaïek voorkomende dotterbloemhooilanden en veldrusschraallanden worden ook tot nat schraalland gerekend.

Nat schraalland is door de rijkdom aan zeldzame soorten van groot Europees en nationaal belang. Blauwgraslanden zijn beperkt tot een klein gebied aan de Atlantische kust van Europa.

Nat schraalland komt vaak in oude, maar vaak kleine reservaten voor en zijn daarom zeer gevoelig voor ingrepen in de omgeving. Het nat schraalland van de oude strandwallen en het laagveen is vrijwel verdwenen. Verdroging, verzuring en vermessing zijn de belangrijke bedreigingen voor nat schraalland.

*Vochtig weidevogelgrasland (natuurtype)*

Vochtig weidevogelgrasland omvat natte en vochtige graslanden met primair een weidevogeldoelstelling; beide zijn van belang voor een diversiteit aan soorten. Goede weidevogelgraslanden worden gekenmerkt door een open karakter, een mozaïek van diverse vormen van graslandbeheer en soorten als grutto, Kievit, scholekster en tureluur. Ook eenden als zomertaling en slobbeend zijn kenmerkend. Vochtig weidevogelgrasland komt op diverse bodems en in diverse landschapstypen voor. Het zwaartepunt ligt in het landschapstype laagveen en zeeklei: hier komt het voor op zowel klei- als veengrond. Ook in het rivierengebied (voornamelijk uiterwaarden) komt vochtig weidevogelgrasland voor.

*Wintergastenweide (natuurtype)*

Wintergastenweide omvat voedselrijk, productief grasland welke dient als foerageergebied voor ganzen, zwanen en eenden. Dergelijke grasland kent een intensief beheer van maaien en bemesten, en gaat kort de winter in. Ze liggen in open landschappen zoals in het landschapstype laagveen en zeeklei en rivierengebied, en komen op diverse voedselrijke bodems voor.

Goede wintergastenweide staat in de winter vaak deels onder water of kent open water in de directe omgeving. Hierdoor kent het ook een rustfunctie voor diverse vogels. De graslanden bestaan uit energierijke grassoorten, deze vormen het voedsel voor grasetende vogels zoals kolgans, rietgans, brandgans, grauwe gans, smient, kleine en wilde zwaan. De betekenis voor andere soortgroepen dan vogels is gering. Het aandeel van andere planten dan gras is door het intensieve beheer meestal klein.

*Overgangs- en trilvenen (Natura 2000-habitatype)*

Dit habitatype betreft soortenrijke veenbegroeiingen van betrekkelijk voedselarme tot matig voedselrijke omstandigheden. De plantengemeenschappen van de overgangs- en trilvenen vormen ontwikkelingsstadia in de verlanding die begint in het open water van sloten, plassen en petgaten. Het habitatype heeft een stabiele, hoge grondwaterstand. In drijvende kraggen ligt de grondwaterstand permanent rond maaiveld doordat de kraggen mee kunnen bewegen met het water waarin ze drijven. Grote fluctuaties van de waterstand, ook al zijn die van tijdelijke aard, leiden op vaste veengronden (en op de ondergrond vastgeslagen kraggen) al gauw tot verdroging. Veenmosrietland heeft een wat ruimer verspreidingsgebied dan trilvenen. Behalve in de laagveengebieden van het Utrechts-Hollandse plassengebied (waar het door verzuring ontstaat uit trilveen) wordt het aangetroffen in de Noord-Hollandse brakwaterveengebieden.

*Meren met krabbenscheer en fonteinkruiden (binnen en buiten afgesloten zeearmen) (Natura 2000-habitatype)*

De waterplantengemeenschappen van dit habitatype komen voor in stilstaand, helder, matig voedselrijk, hard water. Het fosfaatgehalte van het water mag niet te hoog zijn, (het optimum ligt tussen 0,04 en 0,1 mg P-totaal per liter water) want bij te hoge gehalten kan algenbloei optreden die leidt tot het verdwijnen van ondergedoken waterplantenvegetaties. Deze begroeiingen van drijvende en ondergedoken waterplanten komen voor in meren, plassen en andere relatief diepe, vlakvormige stilstaande wateren. Het habitatype komt voor in grote delen van het laaggelegen (holocene) deel van Nederland, in het bijzonder in de laagveengebieden, zeekleigebieden en in het rivierengebied. De fonteinkruid begroeiingen van dit habitatype zijn in al deze drie landschappen breed vertegenwoordigd.

#### *Kranswierwateren (Natura 2000-habitattype)*

Dit habitattype omvat kranswierbegroeiingen in matig voedselrijke wateren. Vaak is de bodem relatief voedselrijk maar de fosfaatgehaltes in het oppervlaktewater zijn zeer laag. Het water is helder, voedselarm tot matig voedselrijk en onvervuild. Doorgaans is het basenrijk. De begroeiing bestaat uit ondergedoken waterplanten met fijne bladeren. Het habitattype komt voor in grote delen van het laaggelegen (holocene) deel van Nederland, in het bijzonder in de laagveengebieden en zeekelegebieden. In de randmeren en het IJsselmeer bevinden zich uitgestrekte velden met kranswieren.

#### **Heuvelland**

##### *Pionierbegroeiingen op rotsbodem (Natura 2000-habitattype)*

Het in Nederland zeer zeldzame habitattype betreft warmte minnende pionierbegroeiingen op kalkrijke rotsbodem. Het type komt voor op kalkrijke rotsranden van steile kalkhellingen en mergelgroeven. Het betreft zonnige, 's zomers sterk opwarmende en uitdrogende standplaatsen. Het is een voedselarm en basenrijk milieu waar nauwelijks enige bodemvorming heeft plaatsgevonden. De vegetatie is soortenrijk en komt vroeg in het seizoen tot volle ontwikkeling. Voor het behoud van het habitattype is het noodzakelijk dat kalkrijke, zon-geëxponeerde rotsranden open van karakter blijven en beschaduwing ervan door opslag van bomen en struiken wordt voorkomen.

##### *Zinkweiden (Natura 2000-habitattype)*

Zinkweiden komen voor op plekken waar zink in toxische concentraties voorkomt. Deze vegetaties zijn betrekkelijk soortenarme graslanden met een min of meer gesloten vegetatie. Ze komen voor op droge, kalkarme en niet te voedselrijke bodems en hebben een flora met diverse plantensoorten die zijn aangepast aan de uitzonderlijke zinkrijke standplaatsomstandigheden. De beschikbaarheid van zink voor de plantengroei is mede afhankelijk van de zuurgraad van de bodem. In het Geuldal, met betrekkelijk lage zinkgehaltes in de bodem, komen zinkvegetaties alleen nog voor op standplaatsen met een pH-H<sub>2</sub>O van minder dan 5,6. Waar het zinkgehalte van de bodem hoger is kunnen zinkweiden echter ook voorkomen bij een hogere pH.

##### *Kalkgraslanden (Natura 2000-habitattype)*

Dit habitattype omvat matig droge tot droge, zogenaamd hal natuurlijke graslanden op kalkrijke bodems. Kalkgraslanden komen voor op schrale, niet bemeste kalkbodems. Het kalkgrasland komt voor op plekken waar bovenop de kalkrots slechts een tot enkele decimeters dikke humeuze en lemige krijtverweringsgrond voorkomt. De vochtvoorziening is daarom zeer matig. Het habitattype komt voor op voedselarme (mesotrofe), in hoofdzaak droge gronden met een zwak zure tot neutrale zuurgraad. In mindere mate is het ook op matig droge gronden vertegenwoordigd. Het habitattype is in Nederland beperkt tot de zuidelijke helft van Zuid-Limburg, ten zuiden van de lijn Heerlen-Maastricht (het zogenaamde Mergelland). Huidig oppervlakte naar schatting: 66 ha.

##### *Heischrale graslanden (droge kalkrijke variant) (Natura 2000-habitattype)*

Dit habitattype omvat in Nederland min of meer gesloten, zogenaomde half natuurlijke graslanden op betrekkelijk zure zand- en grindbodems. Goed ontwikkelde heischrale graslanden zijn zeer rijk aan allerlei grassoorten, kruiden en paddenstoelen. Een deel van de soorten komt ook voor in heide-begroeiingen. In het heuvelland wordt het habitattype vertegenwoordigd door de associatie van Betonie en Gevinde kortsteel en is te vinden langs de bovenranden van kalkhellingen waar bodem is bedekt met een laag kalkarm materiaal afkomstig van hoger op de helling. Heischrale graslanden komen voor op licht gebufferde, zwak zure tot matig zure, meestal sterk humeuze bodems. De voor dit habitattype kenmerkende plantensoorten zijn enerzijds kalk mijdend, maar zijn anderzijds zeer gevoelig voor het aluminium dat op zure standplaatsen meestal in het bodemvocht aanwezig is. Ze zijn daarom op zwak

gebufferde standplaatsen te vinden. Deze komen in Nederland vaak voor in overgangssituaties, in ruimte óf in tijd, tussen basenrijke en zure standplaatsen.

*Droog schraalland (natuurtype)*

Droog schraalland omvat open, droge, laagproductieve, kruidenrijke, grazige vegetaties op droge lemige zandgronden, rivierduinen en op löss en kalk in het heuvelland. Het gaat zowel om stroomdalgraslanden (incl. zinkweiden) als heischrale graslanden en kalkgraslanden. Kalkgraslanden en zinkweiden zijn tot Zuid-Limburg beperkt.

Naast soortenrijke korte vegetaties zijn ook overgangen met zoomvegetaties en struwelen (met o.a. sleedoorn, rozen of jeneverbes) van belang voor de hier vaak aanwezige hoge soortenrijkdom. Dit geldt ook voor dagzomend krijtgesteente in kalkgraslanden, als bijzonder droog micromilieu met o.a. bijbehorende vetplanten. Ze zijn van belang voor verschillende soortgroepen: vaatplanten, paddenstoelen, mossen, vlinders, sprinkhanen en andere insecten.

Droog schraalland is afhankelijk van voldoende basenrijkdom. Meestal levert de bodem deze basen, maar of via water (bv. korte overstroming) of door sedimentatie van vers zand, kunnen ook bufferstoffen van elders aangevoerd worden. Ook mieren of mollen kunnen een rol spelen door niet uitgeloozd zand naar de oppervlakte te brengen. Droog schraalland is op zeer arme zandgronden vaak aanwezig langs paden of vormt een overgang vaak tussen heide en vochtig hooiland. Op lemige zandbodems en op rivierduinen kan droog schraalland op grotere oppervlakten voorkomen. In Zuid-Limburg gaat het om hellinggraslanden, waarin zowel heischrale graslanden als kalkgraslanden voorkomen. Er zijn vaak gradiënten aanwezig in basenrijkdom of vocht, die voor overgangen naar andere graslanden of heiden zorgen.

*Ruigten en zomen (droge bosranden) (Natura 2000-habitatype)*

Droge zoomgemeenschappen van relatief stikstofrijke standplaatsen, die in meerdere of mindere mate worden beschaduwd. Ze komen bijvoorbeeld voor langs heggen en langs bosranden. De standplaatsen worden zelden of nooit door oppervlaktewater overspoeld, waarmee deze begroeiingen zich onderscheiden van de natte strooiselruigten die bij de eerste twee subtypen zijn ingedeeld. Komt voor in het hele rivierengebied met uitzondering van de benedenrivieren. Daarnaast is het ook te vinden langs kleinere rivieren of grote beken zoals de Geul.

*Kalktufbronnen (Natura 2000-habitatype)*

Dit habitatype betreft bronnen en bronbeken met zeer carbonaat- en calciumrijk water. Het water is oververzadigd met kalk zodat zich kalkkorsten vormen, zogenaamde kalktufsteen of travertijn, en daarin zijn karakteristieke bronbegroeiingen aanwezig. Het zijn bronnen waar het hele jaar door water uittreedt (door hoge kweldruk) en ze liggen in de schaduw, bijvoorbeeld in bossen of onder overhangende rotsen. Het habitatype komt in Nederland maar op een paar plekken voor in Zuid-Limburg. Kalktufbronnen worden vooral op sterk beschaduwde, koele plaatsen (in bos of in bosranden) aangetroffen. Daar, in die bronnen, komen zeldzame bladmossen voor, terwijl langs de randen van de bronbeek kwel indicerende planten groeien. Kalktufbronnen zijn voor hun voortbestaan in eerste plaats afhankelijk van hoog in het landschap gelegen kalk dat er voor zorgt dat in zijgend regenwater al in de niet waterverzadigde zone kalkverzadigd raakt én zijn de hoogteverschillen groot genoeg voor het ontstaan van bronnen. De regionale grondwaterstromen moeten een continue kweldruk of aanvoer van kalkverzadigd water kunnen garanderen. De vorm van het landschap, de geomorfologie en de regionale hydrologie is dus van belang. In Nederland is het habitatype beperkt tot Zuid-Limburg, waar op enkele plekken carbonaat- en calciumrijk kwelwater naar buiten treedt.

*Beken en rivieren met waterplanten (Natura 2000-habitatype)*

Dit habitatype omvat die gedeelten van beken en rivieren die, in meer of mindere mate, zijn begroeid met waterplanten van met name het Verbond van Grote waterranonkel of de Associatie van Doorgroeid fonteinkruid. Deze gedeelten worden gekenmerkt door een relatief grote mate van doorzicht in het water. De stroomsnelheid en de dimensies kunnen zeer verschillend zijn. Belangrijke kenmerken voor het goed functioneren van het habitatype zijn; helder water, stromend water, vrije afstroming uit een intact stroomgebied en een optimale functionele omvang van tenminste enkele hectares. Het zwaartepunt van de verspreiding van met name het Verbond van Grote waterranonkel ligt in het Heuvelland en in de laaglandbeken van de Hogere zandgronden.

*Beek en bron (natuurtype)*

Het beheertype beek en bron komt voor op de zand- en lössgronden van noord, oost en zuid Nederland en in de duinen. Het gaat om kleine stromende wateren met hun bronnen. (Mee)stromende wateren zoals molenkolken, sprengen en opgeleide beken behoren eveneens tot dit type. Ieder bekenstelsel kent brongebieden, bovenlopen, een of twee middenlopen en een benedenloop. Bronnen en bovenlopen liggen vaak heel verspreid en hoog in het landschap en zijn vaak gedeeltelijk ge- of vergraven. Middenlopen liggen vaak wat dieper in laagten en trekken daardoor ook veel grondwater aan. De benedenlopen liggen in vlakke veengebieden en overstromingsvlakten, ze kunnen zo breed worden dat ze lijken op kleine rivieren.

De meeste beken behoren tot de zogenaamde laaglandbeken daarnaast komen heuvellandbeken voor. De ecologische verschillen tussen beide type beken is groot door de variatie in bodem en de verschillen tussen rustig en turbulent water. De beken in reliëfrijke gebieden; zuid en midden Limburg en stuwwallen van midden Nederland, hebben vaak duidelijk herkenbare bronnen, stromen sneller, slijten wat dieper in en vormen makkelijker zandbanken. De bodems zijn zandig of vaak grindrijk, slib komt slechts plaatselijk voor.

*Veldbiesbeukenbossen (Natura 2000-habitatype)*

Veldbies-beukenbossen worden gekenmerkt door een hoog opschietende boomlaag (van 20 tot 25 meter) en een weinig ontwikkelde struik- en kruidlaag. Het habitatype is optimaal ontwikkeld indien beuk domineert en tussen het dichte bladstrooisel her en der pollen witte veldbies en moskussens met kussentjesmos groeien. Veldbies-beukenbossen komen in grote delen van Midden-Europa voor op zure lemige bodems in heuvelland of laaggebergte (hoogte 200-500 m). Het habitatype is gebonden aan gebieden met een relatief hoge neerslag, hoge luchtvochtigheid en gemiddeld lage temperaturen. In Nederland voldoen alleen de hoogst gelegen delen van het land in het uiterste zuidoosten van Zuid-Limburg aan de ecologische eisen van een koel en vochtig klimaat. Het habitatype vertoont voorkeur voor hoogten boven 150 m NAP. Op noordhellingen kan de gemeenschap ook wat lager voorkomen. De bodem bestaat uit vuursteeneluvium, een uiterst voedselarm en zuur vuursteenrijk substraat dat is ontstaan door de verwerking van kalksteenpakketten. Dit type is in Nederland beperkt tot Zuid-Limburg, waar het voorkomt op zure bodems van het zogenoemde vuursteeneluvium en hogere delen van de plateauranden van Zuid-Limburg. Het bostype groeit vooral op de plateaus zelf, maar is ook te vinden op het bovenste deel van de hellingen langs de plateauranden waar het geleidelijk overgaat in eiken-haagbeukenbos.

*Eiken-haagbeukenbos (heuvelland) (Natura 2000-habitatype)*

In het heuvelland komen eiken-haagbeukenbossen voor op lössgronden en kalkverweringsgronden. Op ondiepe lössbodems wordt de zuurgraad gebufferd door verwerende kalksteen (mergel) in de ondergrond. Op de diepere lössbodems wordt de zuurgraad vooral gebufferd door aan het

adsorptiecomplex gebonden calcium en magnesium. Incidenteel kan ook buffering door kalkrijk grondwater optreden. Het areaal omvat Zuid-Limburg en komt daar in verschijningsvormen voor die in de zandstreken ontbreken.

*Dennen-, eiken- en beukenbos (natuurtype)*

Dennen-, eiken-, of beukenbos omvat bossen met dennen, eiken, beuken en/of berken en zijn vaak eenvoudig van structuur. Veel van deze bossen komen voor op zure, droge en zandige bodems. Wanneer de bodem meer leem bevat, kennen de bossen een grotere floristische rijkdom. Dennen-, eiken- of beukenbos is te vinden in het zandlandschap zoals op de Veluwe en delen van Drenthe. Plaatselijk komt het ook voor in het heuvellandschap en op oude strandwallen. Veel van de bossen zijn vorige eeuw ontstaan als gevolg van aanplant of natuurlijke successie. Er is vaak sprake van ingevoerde boomsoorten en sporen van hakhoutbeheer.

*Haagbeuken- en essenbos (natuurtype)*

Haagbeuken- en essenbos wordt gedomineerd door diverse boomsoorten zoals haagbeuk, gewone es, esdoorn en gladde iep. Haagbeuken- en essenbos komt op verschillende bodemtypen voor met een basisch en vochtig tot vrij nat karakter.

Het meeste bos wat tot het beheertype behoort is aangeplant. Haagbeuken- en essenbos omvat bijvoorbeeld de aangeplante bossen op kleibodems zoals in Flevoland, eiken-haagbeukenbossen op lemige zandgrond in (voornamelijk) het oosten van Nederland en de hellingbossen op lemige/kleige kalkhellingen in Zuid-Limburg.

*Vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen) (Natura 2000-habitatype)*

Dit habitatype omvat bossen die groeien op beek- of rivierafzettingen (van het zogenoemde alluvium of alluviaal) en die direct of indirect onder invloed staan van beek- of rivierwater. De verschijningsvorm loopt sterk uiteen. Ze kunnen zeer soortenrijk zijn en zeldzame typische soorten bevatten. De vochtige alluviale bossen komen voor in rivier- en beekdalen op natte tot vochtige, relatief basenrijke en voedselrijke standplaatsen. De beekbegeleidende essenbossen in beekdalen en langs kleinere rivieren van de hogere zandgronden en het heuvelland vertonen veel overeenkomst met het vochtige hardhoutoibos. Ze bezitten echter een typische ondergroei met een bijzonder uitbundig voorjaarsaspect. In het rivierengebied komt dit subtype (ondanks wat de verkorte naam kan suggereren) soms ook voor, in de vorm van Vogelkers-Essenbos. Beekbegeleidende bossen komen voor in alle beekdalen van de hogere gronden van Nederland. De zogenoemde bronnetjesbossen zijn beperkt tot de meest hooggelegen en steile gedeelten van Nederland.

**Veenkoloniën**

*Actieve hoogvenen / Herstellende hoogvenen*

Actieve hoogvenen betreffen hoogveensystemen waar sprake is van een goed functionerende toplaag (acrotelm) met actieve hoogveenvorming. Actieve hoogveenvorming houdt in dat de door veenmossen gedomineerde vegetatie meer organisch materiaal vormt dan er wordt afgebroken. Het levende hoogveen houdt veel regenwater vast en in het natte, zure hoogveenmilieu verteren afgestorven plantendelen heel erg langzaam, waardoor deze ophopen. Het systeem groeit dus omhoog en houdt als een spons water vast.

Herstellende hoogvenen betreffen hoogveenrestanten waar - in ieder geval ten dele - nog een veenpakket aanwezig is en hoogveenherstel gaande is of tenminste naar verwachting mogelijk is. Het omvat (een deel van) de volgende elementen: hoogveenbulten, hoogveenslenken en veenputten met veenmos, zure wateren, heidevegetaties, vergraste veenbodems, struwelen en bossen. Het doel van hoogveenherstel is te

komen tot hoogveenkernen die met een goed functionerende acrotelm een stabiele waterstand kunnen handhaven. Als hiervan sprake is, voldoet het habitatype aan de definitie van het habitatype Actieve hoogvenen.

#### *Hoogveen (natuurtype)*

Hoogveen wordt gevormd door veenmossen. Het open hoogveenlandschap omvat naast veenmostapigten ook water, in meren of slenken, en heide. Aan de randzones van het hoogveen kan lokaal opslag van bos en struweel voorkomen. Hoogveenmoerassen bestaan vaak uit meerdere bolligende venen (hoogveenlenzen) met op de helling stelsels van slenken en meerstallen (kleine meertjes) en brede overgangen, met overgangsvenen en grote meren, naar de omringende zand of veengebieden.

De variatie binnen het hoogveen wordt bepaald door de afwisseling van slenken met water en bulten met veenmos en heide. Op en langs de bulten zijn soorten als beenbreek, eenarig wollegras en dwergstruiken zoals kleine veenbes en lavendelhei aanwezig. Door het zure milieu in hoogvenen komen op hoogveen vooral 'specialisten' voor. Naast veenmossen als hoogveenveenmos en wrattig veenmos, gaat het ook om insecten als bijvoorbeeld veenbesblauwtje, veenbesparelmoervlinder, hoogveenglanslibel en noordse glazenmaker.

#### *Zure vennen (Natura 2000-habitatype)*

Dit habitatype omvat natuurlijke poelen en meren met zuur water en veenmodder op de bodem. Het water van deze poelen en meren is van nature zeer voedselarm en kan door humuszuren bruin gekleurd zijn. Zulk een milieu heet dystroof. In Nederland betreft het zo goed als uitsluitend door regenwater gevoede heidevennen en vennen in de randzone van hoogveengebieden. In die vennen kan lokaal invloed van grondwater doordringen en van essentieel belang zijn voor de variatie van levensgemeenschappen, maar de regenwaterinvloed is zo groot dat men meestal spreekt van 'uitsluitend door regenwater gevoed'. Daarbij gaat het zowel om de open waterbegroeiingen als om jonge verlandingsstadia, drijvend of op de oever. Het zure en voedselarme karakter van het habitatype kan alleen behouden blijven als de toestroom van voedings- en andere stoffen vanuit de omgeving via het grond- en oppervlaktewater en de atmosfeer minimaal is. Het habitatype is in Nederland beperkt tot de hogere (pleistocene) zandgronden. Daar is het tamelijk algemeen. Met hoge dichtheden van poelen komt het habitatype voor op het Drents Plateau.

#### *Zuur ven of hoogveeven (natuurtype)*

Zuur ven of hoogveeven komt voor op de zandgronden. De meeste vennen liggen in Noord-Nederland. Vaak zijn deze vennen ontstaan door uitstuiwing van een laagte tot het grondwater of door een grondwaterstandverhoging waardoor laagtes onder water komen te staan. In of vlak onder de venbodem komen vaak ondoorlatende bodemlaagjes voor waardoor het ven water houdt, terwijl de omgeving droog is. Ze worden gevoed worden door regenwater en soms door grondwater dat nog sterk op regenwater lijkt. Het water in de vennen is matig zuur tot zuur en voedselarm. Meerstallen, vennen in het hoogveen, hebben dezelfde waterkwaliteit.

Het water in deze vennen is soms bruin van kleur door humuszuren. De vennen kunnen lang vegetatieloos zijn en de oevers bestaan dan uit zeggensoorten of uit soorten van vochtige heide. De bodem is bedekt met weinig materiaal. Zowel in het water als op de oevers kunnen hoogveenvegetaties tot ontwikkeling komt, toestroom van grondwater met kooldioxide versnelt dit proces. Het ven kan geheel bedekt raken met een trilveen van veenmossen, waarin zich een hoogveentje of zelfs een berkenbroek kan ontwikkelen.



*Vochtige heiden (hogere zandgronden) (Natura 2000-habitatype)*

Dit type vochtige heiden komt voor op voedselarme, zeer natte tot zeer vochtige, matig zure tot zure standplaatsen op de hogere zandgronden en in het heuvelland. De meest zure en natte heiden tenderen naar hoogveen. Open begroeiingen zijn vaak rijk aan korstmossen. Op leemhoudende standplaatsen bevatten de natte heidebegroeiingen veelal soorten van blauwgraslanden en heischraal grasland. De dopheibegroeiingen van dit subtype zijn bijzonder gevoelig voor verlaging van de grondwaterstand (afgezien van het wegzakken in de zomer) en schommelingen in de waterhuishouding. Verdroging leidt al snel tot vergrassing met pijpenstrootje.

*Vochtige heiden (natuurtype)*

Vochtige heide omvat zowel heiden, struwelen, grazige vegetaties, veenmosplekken, kleine stilstaande watertjes en kale bodem op zandige tot venige plaatsen. Deze heiden komen vooral voor op natte zandgronden of veengebieden, van Drenthe, Oost Nederland en Noord Brabant. De bodem is doorgaans vochtig of nat, vrij zuur en voedselarm en bestaat uit zand of leem. De vegetatie wordt, net als bij droge heide, gekenmerkt door dwergstruiken, waarbij gewone dophei dominant aanwezig is. Soms overheersen grassen (pijpenstrootje) of struiken als gagel. Vochtige heide is meestal arm aan soorten, maar de voorkomende soorten zijn wel karakteristiek.

*Hoogveenbossen (Natura 2000-habitatype)*

Dit habitatype omvat relatief laag blijvende berkenbossen met dominantie van zachte berk in de boomlaag en een ondergroei die vooral bestaat uit veenmossen. Het zijn natte bossen ofwel zogenoemde berkenbroekbossen op veenbodems. Deze hoogveenbossen komen hier en daar voor in laagveengebieden, in hoogveengebieden, in beekdalen van de hogere zandgronden en in het rivierengebied. Het habitatype wordt aangetroffen op voedselarme, zure veengronden die permanent onder invloed staan van hoge grondwaterstanden. De grondwaterstanden staan in winter en voorjaar rond maaiveld, en zakken in de zomer idealiter niet verder weg dan enkele decimeters. Voeding vindt voornamelijk plaats door regenwater. Door de beperkte aanvoer van voedingsstoffen en de geringe afbraak van organisch materiaal is de voedselrijkdom van nature zeer gering. Het is het eindstadium van bosvorming in de laagveenverlanding, het komt voor langs randen van grote hoogvenen en in natte depressies op de hogere zandgronden. Op de meeste locaties bedekken de veenbossen slechts een kleine oppervlakte.

*Hoogveen- en laagveenbos (natuurtype)*

Hoog- en laagveenbos is bos op natte standplaatsen op venige bodem met dominerende soorten als zwarte els, zachte berk en grauwe wilg. Soms zijn deze bossen heel structuurrijk, soms vrij uniform. Hoog- en laagveenbos omvat bossen en struwelen en komt in vrijwel alle landschapstypen voor, waarbij hoogveenbossen tot de meest zeldzame broekbossen behoren. Water speelt een grote rol binnen het beheertype en bepaalt voor een groot deel de begroeiing. Bij veel invloed van regenwater (vooral in hoogveen) domineert de zachte berk en een ondergroei van veenmossen en dwergstruiken, bij invloed van grondwater (in laagveen en dalen) juist de zwarte els en moerasplanten. Aaneengesloten struwelen komen vooral voor in hoog- en laagveengebieden met soorten als grauwe wilg, gagel en zwarte appelbes. Op open plekken domineren moerasplanten. Hoog- en laagveenbossen kennen een hoge diversiteit bij veel structuurvariatie en de afwezigheid van verdroging. In hoog- en laagveenbossen met elzen ontstaat deze variatie bij een hoge ouderdom door het ontstaan van hogere wortelkluiten en poelen na het omvallen van oude bomen. Hoog- en laagveenbos met berken is relatief ijl en open en is van belang voor reptielen en amfibieën.

### **Kustzone**

#### *Strand en embryonaal duin (natuurtype)*

Strand en embryonaal duin bevat onbegroeide of spaarzaam begroeide stranden, strandplaten en de daarop voorkomende jonge duinen. Ze komen meestal aan de zeezijde van de buitenste duinenrij voor, maar soms bij inbraken van de zee, ook aan de binnenkant van deze duinenrij. Wind en getijde zorgen voor een voortdurend veranderend uiterlijk. Veel embryonale duinen en stranden bestaan slechts kortstondig door toedoen van storm of springvloed.

De duinen en stranden kunnen zowel droog als nat zijn. Door de dominante invloed van het zoute water en de geselende werking van het stuivende zand, is de begroeiing zeer open en schaars. Waar het zeewater niet komt en de duintjes iets hoger worden komt biestarwegras voor. Dit zeer geharde gras houdt zand vast. De duintjes worden daardoor nog hoger en er ontstaan luwe plekken. Hier kan helm zich vestingen en wordt nog meer zand ingevangen.

#### *Embryonale duinen (Natura 2000-habitatype)*

Het habitatype betreft soortenarme pionierduintjes met begroeiingen van vooral biestarwegras. De begroeiingen kunnen variëren in dichtheid. Embryonale duinen komen met name voor op het strand aan de voet van de zeereep, maar ook wel langs de randen van sluffers, 'wash-overs' (laagten waar incidenteel zeewater overheen spoelt) en op achterduinse strandvlakten. Dit is de overgangszone van zout naar zoet milieu: overstroming met zeewater vindt incidenteel tot regelmatig plaats (maar niet zo vaak dat de duintjes volledig wegspoelen). Door de hoge dynamiek kunnen de begroeiingen een fluctuerende oppervlakte en deels wisselende locatie innemen. Waar de embryonale duinen voorkomen in afwisseling met kaal zand en/of vloedmerkbegroeiingen, wordt daarom het gehele mozaïek tot het habitatype gerekend.

Embryonale duinen komen vaak in combinatie met habitatype witte duinen voor, die de embryonale duinen in de tijd opvolgen zodra er zodanig veel zand is ingevangen dat er helmvegetaties gaan ontstaan.

#### *Witte duinen (Natura 2000-habitatype)*

Dit habitatype betreft door helm, Noordse helm of duinzwenkgras gedomineerde delen van de buitenduinen. De naam 'witte duinen' slaat op de kleur van het zand: omdat er nog geen bodemontwikkeling heeft plaatsgevonden, is de kleur nog wit in plaats van grijs. Witte duinen met helmbegroeiingen ontstaan van nature daar waar embryonale duinen zo ver aanstuiven dat de plantengroei buiten het bereik van zout grondwater en overstromend zeewater komt. Dit proces vindt plaats in de zeereep (de duinenrij die aan het strand grenst). Hoewel er geen overstroming plaatsvindt is de invloed van zeewater groot door de inwaai van fijne zoutdruppeltjes, ontstaan bij de verneveling van opspattend golfwater ('salt spray'). Witte duinen kunnen echter ook ontstaan door uitstuiving of overstuiving van eerder vastgelegde grijze duinen of door opstuiving van door mensen aangelegde windbarrières (rijshout en helmaanplanten). Witte duinen komen dan ook niet alleen voor in de zeereep, maar ook op (nog of weer) actief stuivende (macro)parabolen in het zeeduin (dat deel van de buitenduinen dat ligt tussen de zeereep en de middenduinen).

Salt spray en stuivend zand zorgen voor een extreem milieu waarin slechts weinig plantensoorten kunnen overleven. Helm is daarvan de belangrijkste: door de door deze plant gevormde vegetatiestructuur wordt het zand vastgelegd, waarbij helm tot wel een meter mee kan blijven groeien tijdens het opstuiven van het zand.

#### *Grijze duinen (kalkrijk, kalkarm, heischraal) (Natura 2000-habitatype)*

Het habitatype betreft de min of meer droge graslanden van het duingebied (en vergelijkbare plaatsen in aangrenzende delen van het kustgebied). Het gaat hierbij om soortenrijke begroeiingen met dominantie van laagblijvende grassen, kruiden, mossen en/of korstmossen. Dynamiek in de vorm van lichte

overstuiving, hellingprocessen (dynamiek door neerslag) en begrazing door konijnen zorgt van nature voor de instandhouding van het type. De ecologische variatie van het habitatype is groot, wat samenhangt met onder andere het kalkgehalte (in de toplaag van de bodem) en de dikte van de humuslaag. Op grond hiervan worden drie subtypen onderscheiden.

Subtype A komt voor op kalkrijk duinzand dat oppervlakkig nog weinig of niet is ontkalkt. Normaliter is door de aanwezigheid van kalk de pH-H<sub>2</sub>O meer dan 6,5; oppervlakkige ontkalking die leidt tot een pH tussen 6,5 en 5,5 (zwak zuur) in de eerste paar decimeter van de bodem kan het begin vormen van een successie naar subtype B.

Subtype B komt voor op kalkarm duinzand, en op kalkrijk duinzand dat in de eerste paar decimeters zo ver is ontkalkt dat zwak tot matig zure omstandigheden zijn ontstaan (pH-H<sub>2</sub>O < 6,5).

Subtype C ontstaat op plekken waar de zuurgraad langdurig gebufferd wordt. In de duinen gaat het dan vooral om de randen van natte duinvalleien in kalkarme of oppervlakkig ontkalkte duinen. Capillaire opstijging met baserijk grondwater en een hoge basenverzadiging van het adsorptiecomplex in de organische toplaag zorgen ervoor dat de pH-H<sub>2</sub>O niet onder een voor veel planten kritische grens van 4,5 kan zakken.

#### *Open duin (natuurtype)*

Open duin bevat structuurrijke begroeiingen en deels onbegroeide delen van zeeduinen. Processen zoals verstuiving en begrazing zorgen voor variatie. Zout spatwater waait de duinen in en kan het blad van bomen verbranden, maar zorgt ook voor extra bufferstoffen.

Open duin bestaat uit een afwisseling van lage mos- en korstmosrijke vegetaties, grazige vegetaties met bv. helm, kruidenrijke duingraslanden, zoomvegetaties, ruigte en laag struweel, zoals bijvoorbeeld duindoornstruweel en braamstruweel. De bossen komen meer in de oudere duinen voor, beschermd voor de wind door duinen en struwelen, maar kunnen bij een afslagkust vlak aan zee komen te liggen.

Open duin ontstaat bij aanwaskusten op natuurlijke wijze uit strand en embryonaal duin. Bij afslagkusten slaat de zee bressen in de zeereep. Het kale zand wordt vervolgens door de wind het open duin ingeblazen. De duinen kunnen onder invloed van de wind vele vormen aannemen. Loopduinen zijn hoge duinen die zich geleidelijk verplaatsen, soms over het gehele eiland.

#### *Duinheiden met kraaihei (vochtig en droog) (Natura 2000-habitatype)*

Het habitatype betreft open kustduinen met een vegetatie die wordt gedomineerd door dwergstruiken. Kraaihei is een soort van relatief koude streken; in Nederland groeit hij dan ook alleen in de noordelijke helft van het land, onder relatief koele en vochtige omstandigheden. Het habitatype komt zodoende vooral voor op noordhellingen (hoge luchtvochtigheid) en in duinvalleien. Het betreft in alle gevallen ontkalkte duinen met een relatief dikke humuslaag op de bodem. Met name in valleien kan het habitatype lang standhouden. De standplaatsen worden gekenmerkt door de aanwezigheid van een zwarte organische humuslaag bovenop het duinzand, veroorzaakt door de zure omstandigheden.

#### *Duinheiden met struikhei (Natura 2000-habitatype)*

Het habitatype betreft door struikhei gedomineerde begroeiingen op kalkarme kustduinen en in relatief ver landinwaarts gelegen, van oorsprong kalkrijke maar inmiddels sterk ontkalkte en langdurig beweide oude kustduinen. Het habitatype komt voor op kalkloos en ontkalkt duinzand met een zwarte organische humuslaag, ontstaan als gevolg van zure omstandigheden. In de van oorsprong kalkrijke duinen is het habitatype beperkt tot de diep ontkalkte duinen.

#### *Duinheide (natuurtype)*

Duinheide omvat de droge tot natte heiden in de zeeduinen. Duinheide komt tot ontwikkeling op ontkalkte bodems met een humuslaag. Dominante soorten in duinheide zijn struikhei, kraaihei en gewone dophei, naast deze soorten kan ook kruipwilg voorkomen. De variatie in duinheide is groot, de heide komt voorop schaduwrijke noordzijden van duinen, met dichte mostapijten en eikvaren; op zeer zonnige zandige plekken, met pioniers en korstmossen en in oude vochtige duinvalleien. In vergelijking met binnenlandse heide is er wat meer buffering.

Duinheide kwam enkele honderden jaren geleden niet of nauwelijks voor in de Nederlandse duinen door de overheersende zandverstuivingen. Het vastleggen van duinen leidt tot een humusvorming in de bodem waardoor de top laag zuurder wordt. Vochtige vormen van duinheide kunnen na verloop van tijd ontstaan uit oudere en zure vormen van vochtige duinvalleien. Droge vormen ontstaan uit duingrasland; op ontkalkte zandige stukken in oude duinen, vaak met zandzegge; of door geleidelijke overstuiving van natte heiden. Oude, onbegaasde duinheide, vaak met kraaihei en kruipwilg, vormt een dikke laag ruwe humus waarop geleidelijk ruigten met duinriet en wilgenroosje kunnen ontstaan. De successie naar ruigte en uiteindelijk bos verloopt zeer traag omdat soorten als berk hierin slecht kiemen.

#### *Duinbossen (Natura 2000-habitatype)*

Het habitatype betreft natuurlijke of half-natuurlijke loofbossen in de kustduinen, met sterk uiteenlopende kenmerken. Vaak is de zomereik de dominante boomsoort, maar met name in duinvalleien en in de meest landinwaarts gelegen gedeelten spelen (ook) andere boomsoorten een belangrijke rol. Tot dit subtype A behoren de bossen op de meest voedselarme en droge standplaatsen. Het gaat met name om Berken-Eikenbossen en bossen met beuk. Ze komen vooral voor in de oude duinen, op de hogere delen van de strandwallen en op de meest diep ontkalkte delen in de binnenduintrand van de jonge duinen. Het zijn de oudste bossen in het duingebied, deels met een verleden als hakhoutbos.

#### *Duinbossen (vochtig)*

Dit subtype B ontwikkelt zich met name in natte duinvalleien met grondwaterstanden die in winter en voorjaar rond het maaiveld liggen. Door een goede vochtvoorziening en door de beschutte ligging t.o.v. de zeewind kunnen hier relatief snel bossen ontstaan. De zachte berk is de meest voorkomende boomsoort en is structuurbepalend voor de zeer lokaal voorkomende berkenbroekbossen en het voor de duinen kenmerkende Meidoorn-Berkenbos.

#### *Duinbossen (binnenduintrand)*

De tot dit subtype C behorende bossen zijn over het algemeen sterk door de mens beïnvloede (park)bossen die overwegend voorkomen op wat jongere, kalkhoudende bodems. Ze zijn vaak onderdeel van landgoederen die in de 18e eeuw aan de binnenduintrand werden aangelegd op afgegraven duingronden. Door vergraving zijn hier diepere, nog niet ontkalkte zanden weer aan de oppervlakte gekomen.

#### *Vochtige duinvalleien (A t/m D) (Natura 2000-habitatype)*

Het habitatype Vochtige duinvalleien is veelomvattend: het betreft open water, vochtige graslanden, lage moerasvegetaties en rietlanden, alle voor zover voorkomend in (min of meer natuurlijke) laagten in de duinen. Buiten de duinen worden alleen de in het overige kustgebied voorkomende min of meer grazige vormen tot het habitatype gerekend. Het gaat om relatief jonge successiestadia. Begroeiingen van oudere (al of niet verdroogde) successiestadia in duinvalleien behoren tot andere habitatypen. In de kalkarme duinen is aanvoer van basenrijk grondwater nodig voor instandhouding van kalkrijke duinvalleivegetaties.

*Vochtige duinvalleien (open water)*

Duinwateren komen voor in de laagste delen van het duingebied, waar in 'gemiddelde' jaren het water tot ver in het groeiseizoen boven maaiveld staat en die hooguit kort droogvallen in het groeiseizoen. Binnen de duinwateren bestaat grote variatie in ecologische omstandigheden, variërend van brak tot zoet, van voedselarm tot voedselrijk, en van basisch tot zuur.

*Vochtige duinvalleien (kalkrijk)*

Dit subtype komt voor in geheel of vrijwel geheel verzoete primaire duinvalleien en in secundaire duinvalleien die zijn ontstaan door uitstuiving. Kenmerkend zijn vooral de natte omstandigheden, waarbij de standplaatsen in de winter onder water staan en in voorjaar droogvallen.

*Vochtige duinvalleien (ontkalkt)*

Net als bij de kalkrijke vochtige valleien worden de kalkarme vochtige valleien gekenmerkt door natte omstandigheden met waterstanden boven maaiveld in winter en voorjaar. Anders dan bij het kalkrijke subtype lijken permanent natte omstandigheden minder een probleem te vormen, waarschijnlijk doordat onder zuurdere omstandigheden minder snel hoogproductieve moerasvegetaties ontstaan.

Onderscheidend ten opzichte van kalkrijke vochtige duinvalleien is de geringere basenrijkdom en de lagere pH.

*Vochtige duinvalleien (hoge moerasplanten)*

Vegetaties met hoge moerasplanten als Riet en grote zeggen komen vooral voor aan de randen van duinmeertjes, waar ze langdurig of permanent in ondiep water staan. Het zwaartepunt van dergelijke vegetaties ligt in kalkrijke of tenminste kalkhoudende duingebieden.

*Vochtige duinvallei (natuurtype)*

In vochtige duinvallei komt zowel open water, lage pionierbegroeiingen, grote of kleine zeggenvegetaties als kruipwilgstruweel voor. Het gaat om valleien van de jonge duinen langs de kust. Deze valleien staan vaak onder invloed van zoet grondwater.

Duinvalleien kunnen op meerdere manieren ontstaan, ze ontstaan bijvoorbeeld bij aangroei-kusten waar zandbanken aanhelen. De overstroming met zeewater wordt op groene stranden en sluffers geleidelijk steeds minder. De aangroeiende embryonale en witte duinen sluiten uiteindelijk de vallei af van de zee. Door uitstuiving van de oudere duinen achter de zeereep, kan ook een laagte ontstaan, die nat wordt wanneer duinen uitstuiwen tot op het niveau van het grondwater. Door zeeinbraken, of door natuurlijke verdroging van het duinmassief bij een afslagkust, kan de ontwikkeling van een natte duinvallei afgebroken worden.

*Heischrale graslanden (droge kalkrijke variant) (Natura 2000-habitatype)*

Dit habitatype omvat in Nederland min of meer gesloten, zogenoemde halfnatuurlijke graslanden op betrekkelijk zure zand- en grindbodems. Goed ontwikkelde heischrale graslanden zijn zeer rijk aan allerlei grassoorten, kruiden en paddenstoelen. Een deel van de soorten komt ook voor in heide-begroeiingen. In de duinen komen heischrale graslanden ook op zowel relatief droge als op vochtige standplaatsen voor. Alleen de duingemeenschappen op vochtige standplaatsen (de associatie van Klokjesgentiaan en Borstelgras) worden tot habitatype gerekend. In kalkarme duinen is het type voor de vochtvoorziening en buffering meestal afhankelijk van de externe aanvoer van basen met zacht grondwater van lokale herkomst.

*Droog schraalland (natuurtype)*

Zie beschrijving bij Heuvelland.

*Blauwgraslanden (Natura 2000-habitatype)*

Het habitatype betreft in Nederland de zogenoemde blauwgraslanden. Het zijn soortenrijke hooilanden op voedselarme, basenhoudende bodems die 's winters plasdras staan en 's zomers oppervlakkig uitdrogen. In duingebieden komen plaatselijk ook blauwgraslanden voor. Het betreft hier oudere, reeds langdurig in cultuur gebrachte delen met een sterke bodemontwikkeling.

*Nat schraalland (natuurtype)*

Zie beschrijving bij Droogmakerijen.

**Laagveengebied**

*Blauwgraslanden (Natura 2000-habitatype)*

Het habitatype betreft in Nederland de zogenoemde blauwgraslanden. Het zijn soortenrijke hooilanden op voedselarme, basenhoudende bodems die 's winters plasdras staan en 's zomers oppervlakkig uitdrogen. De naam blauwgrasland is afgeleid van de zwak blauwgroene kleur van de soorten die het aanzien bepalen. Het habitatype komt optimaal voor op voedselarme, matig zure tot neutrale bodems. Buffering vindt plaats door aanvoer van basen met grond- en/of oppervlaktewater. In de winter staat het grondwater aan of op maaiveld, in de zomer zakt de grondwaterstand enkele decimeters of meer weg. Hoe diep de grondwaterstand mag wegzakken is sterk afhankelijk van het bodemtype en de aard van het zuurbufferend proces.

*Nat schraalland (natuurtype)*

Zie beschrijving bij Droogmakerijen.

*Overgangs- en trilvenen (Natura 2000-habitatype)*

Dit habitatype betreft soortenrijke veenbegroeiingen van betrekkelijk voedselarme tot matig voedselrijke omstandigheden. De plantengemeenschappen van de overgangs- en trilvenen vormen ontwikkelingsstadia in de verlanding die begint in het open water van sloten, plassen en petgaten. Het habitatype heeft een stabiele, hoge grondwaterstand. In drijvende kraggen ligt de grondwaterstand permanent rond maaiveld doordat de kraggen mee kunnen bewegen met het water waarin ze drijven. Grote fluctuaties van de waterstand, ook al zijn die van tijdelijke aard, leiden op vaste veengronden (en op de ondergrond vastgeslagen kraggen) al gauw tot verdroging.

Trilvenen bestaan uit mosrijke op het water drijvende plantenmatten. Van de vaatplanten voeren schijngrassen de boventoon en in de moslaag domineren slaapmossen. In trilvenen kunnen zeldzame orchideeën groeien.

Veenmosrietlanden ontwikkelen zich met verdere stabilisering van de veenlaag. Kenmerkend is een gesloten moslaag met dominantie van veenmossoorten, een varenrijke kruidlaag en een ijle rietlaag.

*Veenmosrietland en moerasheide (natuurtype)*

Veenmosrietland en moerasheide zijn vrij voedselarme moerastypen en komen alleen voor in laagveenmoerassen en veenweidegebieden. In veenweidegebieden vormt het veenmosrietland vaak linten langs sloten. Moerasheide is zowel binnen Nederland als Europa zeer zeldzaam en kan beschouwd worden als een overgang naar hoogveen. Veenmosrietland en moerasheide waren niet zeldzaam in de oorspronkelijke moerassen, maar zijn door de ontginning en vervening van het laagveengebied vrijwel verdwenen. De laatste voorbeelden zijn in omvang en kwaliteit afgenomen door verdroging, vermesting, verzuring en verbossing.

Veenmosrietland bestaat uit een vrij ijle rietlaag en vaak een moslaag, rijk aan veenmossen, ronde zonnedauw, orchideeën en varens. Moerasheide bestaat vooral uit veenmossen, gedeeltelijk gaat het om soorten die verder alleen in hoogveen voorkomen. Gewone dophei, verschillende soorten bosbessen en zeggensoorten komen tussen de veenmossen voor. De vegetatie is laag en zeer open, riet en andere hoge moerasplanten zijn slechts hier en daar aanwezig.

#### *Trilveen (natuurtype)*

Trilveen heeft zijn naam te danken aan de slappe bodems die op en neer bewegen als er overheen gelopen wordt. Het zijn 20 tot 70 cm. dikke drijvende kraggen van plantenresten en veen. Het omvat vegetaties van de klasse der kleine zeggen of van de klasse der hoogveenslenken. Trilveen stelt hoge eisen aan de waterkwaliteit en -kwantiteit en komt voor bij matig voedselrijke omstandigheden en stabiele hoge waterstanden. Trilveen kwam oorspronkelijk voor in beekdalen, onder invloed van een sterke toestroom van grondwater en in laagvenen op de overgang van de hoogveenkernen naar moeras. Nu komen de meeste trilvenen voor in het laagveengebied als verlandingsgemeenschap in beschutte wateren zoals petgaten. Trilveen komt plaatselijk voor in beekdalen op kwelrijke plekken.

Trilveen wordt gekarakteriseerd door de combinatie van laag blijvende zeggen, mossen en kruiden. Trilveen vormt het leefgebied van planten zoals groenknolorchis, waterdrieblad, moeraskartelblad, ronde zegge, draadzegge, verschillende soorten schorpioenmos, insecten zoals de zilveren maan en vogels als watersnip.

#### *Galigaanmoerassen (Natura 2000-habitatype)*

Het habitatype betreft alle door galigaan gedomineerde moerassen in Nederland, behalve die onderdeel uitmaken van een hoogveenlandschap. Galigaan kan zich in basenrijke, niet te zuurstofarme milieus vestigen in lage open moeras- of oeverbegroeiingen. Deze vlijmscherpe, grote moerasplant kan uitgestrekte begroeiingen vormen aan de oevers van laagveenplassen, duinplassen en heidevennen. Galigaan is in Nederland een zeldzame soort maar gaat, na geslaagde vestiging in de regel in de vegetatie overheersen, terwijl de kleine moeras- en oeversoorten verdwijnen en op den duur een soortenarm galigaanmoeras ontstaat. Deze galigaanbegroeiingen kunnen zich vervolgens vele decennia handhaven. Het galigaanmoeras komt voor op natte, basenrijke en zuurstofrijke bodem. In laagveengebieden betreft het randen van plassen waar enige golfwerking optreedt. Het habitatype wordt aangetroffen in drie landschappen: de duinen, het laagveengebied en de hogere zandgronden. In het laagveengebied komen grote concentraties voor in het grensgebied van Holland en Utrecht, in Noordwest-Overijssel en in Midden-Friesland.

#### *Zwakgebufferd ven (natuurtype)*

Een zwak gebufferd ven bevat zeer helder water met vegetaties van biesvormige planten. Vennen zijn laagten met water die in de zomer soms droogvallen. Rond de vennen komen doorgaans droge en natte heide en soms kleine zeggenvegetaties of blauwgrasland voor. Het water is voedselarm, een beetje gebufferd en is daarom niet echt zuur. De oorzaken voor de lichte buffering, in een zure omgeving, zijn verschillend. De buffering kan veroorzaakt worden door stroming van water. Zwak gebufferd ven kan liggen in een slenk die de winter de afvoer van het water uit de heidevelden verzorgt of er kan een bovenloopje door het ven stromen. Andere oorzaken zijn het toestromen van grondwater of de aanwezigheid van een lemige bodem. Het aantal zwakgebufferde vennen is in het verleden groter geweest, door menselijk gebruik van de vennen werd de bodem opgewoeld. Bij opwoelen van de bodem lossen mineralen uit de bodem op in het water, hierdoor wordt het water gebufferd. Schapen werden in de vennen gewassen en er werd regelmatig in de vennen gezwommen.

### ***Rivierengebied***

#### *Rivier (natuurtype)*

Rivier omvat al het stromend water van de rivieren Rijn en zijtakken, Maas en Overijsselse Vecht. Het gaat om alle buitendijkse wateren met hun oevers in de uiterwaarden van deze rivieren. Iedere rivier en ieder riviertraject heeft een eigen karakter. De Grensmaas heeft een wat groter verval, stroomt daardoor wat sneller en heeft grindoevers. Niers, Roer (zijtakken van de Maas) en Overijsselse Vecht zijn kleine rivieren met in de zomer soms weinig wateraanvoer. De Rijn met haarzijtakken heeft in de zomer een wat constantere wateraanvoer. De rivieren in het oosten en het zuiden stromen door zandige gebieden, meanderen breed en hebben vrij hoge zandige oeverwallen. De rivieren in de Betuwe liggen in komkleigebieden, meanderen wat minder en liggen tegenwoordig hoog in het landschap. De westelijke rivieren vormen een netwerk, zijn breed, stromen heel traag en zijn te beschouwen als zoetwatergetijde rivieren.

De variatie in stroomsnelheid en waterkwaliteit is groot, in afgesnoerde strangen en wielen staat het water stil terwijl de stroming in buitenbochten van de rivier juist groot is. De stilstaande wateren kunnen dichtslibben en verlanden, bij hoog water in de winter kan de geul weer uitschuren. In de zomer kunnen de oevers en stranden breed zijn en begroeid raken met pioniers als slijkgroen. De stilstaande wateren in de uiterwaarden zoals oude geulen, afgesneden meanders en wielen lijken veel op zoete plas. Juist deze afwisseling en verandering zorgen voor een hoge diversiteit.

Rivieren zijn internationaal en nationaal van groot belang als leefgebied voor trekvogels, vissen, libellen, kokerjuffers, steenvliegen en haften. Het gaat bijvoorbeeld om rivierrombout, bataafse stroommossel, platte zwanenmossel, bever, barbeel, kopvoorn, rivierdonderpad, meerval, riviergrondel, sneep, winde, rivierprik, zeeprik en aal. Vooral voor trekvissen is het internationale belang groot. De trekvissen elft, fint, houting, steur, zalm komen in Nederland vrijwel niet meer voor. Slechts enkele waterplanten komen voor in de rivier zelf; rivierfonteinkruid, doorgroeid fonteinkruid (nu alleen kleine rivieren), en vlottende waterranonkel in de Grensmaas.

#### *Stroomdalgraslanden (Natura 2000-habitatype)*

Stroomdalgraslanden zijn soortenrijke, relatief open tot tamelijk gesloten, grazige begroeiingen op droge, relatief voedselarme, zandige tot zavelige en meestal kalkhoudende standplaatsen langs de grote en kleinere rivieren. Zij komen voor op stroomruggen, oeverwallen, rivierduinen en op dijken en soms op erosie-steilrandjes, terrasranden of langs de winterbedrand. Stroomdalgraslanden komen voor op kalkhoudende tot kalkrijk substraat met een pH van meer dan 6 op de zandige tot zavelige bodems van oeverwallen of rivierduinen langs de rivieren. Het habitatype komt ook voor op zandige tot zavelige delen van dijken. Langs de Maas in Limburg en oostelijk Noord-Brabant en langs de kleine rivieren (Overijsselse Vecht, Dinkel, Niers), zijn de rivierafzettingen arm aan kalk, maar nog wel voldoende basenrijk om de pH licht te bufferen (pH > 5).

#### *Vochtig hooiland (natuurtype)*

Zie beschrijving bij Droogmakerijen.

#### *Glanshaver- en vossenstaarthooilanden (Natura 2000-habitatype)*

Het habitatype betreft soortenrijke, bloemrijke hooilanden op tamelijk voedselrijke, doorgaans kleihoudende gronden. Deze hooilanden liggen met name in de uiterwaarden en komgronden van het rivierengebied, in polders met een klei-op-veen-grond of op zavelige oeverwallen in beekdalen en op hellingen en droogdalen in het heuvelland. De begroeiingen van het habitatype komen ook op de kunstmatig opgebrachte kleihoudende grond van dijken voor. Daar vormen ze linten en liggen ze relatief hoog en droog. De lager gelegen hooilanden van dit habitatype worden af en toe overstroomd. Het



habitattype is gebonden aan matig voedselrijke bodem met zavel of lichte klei (plaatselijk met veen in de ondergrond). Glanshaverhooiland komt hoger in de zonering voor dan vossenstaartgrasland. Glanshaverhooiland is slecht bestand tegen overstromingen, terwijl vossenstaartgrasland juist kortstondige overstroming vereist.

*Glanshaverhooiland (natuurtype)*

Glanshaverhooiland bevat hooilanden met (zeer) bloemrijke vegetaties van het glanshaververbond. Het komt voor op van matig vochtige tot periodiek overstroomde uiterwaarden, op zeekleigronden en op löss of krijtafzettingen. Dominantie van glanshaver komt vaak voor, maar soms zijn andere hoge grassen, bijvoorbeeld, goudhaver, zachte haver of grote vossenstaart dominant. Grote vossenstaart graslanden, vaak met echte koekoeksbloem of veldgerst, vormen overgangen naar vochtig hooiland en komen onder meer voor in afgestuwde riviertrajecten. Graslanden van een goede kwaliteit kennen een grote kruidenrijkdom. Ten opzichte van andere graslanden zijn opvallend veel schermbloemigen te vinden. Ook de inwendige structuur van deze graslanden is rijk, de hoge grassen vormen een open scherm de kruiden komen minder hoog en vormen soms zelfs twee onderlagen. De graslanden kunnen structuurrijk zijn met overgangen naar zoomvegetaties (o.a. Marjoleinverbond) of ruigten.

*Vochtige alluviale bossen (zachthoutoibossen) (Natura 2000-habitattype)*

Dit habitattype omvat bossen die groeien op beek- of rivierafzettingen (van het zogenoemde alluvium of alluviaal) en die direct of indirect onder invloed staan van beek- of rivierwater. De verschijningsvorm loopt sterk uiteen. Ze kunnen zeer soortenrijk zijn en zeldzame typische soorten bevatten. De vochtige alluviale bossen komen voor in rivier- en beekdalen op natte tot vochtige, relatief basenrijke en voedselrijke standplaatsen.

Op de natste en/of meest dynamische plekken in het rivierengebied komen alluviale bossen voor die worden gedomineerd door smalbladige wilgen. Ze hebben een ondergroei die merendeels bestaat uit algemene moeras- en ruigteplanten. Dit zijn de wilgenvloedbossen of zachthoutoibossen. Sommige van deze bossen staan onder invloed van het getij. Tot dit subtype behoren ook de wilgengrienden.

*Droge hardhoutoibossen (Natura 2000-habitattype)*

Dit habitattype betreft de hardhoutoibossen op oeverwallen en andere hoge en droge delen van het rivierengebied waar enige aanvoer van basenrijk water optreedt en tot in de wortelzone doordringt. De bodem bestaat uit zand, kleiig zand of zeer lichte zavel, en is meestal kalkhoudend tot kalkrijk. Het type is gebonden aan standplaatsen die alleen bij de hoogste waterstanden overstromen (gemiddelde overstromingsduur minder dan 10 dagen per jaar, in de meeste gevallen minder dan 1 dag per jaar). Het zijn rivierbegeleidende bossen met een aspect van boomsoorten met hard hout. De struiklaag en de kruidlaag zijn doorgaans soortenrijk met plaatselijk veel zeldzame bolgewassen.

*Rivier- en beekbegeleidend bos (natuurtype)*

Rivier- en beekbegeleidend bos omvat periodiek overstroomde bossen. Deze bossen staan onder invloed van stromend oppervlaktewater, of water van vergelijkbare kwaliteit. Het kan gaan om bossen die overstroomd worden door rivier- of beek, zoals oibossen en beekbossen, maar ook om bossen die onder invloed staan van vrijwel permanent uittredend gebufferd grondwater, zoals bronbos. Vegetatiekundig behoren deze bossen tot het Wilgenverbond, Iepenrijke Eiken-Essenverbond en Verbond van Els en Es. Rivier- en beekbegeleidend bos is op diverse bodems te vinden, zowel op rivierklei als op de meer (lemige) zandbodems langs de beken. Rivier- en beekbegeleidend bos is te vinden in de landschapstypen Rivierengebied (buitendijkse gronden grote rivieren, Biesbosch en Oude Maas) en in Beekdalen binnen het overstromingsbereik van beken. Veel van het Rivier- en beekbegeleidend bos is ontstaan uit voormalige grienden in de Biesbosch en langs de grote rivieren, die hun economische betekenis hadden verloren. Recente bossen zijn vaak spontaan ontstaan uit opslag na klei of zandwinning.

### **Zandgebied**

#### *Droge heide (Natura 2000-habitatype)*

Het habitatype betreft struikheibegroeiingen in het laagland en gebergte van Europa. Ze worden gedomineerd door struikheide al dan niet in combinatie met andere dwergstruiken, grassen en mossen. Droge heides komen in Nederland voor op matig droge tot droge, kalkarme zure bodems waarin zich meestal een podzolprofiel heeft gevormd. Het meest komt het type voor op – al dan niet lemige - dekzanden en op stuwwallen, maar ze strekken zich ook uit op stuwwallen, rivierterrassen en tertiaire (mariene) zandafzettingen.

#### *Droge heide (natuurtype)*

Droge heide omvat zowel heiden, struwelen, kleine open zandige plekken en grazige vegetaties op basenarme zand- en leemgronden. Het beheertype komt voor op de drogere delen van de hogere zandgronden, met name in Midden Nederland en soms op rivierduinen. De vegetatie wordt gekenmerkt door dwergstruiken, struikheide is meestal de dominante soort.

Op ongestoorde bodems kunnen bosbessoorten en kraaiheide een hoge presentie bereiken, open plekken bevatten veel korstmossen. Soms overheersen grassen als bochtige smele of struiken als jeneverbes, brem en braamsoorten. Op iets lemiger plaatsen zijn vaak ook soorten van heischrale graslanden present, maar door verzuring en vermesting zijn deze evenals veel andere soorten van heide sterk achteruitgegaan.

#### *Stuifzandheiden met struikheide (Natura 2000-habitatype)*

Stuifzandheiden met struikheide omvat begroeiingen met dwergstruiken op droge zandgrond in binnenlandse stuifzandgebieden. Deze stuifzanden zijn gevormd door herverstuiving van dekzanden, met name na de late Middeleeuwen. De bodems zijn droog, zuur en zeer voedsel- en kalkarm. Ze behoren tot de zogenoemde duinvaaggronden en vlakvaaggronden. Er hebben zich nog nauwelijks of geen podzolprofielen ontwikkeld en de bodem is nog niet of slechts oppervlakkig ontijzerd. In Nederland komt het habitatype verspreid voor op de pleistocene zandgronden, waar het plaatselijk grote aaneengesloten oppervlakten kan beslaan. Totaal oppervlakte is naar schatting 7.100 ha.

#### *Binnenlandse kraaiheibegroeiingen (Natura 2000-habitatype)*

Binnenlandse kraaiheibegroeiingen zijn min of meer droge heiden in binnenlandse zandgebieden die worden gedomineerd door kraaiheide. Ook andere dwergstruik (struikheide en bosbessoorten) kunnen deel uitmaken van de vegetatie. Het habitatype wordt voornamelijk aangetroffen op voormalige stuifduinen, waarbij het meestal beperkt is tot de (koele) noordelijke hellingen en tot laagten. Kraaiheide is namelijk gebonden aan een relatief koel en vochtig klimaat en komt daarom voornamelijk voor in het midden en noorden van Nederland.

#### *Zandverstuivingen (Natura 2000-habitatype)*

Het habitatype betreft pionierbegroeiingen in afwisseling met onbegroeid zand op droge, zeer voedselarme zandgrond in binnenlandse stuifzandgebieden. Het habitatype kan op kleine schaal voorkomen in heidelandschappen, maar ook zo grootschalig zijn ontwikkeld dat van een zandverstuivingslandschap sprake is. In het eerste geval komt het meestal voor op plekken die zijn omgeven door het habitatype stuifzandheiden met struikheide. Zonder periodiek actief herstel van de pionieromstandigheden zullen deze kleine plekken dichtgroeien. De bodem bestaat uit kalkarm zand waarin zich nog nauwelijks bodemontwikkeling heeft voorgedaan. De bodem is ten gevolge daarvan nog ijzerhoudend. Door het geringe gehalte aan organische materiaal is stikstof een beperkende factor. In combinatie met een bijzonder gering vermogen om vocht vast te houden zorgt dit voor een zeer lage productiviteit. In combinatie met de extreem hoge temperaturen die overdag bereikt kunnen worden, en

de kurkdroge condities is het een milieu waar stress de boventoon voert. Stuifzanden komen in Nederland met name voor op de jonge dekzanden, en op een aantal plaatsen op rivierduinen die weer opnieuw in verstuiving zijn geraakt. Beide bodemtypen hebben als kenmerk dat ze zeer winderosie gevoelig zijn en zonder bescherming onder erosieve weersomstandigheden gemakkelijk in verstuiving gaan.

#### *Zandverstuiving (natuurtype)*

Zandverstuivingen worden gekenmerkt door onbegroeid zand en pionierbegroeiingen met een groot aandeel mossen en korstmossen. Het beheertype Zandverstuiving is te vinden op droge, zure en voedselarme zandbodems in het binnenland.

Na karakteristieke pioniersstadia met algen en buntgras ontstaan meestal mosrijke stadia gevolgd door korstmosrijke stadia (korstmossteppe). Bij verdergaande successie ontstaan droge, open vegetaties met zandstruisgras of fijn schapengras, stuifzandheiden en open dennenbossen. Uitstuiving tot op het grondwater komt voor, in deze valleitjes kunnen pionierbegroeiingen van vochtige bodems voorkomen. Deze vochtige elementen zijn door verdroging van de zandgronden, zeer schaars geworden.

#### *Zwakgebufferde vennen (Natura 2000-habitatype)*

Dit habitatype betreft begroeiingen van zwakgebufferde vennen. Het onderscheid met de zeer zwakgebufferde vennen van habitatype is dat die vennen een lager gehalte aan bicarbonaat hebben ofwel koolstof gelimiteerd zijn. Zwakgebufferde vennen echter zijn niet koolstof gelimiteerd en kunnen –hoewel de naamgeving hierover verwarring wekt- zowel zwak gebufferd als zeer zwak gebufferd zijn. Kenmerkend voor deze vennen is een groot aantal soorten, waaronder veel pionier soorten van kale oevers en open water. De best ontwikkelde zwakgebufferde vennen komen voor op de hogere (pleistocene) zandgronden. De zwakgebufferde vennen zijn vooral te vinden in Noord- Brabant en aangrenzend Midden-Limburg (de Kempen), de Veluwe, de Achterhoek, Twente en Drenthe/Oost-Friesland.

#### *Zure vennen (Natura 2000-habitatype)*

Dit habitatype omvat natuurlijke poelen en meren met zuur water en veenmodder op de bodem. Het water van deze poelen en meren is van nature zeer voedselarm en kan door humuszurenbruin gekleurd zijn. Zulk een milieu heet dystroof. In Nederland betreft het zo goed als uitsluitend door regenwater gevoede heidevennen en vennen in de randzone van hoogveengebieden. In die vennen kan lokaal invloed van grondwater doordringen en van essentieel belang zijn voor de variatie van levensgemeenschappen, maar de regenwaterinvloed is zo groot dat men meestal spreekt van ‘uitsluitend door regenwater gevoed’. Daarbij gaat het zowel om de open waterbegroeiingen als om jonge verlandingsstadia, drijvend of op de oever. Het zure en voedselarme karakter van het habitatype kan alleen behouden blijven als de toestroom van voedings- en andere stoffen vanuit de omgeving via het grond- en oppervlaktewater en de atmosfeer minimaal is. Wat het laatste betreft, gelden zure vennen als zeer gevoelig voor stikstofdepositie, zodat een goede luchtkwaliteit is gewenst. Het habitatype is in Nederland beperkt tot de hogere (pleistocene) zandgronden. Daar is het tamelijk algemeen. Met hoge dichtheden van poelen komt het habitatype voor op het Drents Plateau (vooral in het Dwingelderveld) en op de Veluwe. Momenteel omvat het type naar schatting 100-200 hectaren.

#### *Zuur ven en hoogveenven (natuurtype)*

Zie beschrijving bij Veenkoloniën.

#### *Beken en rivieren met waterplanten (Natura 2000-habitatype)*

Dit habitatype omvat die gedeelten van beken en rivieren die, in meer of mindere mate, zijn begroeid met waterplanten van met name het Verbond van Grote waterranonkel of de Associatie van Doorgroeid

fonteinkruid. Deze gedeelten worden gekenmerkt door een relatief grote mate van doorzicht in het water. De stroomsnelheid en de dimensies kunnen zeer verschillend zijn. Belangrijke kenmerken voor het goed functioneren van het habitatype zijn; helder water, stromend water, vrije afstroming uit een intact stroomgebied en een optimale functionele omvang van tenminste enkele hectares. Het zwaartepunt van de verspreiding van met name het Verbond van Grote waterranonkel ligt in het heuvelland en in de laaglandbeken van de hogere zandgronden.

*Beek en bron (natuurtype)*

Zie beschrijving bij Heuvelland.

*Vochtige heiden (hogere zandgronden) (Natura 2000-habitatype)*

Vochtige heiden komen voor op voedselarme, zeer natte tot zeer vochtige, matig zure tot zure standplaatsen op de hogere zandgronden en in het heuvelland en het laagveengebied. Kenmerkend is de hoge bedekking van gewone dophei. De meest zure en natte heiden tenderen naar hoogveen. Open begroeiingen zijn vaak rijk aan korstmossen. Op leemhoudende standplaatsen bevatten de natte heidebegroeiingen veelal soorten van blauwgraslanden en heischraal grasland.

*Vochtige heide (natuurtype)*

Zie beschrijving bij Veenkoloniën.

*Heischrale graslanden (Natura 2000-habitatype)*

Dit habitatype omvat in Nederland min of meer gesloten, zogenoemde halfnatuurlijke graslanden op betrekkelijk zure zand- en grindbodems. Goed ontwikkelde heischrale graslanden zijn zeer rijk aan allerlei grassoorten, kruiden en paddenstoelen. Een deel van de soorten komt ook voor in heide-begroeiingen. Heischrale graslanden komen voor op licht gebufferde, zwak zure tot matig zure, meestal sterk humeuze bodems. De voor dit habitatype kenmerkende plantensoorten zijn enerzijds kalk mijdend, maar zijn anderzijds zeer gevoelig voor het aluminium dat op zure standplaatsen meestal in het bodemvocht aanwezig is. Ze zijn daarom op zwak gebufferde standplaatsen te vinden. Deze komen in Nederland vaak voor in overgangssituaties, in ruimte óf in tijd, tussen basenrijke en zure standplaatsen.

*Droog schraalland (natuurtype)*

Zie beschrijving bij Heuvelland.

*Blauwgraslanden (Natura 2000-habitatype)*

Het habitatype betreft in Nederland de zogenoemde blauwgraslanden. Het zijn soortenrijke hooilanden op voedselarme, basenhoudende bodems die 's winters plasdras staan en 's zomers oppervlakkig uitdrogen. Het habitatype komt optimaal voor op voedselarme, matig zure tot neutrale bodems. Het habitatype komt voor in laagveengebieden, op de hogere zandgronden (in beekdalen en heideterreinen) en plaatselijk in de duinen.

*Nat schraalland (natuurtype)*

Zie beschrijving bij Droogmakerijen.

*Actief hoogveen (Natura 2000-habitatype)*

Het habitatype betreft hoogveensystemen waar sprake is van een goed functionerende toplaag met actieve hoogveenvorming. Actieve hoogveenvorming houdt in dat de door veenmossen gedomineerde vegetatie meer organisch materiaal vormt dan er wordt afgebroken. Het levende hoogveen houdt veel regenwater vast en in het natte, zure hoogveenmilieu verteren afgestorven plantendelen heel erg langzaam, waardoor deze ophopen. Het systeem groeit dus omhoog en houdt als een spons water vast.

Kenmerkend zijn dominantie van veenmossen, een microreliëf met tot circa 50 cm hoge bulten en slenken en permanent hoge waterstanden. Momenteel is het voorkomen van actief hoogveen in hoogveenlandschap met een aanzienlijke oppervlakte beperkt tot gedeelten van hoogveengebieden in het noorden en oosten van het land. Daarnaast zijn er nog diverse gebieden met een kleine oppervlakte actief hoogveen, zowel met goede als matige kwaliteit. Heideveentjes komen tamelijk wijd verspreid door het land voor op de hogere zandgronden.

#### *Herstellend hoogveen (Natura 2000-habitatype)*

Dit habitatype betreft hoogveenrestanten waar - in ieder geval ten dele - nog een veenpakket aanwezig is en hoogveenherstel gaande is of tenminste naar verwachting mogelijk is. Voor het gewenste herstel van het habitatype is het essentieel dat de toplaag herstelt. Dit is de bovenste 0,1 tot 0,5 m dikke laag levend en afgestorven veenmos, die door opname of afgifte van water kan zwellen of krimpen, waardoor het veenoppervlak meebeweegt met het waterniveau. De fluctuatie van de veenwaterstand mag niet te groot zijn (< 30 cm). Zwelt het veen, dan neemt de horizontale doorlatendheid sterk toe, waardoor de zijdelingse afstroom van veenwater sterk toeneemt. Krimpt het veen, dan wordt de weerstand voor zijdelingse afstroom groter, waardoor het water beter wordt vastgehouden. Randvoorwaarde voor het herstel van levend hoogveen is dat de wegzijging naar de ondergrond zeer gering is (< 40 mm/jaar). Het grondwaterniveau in het veen dient zich boven dat in de omgeving te kunnen verheffen. Het natuurlijke verspreidingsgebied omvat grote delen van de hogere zandgronden, met name in Noordoost- en Zuidoost-Nederland. Het totale oppervlak bedraagt naar schatting 11.000 ha. Feitelijk behoort de huidige oppervlakte aan hoogveen in Nederland vrijwel in zijn geheel tot dit habitatype. Minder dan 1.000 ha is te beschouwen als rustend hoogveen (onvergraven en oppervlakkig ontwaterd). Slechts een miniem gedeelte wordt opgevat als 'actief hoogveen'.

#### *Hoogveen (natuurtype)*

Zie beschrijving bij Veenkoloniën.

#### *Overgangs- en trilvenen (Natura 2000-habitatype)*

Dit habitatype betreft soortenrijke veenbegroeiingen van betrekkelijk voedselarme tot matig voedselrijke omstandigheden. De plantengemeenschappen van de overgangs- en trilvenen vormen ontwikkelingsstadia in de verlanding die begint in het open water van sloten, plassen en petgaten. Het habitatype heeft een stabiele, hoge grondwaterstand. In drijvende kraggen ligt de grondwaterstand permanent rond maaiveld doordat de kraggen mee kunnen bewegen met het water waarin ze drijven. Grote fluctuaties van de waterstand, ook al zijn die van tijdelijke aard, leiden op vaste veengronden (en op de ondergrond vastgeslagen kraggen) al gauw tot verdroging.

#### *Trilveen (natuurtype)*

Zie beschrijving bij Laagveengebied.

#### *Kalkmoerassen (Natura 2000-habitatype)*

Het habitatype betreft (meestal) veenvormende begroeiingen van kleine zeggen, andere schijngrassen en slaapmossen in basenrijke kwelmilieus. De meeste van deze kalkmoerassen zijn gelegen op de flanken van beekdalen. Ze komen ook wel voor in kwelzones op de overgang van hogere (pleistocene) zandgronden naar het rivierengebied. Het kalkmoeras komt voor op natte, basenrijke plekken met een grondwaterstand die in winter en voorjaar rond het maaiveld ligt, en een pH-H<sub>2</sub>O van minimaal 5,5 (zwak zuur tot basisch). De standplaatsen zijn slechts matig productief, niet alleen door het ontbreken van bemesting maar ook door vastlegging van fosfaat aan calcium en ijzer. In het binnenland zijn natte, voedselarme en basenrijke standplaatsen uitgesproken zeldzaam en komen slechts verspreid voor in tamelijk uiteenlopende situaties. Het areaal van het habitatype in Nederland omvat de beekdalen van de hogere zandgronden met de

aangrenzende, door kwel gevoede gebieden (waaronder de Gelderse Vallei) en het Zuid-Limburgse heuvelland. De oppervlakte aan goed ontwikkeld kalkmoeras bedraagt naar schatting nog geen 10 ha.

*Eiken-haagbeukenbossen (hogere zandgronden) (Natura 2000-habitatype)*

Eiken-haagbeukenbossen vormen een loofbosgemeenschap met een gevarieerde vegetatiestructuur met een (tot 30 m) hoge en een lage boomlaag, een goed ontwikkelde struiklaag en een weelderige, soortenrijke kruidlaag met typische soorten. Op de hoger zandgronden zijn eiken-haagbeukenbossen gebonden aan mineraalrijke lemige gronden en oude klei (beekleem, löss, keileem, potklei, tertiaire klei). Daarnaast levert capillaire opstijging van baserijk grondwater vaak een belangrijke bijdrage aan de zuurbuffering van de standplaats. Het bostype komt daarom relatief vaak voor aan de randen van kwelgebieden of in gebieden die hydrologisch neutraal zijn (kwel en wegzijging houden elkaar in evenwicht). Het areaal eiken-haagbeukenbossen van hogere zandgronden omvat delen van Oost-Nederland (Twente, Achterhoek, Rijk van Nijmegen, Veluwerand en het Drents Plateau) en Noord-Brabant en Midden- en Noord-Limburg.

*Dennen-, eiken- en beukenbos (natuurtype)*

Zie beschrijving bij Heuvelland.

*Hoogveenbossen (Natura 2000-habitatype)*

Dit habitatype omvat relatief laag blijvende berkenbossen met dominantie van zachte berk in de boomlaag en een ondergroei die vooral bestaat uit veenmossen. Het zijn natte bossen ofwel zogenoemde berkenbroekbossen op veenbodems. Deze hoogveenbossen komen hier en daar voor in laagveengebieden, in hoogveengebieden, in beekdalen van de hogere zandgronden en in het rivierengebied. Het habitatype wordt aangetroffen op voedselarme, zure veengronden die permanent onder invloed staan van hoge grondwaterstanden. De grondwaterstanden staan in winter en voorjaar rond maaiveld, en zakken in de zomer idealiter niet verder weg dan enkele decimeters (optimaal bij GLG < 40 cm onder maaiveld). Voeding vindt voornamelijk plaats door regenwater. Door de beperkte aanvoer van voedingsstoffen en de geringe afbraak van organisch materiaal is de voedselrijkdom van nature zeer gering.

*Hoogveen- en laagveenbos (natuurtype)*

Zie beschrijving bij Veenkoloniën.

*Vochtige alluviale bossen (beekbegeleidende bossen) (Natura 2000-habitatype)*

Dit habitatype omvat bossen die groeien op beek- of rivierafzettingen (van het zogenoemde alluvium of alluviaal) en die direct of indirect onder invloed staan van beek- of rivierwater. De verschijningsvorm loopt sterk uiteen. Ze kunnen zeer soortenrijk zijn en zeldzame typische soorten bevatten. De vochtige alluviale bossen komen voor in rivier- en beekdalen op natte tot vochtige, relatief baserijke en voedselrijke standplaatsen. De beekbegeleidende essenbossen in beekdalen en langs kleinere rivieren van de hogere zandgronden en het heuvelland vertonen veel overeenkomst met het vochtige hardhoutooibos. Ze bezitten echter een typische ondergroei met een bijzonder uitbundig voorjaarsaspect. In het rivierengebied komt dit subtype (ondanks wat de verkorte naam kan suggereren) soms ook voor, in de vorm van Vogelkers-Essenbos. Beekbegeleidende bossen komen voor in alle beekdalen van de hogere gronden van Nederland.

*Rivier- en beekbegeleidend bos (natuurtype)*

Zie beschrijving bij Rivierengebied.

### ***Zeekleigebied***

#### *Zilte pionierbegroeiingen (Natura 2000-habitatype)*

Dit habitatype betreft pionierbegroeiingen op zilte gronden in het kustgebied, zowel buiten- als binnendijks. Zilte pionierbegroeiingen komen voor op plekken waar overstroming met zout water zorgt voor dynamische en open standplaatsen. Het betreft enerzijds pioniergemeenschappen met vooral zeekraalsoorten en anderzijds pioniergemeenschappen met zeevetmuur. De begroeiingen ontwikkelen zich ieder jaar opnieuw op een kale, meestal opdrogende bodem. Beide begroeiingen komen veelal in dezelfde gebieden voor. Toch is de ecologie zeer verschillend. Verschillen in overstromingsfrequentie, zout- en vochtgehalte zijn bepalend voor het onderscheid tussen deze subtypen. Het habitatype wordt aangetroffen in alle luwe kustzones van het Waddengebied en de Zeeuwse en Zuid-Hollandse Delta, ook binnendijks.

#### *Schorren en zilte graslanden (buitendijks en binnendijks) (Natura 2000-habitatype)*

In Nederland betreft dit habitatype schorren of kwelders en andere zilte graslanden in het kustgebied. Het begrip kustgebied moet hier breed worden opgevat: het habitatype komt voor in zowel buitendijkse als binnendijkse gebieden. Voor de biodiversiteit zijn meerdere aspecten van belang. De verschillende plantengemeenschappen en (dier)soorten reageren op een bepaalde hoogteligging, de daaraan (deels) gerelateerde vochtuithouding, de grondsoort (van zandig tot kleiig), zoutgehalte (brak tot zout), leeftijd (succesiestadium) en mate van begrazing. Het is dan ook gewenst allerlei vormen en successiestadia te behouden, wat onder andere noodzakelijk is voor het behoud van het grote aantal typische soorten. Het natuurlijke verspreidingsgebied van de buitendijkse vorm omvat twee regio's: het Waddengebied en de Zeeuwse en Zuid-Hollandse Delta. Langs de Hollandse kust tussen Hoek van Holland en Den Helder komt het type van nature slechts zeer beperkt voor. Binnendijkse zilte graslanden worden aangetroffen in Zuidwest-Nederland, het brakke laagveengebied van Noord-Holland, het Waddengebied en in het noordelijke deel van het IJsselmeer.

#### *Schor of kwelder (natuurtype)*

Schor en kwelder zijn verschillende benamingen voor hetzelfde ecosysteem. Kwelder is het woord dat in Noord-Nederland gebruikt wordt en schor in Zuidwest Nederland. Het gaat om laaggelegen zandige of slikkige gronden onder invloed van getijde met pioniergemeenschappen, ruigten en graslanden van zoutminnende en zouttolerante vegetaties. De laagste delen worden dagelijks overstroomd door zeewater, de hoogste delen slechts af en toe. Bodemdeeltjes die bij iedere overstroming met hoogwater achterblijven vormen schor of kwelder.

Schor of kwelder toont een duidelijke zonering die bepaald wordt door de mate van overstroming. Pioniervegetaties met zeekraal komen voor op de dagelijks overstroomde lage kwelders. De middelhoge kwelder wordt nog wel regelmatig overstroomd, hier heersen kweldergrassen, lamsoor en zeeweegbree. De hoge kwelders zijn begroeid met dichte matten van grassen en russen. Door lage duintjes; kommen met slik; krekens en kleine getijdengeultjes, is het landschap zeer gevarieerd. Op de oeverwallen staat zealsem, ruigten komen voor op linten van aangespoelde planten. Slijkgrassen en ruigtekruiden komen vooral voor op kwelders en slikken die eroderen, waardoor kleine kliffen ontstaan en de bodem wat droger wordt. Er zijn grote regionale verschillen.

#### *Zilt- en overstromingsgrasland (natuurtype)*

Zilt- en overstromingsgrasland bestaat uit vegetaties met grassen, russen en kruiden op vochtige zand-veen of kleigronden. Overstromingsgrasland kent in de winter en voorjaar vrijwel jaarlijks een periode dat het overstroomd is door water. Zilte graslanden staan (incidenteel) onder invloed van brak of zout water, zonder dat er sprake is van getijde. Zilt grasland komt ook voor op de hoge kwelders langs de Fries-Groningse kust en plaatselijk in het Verdrongen land van Saeftinghe waar zomerdijken, werkdammen etc.

ervoor zorgen dat de hoog opgeslibde, vrij intensief begraasde schorren (vrijwel) nooit meer door het zeewater worden overspoeld. Ook verder van het kustgebied, in polders, kunnen zilte graslanden voorkomen. Vaak gaat het om oude krekens. Door onderbemaling stroomt zout grondwater naar deze laagten. Zilt- en overstromingsgrasland komt veel voor in Zeeland. Vaak gaat het om laaggelegen stukken grond, inlagen, direct achter een dijk die onder invloed van zout water staan dat onder de dijk door stroomt. Korte grazige vegetaties met ronde rus of kweldergrassen worden afgewisseld met pioniervegetaties met zeekraal of laksteeltje of door ruigten met selderij, engels lepelblad of heemst. Het kan ook gaan om terreinen die vergraven zijn; karrevelden of oude veengebieden met sporen van moertering. Moertering of selnering is een middeleeuwse methode om zout te winnen.

*Ruigten en zomen (harig wilgenroosje) (Natura 2000-habitatype)*

Het habitatype betreft enerzijds natte, veel biomassa producerende strooiselruigten op voedselrijke standplaatsen en anderzijds zomen langs vochtige tot droge bossen. Het habitatype ontstaat op voedselrijke plekken waar weinig of geen afvoer van plantenmateriaal door beweiding of maaien plaats vindt. Overstroming speelt een belangrijke rol in de verspreiding van zaden en de aanvoer van voedingsstoffen. Natte, soortenrijke ruigte met harig wilgenroosje en moerasmelkdistel worden aangetroffen op veen- en kleibodems, binnen het overstromingsbereik van rivierwater of brak boezemwater.

*Bloemdijk (natuurtype)*

Bloemdijken komen vooral in Zeeland voor, soms in Groningen en Friesland en in het rivierengebied. Het gaat meestal om oude dijken (slaperdijken) die bestaan uit kalkhoudende, zandige klei. Ze hebben hun waterkerende functie vaak verloren (niet altijd) en worden extensief begraasd of gehooïd. Bloemdijken kunnen belangrijke cultuurhistorische monumenten zijn en zijn van belang voor graslanden en struwelen. De variatie en afwisseling kan groot zijn door verschillen in microklimaat, afgetrapte randen langs schapenpadjes en vochtige stukken aan de voet van de dijk.



## Bijlage 10      Uitgangspunten stikstofdepositie- en luchtkwaliteitsberekeningen

### Bijlage 10.1      Inleiding

Deze bijlage omschrijft de uitgangspunten zoals gehanteerd voor de luchtkwaliteits- en stikstofdepositieberekeningen. Binnen het onderzoek is een voorbeeldwinning onderzocht die niet locatie specifiek is. Een voorbeeldwinning betreft 13 productielocaties. Een productielocatie is circa 1,5 hectare groot. Op iedere productielocatie worden 10 putten geboord. In totaal worden dus 130 putten geboord gedurende tijdens de voorbeeldwinning, die 15 jaar duurt. Ten behoeve van gasproductie wordt één centrale gasbehandelingsinstallatie in de nabijheid van de productielocaties gerealiseerd.

Voor de schaliegaswinning zijn er een aantal relevante emissiebronnen voor luchtkwaliteit en stikstofdepositie (N-depositie). In deze memo zijn de emissiebronnen per fase beschreven en de gehanteerde uitgangspunten uitgewerkt.

### Bijlage 10.2      Meteo en ruwheid luchtkwaliteit

Omdat de beschouwde voorbeeldwinning op meerdere locaties in Nederland kan plaatsvinden en niet één specifieke locatie wordt beschouwd, zijn er enkele aannames gedaan voor een aantal parameters. Effecten op de luchtkwaliteit zijn namelijk naast emissies, uitstoothoogte, warmte-inhoud et cetera ook afhankelijk van een aantal lokaal variërende parameters. Het gaat hier onder andere om terreinruwheid en meteo.

#### *Meteo*

In de door het ministerie van I&M goedgekeurde rekenmodellen wordt gebruikgemaakt van meteogegevens op basis van twee meteostations. Het gaat daarbij om meteogegevens van Schiphol en van Eindhoven. Tussen deze meteogegevens wordt, afhankelijk van de locatie in Nederland, kwadratisch geïnterpoleerd.

Om een aanname te kunnen doen voor de meteo, is bepaald welke meteo gegevens de grootste concentratiecontouren oplevert. Uit berekeningen blijkt dat dit voor Eindhoven geldt. Om deze reden zijn voor dit onderzoek de meteogegevens van Eindhoven gehanteerd. Dit is een conservatieve benadering.

#### *Ruwheid*

Voor de ruwheid wordt jaarlijks door het ministerie van I&M in maart een ruwheidskaart van Nederland gepubliceerd. Deze kaart vormt input voor de door het ministerie goedgekeurde luchtkwaliteitsmodellen. Wanneer deze ruwheidskaart beschouwd wordt, valt op te maken dat de ruwheid in Nederland sterk varieert. Op te maken valt dat er in regio's met veel bebouwing (steden en dorpen) en regio's met veel bosgebied hoge ruwheden voorkomen. In agrarisch gebied, waterrijk gebied en natuurgebieden met weinig bebouwing, liggen de ruwheden lager. Dit beeld komt duidelijk naar voren uit de ruwheidskaart van Nederland. Omdat de ruwheid binnen de landschapstypen en deelgebieden sterk varieert en er slechts beperkt een relatie is tussen de ruwheid en landschapstypen/deelgebieden, is gerekend met één vaste ruwheid. Hiervoor is een gemiddelde representatieve ruwheid gehanteerd.

## Bijlage 10.3 Emissiefactoren

### *Mobiele werktuigen*

De emissies van o.a. mobiele werktuigen zijn op Europees niveau gereguleerd via technische voorschriften aan het voertuig en de verbrandingsmotor. De emissie-eisen zijn o.a. vastgelegd in de EU-richtlijn 2004/26/EG en 97/68/EG. De emissie-eisen zijn afhankelijk van het jaar van goedkeuring/bouwjaar en motorisch vermogen. Voor het berekenen van de emissies van de mobiele werktuigen is gebruikgemaakt van de emissiewaarden van 'Stage IIIA' uit het EU-richtlijn 2004/26/EG. Het gaat om mobiele werktuigen die tussen 2005 en 2012 zijn gebouwd/geproduceerd. De werktuigen van latere bouwjaar zijn schoner. In onderstaande Tabel 34 zijn de emissiefactoren van mobiele werktuigen en dieselgeneratoren weergegeven.

Categorie (nettovermogen) [kW]	Som HC+NOx (g/kWh)	Deeltjes (fijn stof) (g/kWh)
H: 130 kW ≤ P ≤ 560 kW	4,0	0,2
I: 75 kW ≤ P < 130 kW	4,0	0,3
J: 37 kW ≤ P < 75 kW	4,7	0,4
K: 19 kW ≤ P < 37 kW	7,5	0,6

Tabel 34 Emissie-eisen Stage IIIA, som van koolwaterstoffen (HC) en stikstofoxiden (NOx) en fijn stof

Ook de emissies van vrachtwagens zijn op Europees niveau gereguleerd via technische voorschriften aan het voertuig en de verbrandingsmotor. De emissiefactoren van wegverkeer ten behoeve van luchtkwaliteitsonderzoeken en stikstofdepositieberekeningen worden jaarlijks door het ministerie van I&M gepubliceerd conform de Regeling beoordeling luchtkwaliteit (Ministerie van VROM, 2007). De meest recente cijfers zijn van medio maart 2014. De emissiefactoren van wegverkeer zijn afhankelijk van het referentiejaar, de voertuigcategorie en snelheidstype. Er is gebruik gemaakt van de emissiefactoren voor het referentiejaar 2016. Dat is het eerste jaar dat de aanleg werkzaamheden mogelijk plaatsvinden. De emissiefactoren van latere jaren reflecteren een afname.

referentiejaar	Lichte vrachtwagens 'normaal stadsverkeer' (g/km)	Zware vrachtwagens 'normaal stadsverkeer' (g/km)
2013	12,39	7,50
2014	11,64	7,07
2015	10,89	6,65
2016	9,82	6,00
2017	8,75	5,35
2018	7,67	4,70
2019	6,60	4,05
2020	5,52	3,40
2030	1,42	0,88

Tabel 35 Emissiefactoren vrachtverkeer maart 2014 'normaal stadsverkeer'.

## Bijlage 10.4 Boren

### Aanleg boorlocatie

Voorafgaand aan de boringen vinden civiele werkzaamheden aan de productielocatie plaats. Voor de civiele werkzaamheden aan de productielocatie worden mobiele werktuigen ingezet. Het betreft inzet van een heimachine, graafmachine, asfaltset en laadschop. Deze werktuigen leveren kracht en rijden korte afstanden op de locatie gedurende enkele uren per dag. Voor het berekenen van de emissies is uitgegaan van de maximale werktijd van 8 uur per dag. Er worden in totaal 13 productielocaties aangelegd en verspreid over een periode van 15 jaar.

Op basis van de (maximaal) toelaatbare emissieconcentratie, het aantal bedrijfsuren en de gemiddelde belasting is de totale emissievracht per werktuig berekend. In de emissieberekening is rekening gehouden met de zogenaamd TAF-factor<sup>12</sup>.

In onderstaande tabellen is een overzicht gegeven van de gehanteerde uitgangspunten en de berekende emissievracht.

Emissiebron	Aantal dagen t.b.v. 13 productielocaties gedurende 15 jaar	Bedrijfs uren (h/d)	Motorische vermogen (kW)	Belasting (%)	NO <sub>x</sub> -emissie Stage IIIA (g/kWh)	PM10-emissie Stage IIIA (g/kWh)	TAF-factor	
							NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>
Heimachine	8 dg * 13 loc.	8	250	60%	4	0,20	1,1	1,97
Laadschop	30 dg * 13 loc.	8	265	60%	4	0,20	1,1	1,97
Hydraulisch graaf-machine	30 dg * 13 loc.	8	125	60%	4	0,30	1,1	1,97
Asfaltset	5 dg * 13 loc.	8	106	60%	4	0,30	1,1	1,97

Tabel 36 Uitgangspunten en emissievracht werktuigen

Emissiebron	NO <sub>x</sub> -emissievracht over 15 jaar (kg/15 j)	NO <sub>x</sub> -emissievracht per jaar (kg/j)	PM10-emissievracht in 15 jaar (kg/15 j)	PM10-emissievracht per jaar (kg/jaar)
Heimachine	549	36,6	49,17	3,28
Laadschop	2.183	145,5	195,46	13,03
Hydraulisch graafmachine	1.030	68,6	138,29	9,22
Asfaltset	144	9,6	19,36	1,29

Tabel 37 Emissievracht in 15 jaar en gemiddeld per jaar

<sup>12</sup> Aanpassingsfactor op de gemiddelde emissiefactor in verband met de afwijking van de gemiddelde gebruikstoepassing van dit machinetype als gevolg van wisselende (transiente) vermogensvraag.

**Transport t.b.v. aanleg productielocatie**

Voor de aan- en afvoer van materialen en materieel ten behoeve van de aanleg van dertien productielocaties vinden in totaal 1820 transportbewegingen van zware vrachtwagens en 1777 transportbewegingen van lichte vrachtwagens plaats. Gemiddeld per jaar zijn dat 121 transportbewegingen van zware vrachtwagens en 118 transportbewegingen van lichte vrachtwagens.

Lichte vrachtwagens zijn beschouwd als middelzwaar motorvoertuigen en zware vrachtwagens zijn beschouwd als 'zware motorvoertuigen'. Voor motorvoertuigen op het ontsluitingsweg is uitgegaan van het snelheidstype 'normaal stadsverkeer'. Er zal voornamelijk gebruik worden gemaakt van de bestaande wegen, maar het is ook mogelijk dat een ontsluitingsweg(en) wordt aangelegd van en naar de productielocaties. Het traject van de nieuwe weg(en) zal maximaal 5 km bedragen.

De gehanteerde uitgangspunten en de berekende emissievrachten zijn in onderstaande tabel vermeld.

Type	Aantal per jaar	NO <sub>x</sub> -factor (g/km)	PM10-factor (g/km)	Afstand (km)	NO <sub>x</sub> -vracht (kg/j)	PM10-vracht (kg/j)
Zware vrachtwagen (>12ton)	121	7,66	0,252	5	4,6	0,15
Lichte vrachtwagen (max. 6 ton)	118	6,00	0,242	5	3,6	0,14

Tabel 38 Uitgangspunten en emissievracht transport t.b.v. aanleg productielocatie

**Aanleg locatie gasbehandelingsinstallatie**

Het gewonnen gas uit de dertien productielocaties wordt behandeld in een gasbehandelingsinstallatie. Voor de opbouw van de installatie vinden civiele werkzaamheden plaats. Het bouwterrein van een gasbehandelingsinstallatie is circa 1,5 hectare groot.

Op basis van de (maximaal) toelaatbare emissieconcentratie, het aantal bedrijfsuren en het gemiddelde belasting is de totale emissievracht per werktuig berekend. In de emissieberekening is rekening gehouden met de zogenaamd TAF-factor. In onderstaande tabellen is een overzicht gegeven van de gehanteerde uitgangspunten en de berekende emissievracht.

Emissiebron	Aantal dagen t.b.v. 13 productielocaties gedurende 15 jaar	Bedrijfsuren (h/d)	Motorisch vermogen (kW)	Belasting (%)	NO <sub>x</sub> -emissie Stage IIIA (g/kWh)	PM10-emissie Stage IIIA (g/kWh)	TAF-factor	
							NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>
Heimachine	8 dg * 3,3	8	250	60%	4	0,20	1,1	1,97
Laadschop	30 dg * 3,3	8	265	60%	4	0,20	1,1	1,97
Hydraulisch graafmachine	30 dg * 3,3	8	125	60%	4	0,30	1,1	1,97
Asfaltset	5 dg * 3,3	8	106	60%	4	0,30	1,1	1,97

Tabel 39 Uitgangspunten emissieberekeningen

Emissiebron	NOx-emissie-vracht per jaar (kg/jaar)	PM10-emissievracht per jaar (kg/jaar)
Heimachine	139,4	12,5
Laadschop	554,1	49,6
Hydraulisch graafmachine	261,4	35,1
Asfaltset	36,9	5,0

Tabel 40 Emissievracht

In de berekeningen is ervan uitgegaan dat realisatie van de gasbehandelingsinstallatie in hetzelfde jaar plaatsvindt als de realisatie van de eerste productielocatie in 2016. Dat is een conservatieve benadering.

#### *Transport t.b.v. realisatie gasbehandelingsinstallatie*

Voor de aan- en afvoer van materialen en materieel ten behoeve van de realisatie van de gasbehandelingsinstallatie worden in totaal 462 zware vrachtwagens en 451 lichte vrachtwagens ingezet.

De gehanteerde uitgangspunten en de berekende emissievrachten zijn in onderstaande tabel vermeld.

Type	Aantal per jaar	NOx-factor (g/km)	PM10-factor (g/km)	Afstand (km)	NOx-vracht (kg/j)	PM10-vracht (kg/j)
Zware vrachtwagen (>12ton)	462	7,66	0,252	5	17,7	0,15
Lichte vrachtwagen (max. 6 ton)	451	6,00	0,242	5	13,5	0,55

Tabel 41 Uitgangspunten en emissievacht transport t.b.v. realisatie gasbehandelingsinstallatie

#### *Boren*

Tijdens de boorwerkzaamheden zullen dieselgeneratoren in gebruik zijn voor de aandrijving van de boorinstallatie en een dieselgenerator voor de overige energielevering tijdens de boring (licht, warmte). Er worden in totaal 4 dieselgeneratoren ingezet met ieder een vermogen van 1.300 kW, in totaal 5.200 kW. De boorwerkzaamheden zullen 365 dagen, 24 uur per dag, plaatsvinden.

De gehanteerde uitgangspunten en de berekende emissievrachten zijn in onderstaande tabellen vermeld.

Emissiebron	aanta l	Bedrijfs-uren (h/j)	Motorisch vermogen (kW/stuk)	Belastin g (%)	NOx-emissie Stage IIIA (g/kWh)	PM10-emissie Stage IIIA (g/kWh)	TAF-factor	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>
Dieselgeneratoren	4	8.760	1.300	30%	4	0,20	1,1	1,97	

Tabel 42 Uitgangspunten emissieberekeningen dieselgeneratoren t.b.v. boorinstallatie

Emissiebron	NOx-emissie-vracht per jaar (kg/j)	PM10-emissievracht per jaar (kg/j)
Dieselgeneratoren	60.129	5.384

Tabel 43 Emissievracht

**Transport gedurende boringen**

Voor de aan- en afvoer van materialen en boorinstallatie ten behoeve van de dertien productielocaties worden in totaal 10.335 zware vrachtwagens en 22.620 lichte vrachtwagens gedurende 15 jaar ingezet. Gemiddeld per jaar worden 689 zware vrachtwagen en 1.508 lichte vrachtwagens ingezet.

De gehanteerd uitgangspunten en de berekende emissievrachten zijn in onderstaande tabel vermeld.

Type	Aantal per jaar	NOx-factor (g/km)	PM10-factor (g/km)	Afstand (km)	NOx-vracht (kg/j)	PM10-vracht (kg/j)
Zware vrachtwagen (>12ton)	689	7,66	0,252	5	26,4	0,87
Lichte vrachtwagen (max. 6 ton)	1.508	6,00	0,242	5	45,2	1,82

Tabel 44 Uitgangspunten en emissievracht transport t.b.v. productielocatie

## Bijlage 10.5 Fracken

**Frack**

Voor het fracken worden diesel aangedreven compressoren ingezet. Er worden in totaal 5 compressoren in gebruik genomen met ieder een vermogen van 1.000 kW, in totaal 5.000 kW. Frack zal 365 dagen, 24 uur per dag, plaatsvinden.

De gehanteerd uitgangspunten en de berekende emissievrachten zijn in onderstaande tabellen vermeld.

Emissiebron	aantal	Bedrijfs-uren (h/j)	Motorisch vermogen (kW/stuk)	Belasting (%)	NOx-emissie Stage IIIA (g/kWh)	PM10-emissie Stage IIIA (g/kWh)	TAF-factor	
							NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>
Diesel aangedreven compressoren	5	2016	1.000	30%	4	0,20	1,1	1,97

Tabel 45 Uitgangspunten emissieberekeningen diesel aangedreven compressoren

Emissiebron	NOx-emissie-vracht per jaar (kg/j)	PM10-emissievracht per jaar (kg/j)
Dieselgeneratoren	13.305	1.191

Tabel 46 Emissievracht

In de berekeningen is ervan uitgegaan dat boren en fracken gelijktijdig kan plaatsvinden.

#### *Transport gedurende Frack*

Tijdens het fracken wordt een grote hoeveelheid water aan- en afgevoerd. Daarnaast worden chemicaliën aangevoerd. Voor de aan- en afvoer van water en chemicaliën worden in totaal 103.740 zware vrachtwagens en 28.253 lichte vrachtwagens gedurende 15 jaar ingezet. Gemiddeld per jaar worden 6.916 zware vrachtwagens en 1.884 lichte vrachtwagens ingezet.

De gehanteerde uitgangspunten en de berekende emissievrachten zijn in onderstaande tabel vermeld.

Type	Aantal per jaar	NOx-factor (g/km)	PM10-factor (g/km)	Afstand (km)	NOx-vracht (kg/j)	PM10-vracht (kg/j)
Zware vrachtwagen (>12ton)	6.916	7,66	0,252	5	264,9	8,7
Lichte vrachtwagen (max. 6 ton)	1.884	6,00	0,242	5	56,5	2,3

Tabel 47 Uitgangspunten en emissievracht transport t.b.v. frack

#### *Affakkelen*

Er zal sporadisch gas worden afgefakkeld. De emissies van affakkelen is heel beperkt. De emissies vanwege boren en fracken zullen de luchtkwaliteit en N-depositie in de omgeving van het plangebied bepalen.

## Bijlage 10.6 Winnen

#### *Compressorstation*

In de winningsfase wordt een compressorstation gerealiseerd die de druk in de leiding middels een compressor opvoert. Door de druk van een compressorstation kan het gas naar een volgende compressorstation, gasbehandelingsinstallatie en/of eindstation worden getransporteerd.

Uitgangspunt in dit onderzoek is dat de compressorstation elektrisch wordt aangedreven en er geen emissie naar lucht plaatsvindt.

#### *Gasbehandelingsinstallatie*

De gewonnen gas uit de dertien productielocatie wordt behandeld in een gasbehandelingsinstallatie. Ook de gasbehandelingsinstallatie wordt elektrisch aangedreven en hiervan vindt geen emissie naar lucht plaats.

**Transport gedurende winningsfase**

Gedurende de winningsfase is het mogelijk dat water naar boven komt. Dit zal afgevoerd worden. Het aantal transportbewegingen gedurende winningsfase (15 jaar) bedraagt 5.850. Het betreft zware vrachtwagens. Gemiddeld per jaar vinden 390 transportbewegingen plaats.

De gehanteerde uitgangspunten en de berekende emissievracht zijn in onderstaande tabel vermeld.

Type	Aantal per jaar	NO <sub>x</sub> -factor (g/km)	PM10-factor (g/km)	Afstand (km)	NO <sub>x</sub> -vracht (kg/j)	PM10-vracht (kg/j)
Zware vrachtwagen (>12ton)	390	7,66	0,252	5	14,9	0,5

Tabel 48 Uitgangspunten en emissievracht transport t.b.v. gaswinning

## Bijlage 10.7 Verlaten

In deze fase worden de gasbehandelingsinstallatie en compressorstation gedemonteerd en afgevoerd. Na uitputting van ieder productielocatie wordt een compressorstation gedemonteerd en verplaatst of afgevoerd. De gasbehandelingsinstallatie wordt na de uitputting van de dertien productielocaties gedemonteerd en afgevoerd. Gemiddeld per jaar vinden 39 transportbewegingen van zware vrachtwagens plaats en 43 van lichte vrachtwagens.

De gehanteerde uitgangspunten en de berekende emissievracht zijn in onderstaande tabel vermeld.

Type	Aantal per jaar	NO <sub>x</sub> -factor (g/km)	PM10-factor (g/km)	Afstand (km)	NO <sub>x</sub> -vracht (kg/j)	PM10-vracht (kg/j)
Zware vrachtwagen (>12ton)	6.916	7,66	0,252	5	264,9	8,7
Lichte vrachtwagen (max. 6 ton)	1.884	6,00	0,242	5	56,5	2,3

Tabel 49 Uitgangspunten en emissievracht transport in afwerkingsfase



## Bijlage 11      Uitgangspunten geluidsberekeningen

### Bijlage 11.1      Boren

#### *Aanleg*

Voor de aanleg- en bouwwerkzaamheden wordt uitgegaan van de volgende maatgevende activiteiten:

- Heiwerkzaamheden. Voor de heiwerkzaamheden wordt op basis van ervaringscijfers uitgegaan van een bronvermogen  $L_{WA}$  van 129 dB(A) gedurende 8 uur per dag met een effectieve heitijd van 50 %. Dit betreft geluid met een impulsachtig karakter. Er wordt uitgegaan van een effectieve bronhoogte van 15 m.
- Overige aanleg- en bouwwerkzaamheden. Dit betreft werkzaamheden waarbij materieel zoals (een) shovel(s), graafmachine(s), kra(a)n(en), asfalteermachine(s), e.d. worden ingezet. Uitgaande van de mogelijk gelijktijdige inzet van meerdere stuks materieel wordt uitgegaan van een totaal bronvermogen  $L_{WA}$  van 110 dB(A) gedurende 8 uur per dag en een gemiddelde bronhoogte van 1,5 m.

#### *Boren*

Tijdens het boren wordt het geluid vooral geproduceerd door de generatoren, de aandrijving van de boor, de hydrauliek motoren, pompen, de handelingen in de boortoren en de overslag van pijpen. Voor de boorfase wordt uitgegaan van een bronvermogen  $L_{WA}$  van 114 dB(A) per boorput gedurende 24 uur per dag. Dit is gebaseerd op de geluidseis volgens het Besluit algemene regels milieu mijnbouw (Barmm). Dit betekent een niveau van 50 dB(A) in de nachtperiode op 300 m afstand van de boorinstallatie. Hierbij is van uitgegaan dat 70 % van de bron zich op een hoogte van circa 5 meter bevindt en 30% op een hoogte van 15 m.

### Bijlage 11.2      Fracken

Tijdens de frackfase wordt de geluidsemisatie vooral bepaald door pompen en compressoren. Het aantal, het vermogen, de bedrijfstijd en de wijze van aandrijving zijn echter niet bekend. De geluidsemisatie is ook sterk afhankelijk van de te treffen geluidsbepurende voorzieningen. Uitgaande van de inzet van zware, mobiele installaties wordt voor de frackactiviteiten een iets hoger bronvermogen gehanteerd dan voor de booractiviteiten, namelijk een bronvermogen  $L_{WA}$  van 115 dB(A) per put. Wel wordt uitgegaan van een iets gunstiger geluidsspectrum gebaseerd op diesel aangedreven materieel en een gemiddelde bronhoogte van 2 meter. Vooralnog wordt er van uitgegaan dat deze werkzaamheden ook 24 uur per dag (kunnen) plaatsvinden. Op 300 m van de frackinstallatie bedraagt het niveau dan - net als voor de booractiviteiten - circa 50 dB(A) in de nachtperiode.

### Bijlage 11.3      Winnen

Gedurende de winningsfase wordt de geluidsemisatie per put vooral bepaald door pompen/compressoren en leidingen. Het aantal, het vermogen, de bedrijfstijd en de wijze van aandrijving zijn echter niet bekend. De geluidsemisatie is ook sterk afhankelijk van de te treffen geluidsbepurende voorzieningen. Uitgaande van de inzet van vaste installaties met geluidsbepurende voorzieningen wordt op basis van 'expert judgement' uitgegaan van een bronvermogen  $L_{WA}$  per put van 105 dB(A) gedurende 24 uur per dag en een bronhoogte van circa 2,5 m.

Voor de gasbehandelingsinstallatie wordt uitgegaan van een bronvermogen  $L_{WA}$  van 110 dB(A) gedurende 24 uur per dag en een bronhoogte van circa 2,5 m. Dit bronvermogen is gebaseerd op de richtafstand van 700 m conform de VNG-Publicatie 'Bedrijven en milieuzonering' voor een aardgaswinning inclusief gasbehandelingsinstallatie met een capaciteit van meer dan 10.000.000 N m<sup>3</sup>/d. De richtafstand betekent dat op 700 m afstand een niveau wordt verwacht van 35 dB(A) in de voor de beoordeling maatgevende nachtperiode. Bij de bepaling van het bronvermogen is uitgegaan van een terrein met afmetingen van circa 225 x 225 m.

### ***Vrachtverkeer***

De omvang van het vrachtverkeer is afhankelijk van de fase van de schaliegaswinning. Tijdens de frackfase wordt het meeste vrachtverkeer per dag verwacht. Er wordt voor deze fase uitgegaan van tientallen vrachtwagenbewegingen per dag. Vooral nog wordt er van uitgegaan dat de vrachtwagenbewegingen tijdens de frackfase ook 's avonds en 's nachts kunnen plaatsvinden en dat de bewegingen evenredig over het etmaal zijn verdeeld. Voor de beoordeling van de effecten wordt uitgegaan van zwaar vrachtverkeer met een rijsnelheid van 80 km/uur.

### ***Maximale geluidsniveaus vanwege piekgeluiden***

Voornoemde uitgangspunten zijn gericht op de gemiddelde geluidsniveaus die in de verschillende fasen optreden. Tijdens de verschillende fasen treden er echter ook geluidspieken op waarvoor een afzonderlijk toetsingskader geldt, met uitzondering van de aanleg- en bouwfase en de verkeersbewegingen op de openbare weg waarvoor geen eisen gelden ten aanzien van de maximale geluidsniveaus.

De hoogste piekgeluiden treden op tijdens de boorfase en de frackfase en worden vooral veroorzaakt door laad- en losactiviteiten, de pipe handling, de frackactiviteiten en – tijdens de exploratiefase – het affakkelen van gas. Naar verwachting zullen hierbij maximale geluidsniveaus ( $L_{Amax}$ ) optreden met een piekbronvermogen tot circa 125 dB(A). Het geluidsspectrum van de hoogste piekgeluiden zal over het algemeen iets gunstiger zijn – gemiddeld iets hooggroter – dan van de gemiddelde niveaus, waardoor het geluidsniveau als functie van de afstand iets sneller zal uitdempen. Hierdoor zal in de praktijk het maximale geluidsniveau voor de boor- en de frackactiviteiten op enige afstand van de locatie tot maximaal 10 dB(A) hoger zijn dan het langtijdgemiddeld beoordelingsniveau.

De richtwaarde voor het maximale geluidsniveau is gelijk aan het langtijdgemiddeld beoordelingsniveau plus 10 dB(A). Dit betekent dat uitgaande van de richtwaarde de effectafstand voor het maximale geluidsniveau vergelijkbaar is met de effectafstand voor het langtijdgemiddeld beoordelingsniveau. Ook uitgaande van de grenswaarden zijn de effectafstanden vergelijkbaar. De grenswaarde voor het maximale geluidsniveau is namelijk 10 dB(A) hoger dan de grenswaarde conform het 'Besluit algemene regels milieu mijnbouw' (Barmm)<sup>13</sup>. Uitgaande van de grenswaarden conform de 'Handreiking industrielawaai en vergunningverlening' zou het verschil groter zijn – namelijk 20 dB(A) -, hetgeen betekent dat de effectafstand voor het maximale geluidsniveaus veel kleiner is dan voor het langtijdgemiddeld beoordelingsniveau.

In de winningsfase is er sprake van een meer continue geluidsuitstraling. Het maximale geluidsniveau ( $L_{Amax}$ ) zal dan minder dan 10 dB(A) hoger zijn dan het langtijdgemiddeld beoordelingsniveau. Dit betekent dat de effectafstand voor het langtijdgemiddeld beoordelingsniveau maatgevend is.

---

<sup>13</sup> Overigens zijn de eisen in het Barmm ten aanzien van de maximale geluidsniveaus ( $L_{Amax}$ ) niet van toepassing op het laden en lossen, transportbewegingen, pipehandling en het verbranden van (aard)gas in de open lucht mits deze plaatsvinden tussen 07:00 en 19:00 uur, tenzij dit redelijkerwijs niet mogelijk is.

### *Overige uitgangspunten*

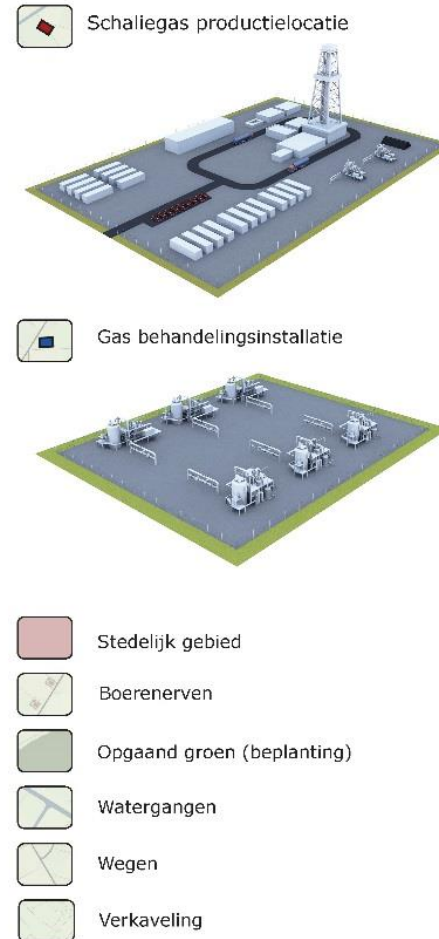
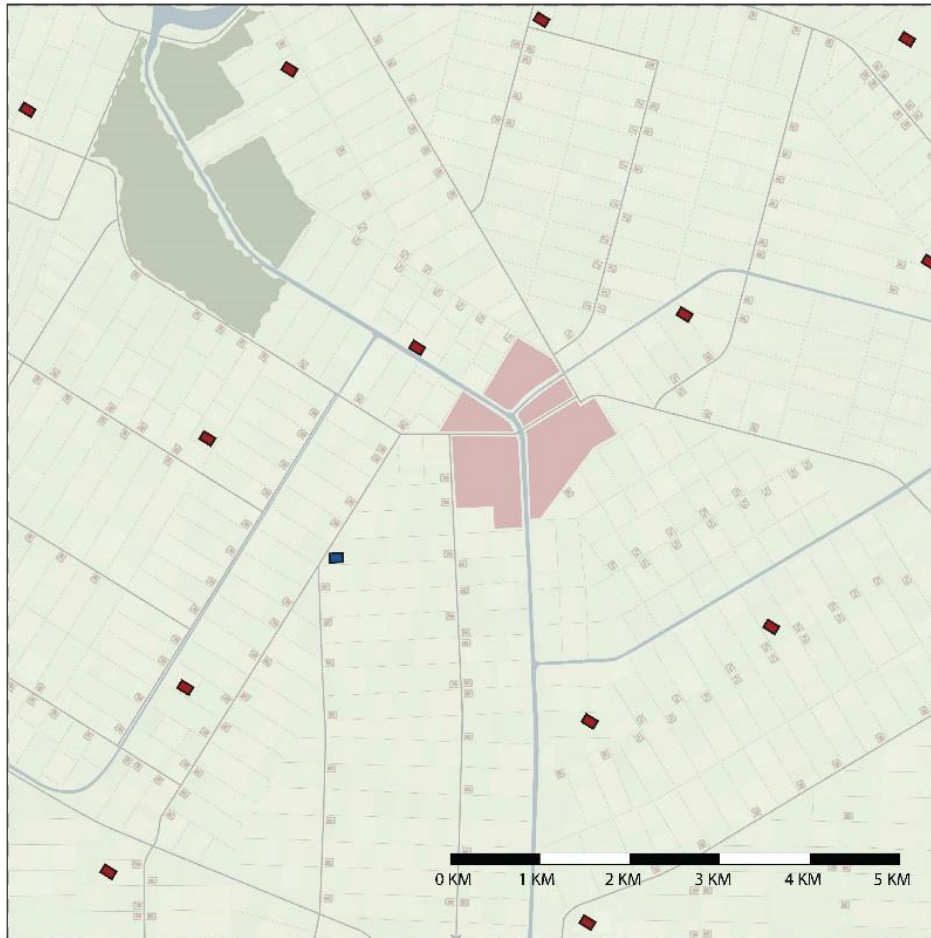
In de berekeningen wordt er van uitgegaan dat het terrein van de boorlocatie en de gasbehandelingsinstallatie verhard worden en dus sprake is van een reflecterend bodemgebied. Ook voor de aanvoerwegen wordt uitgegaan van een reflecterend bodemgebied. Voor het omliggende gebied wordt uitgegaan van een overwegend geluidsabsorberend bodemgebied (bodemfactor 0,8).

De maximale geluidsniveaus ( $L_{Amax}$ ) vanwege optredende geluidspieken zijn in de berekeningen niet beschouwd. Voor bouwactiviteiten gelden namelijk geen eisen ten aanzien van de maximale geluidsniveaus. Voor de overige activiteiten wel, maar er is geen reden om aan te nemen dat voor deze activiteiten niet kan worden voldaan aan de richtwaarde van niveaus die ter plaatse van woningen niet meer dan 10 dB(A) hoger zijn dan de langtijdgemiddelde beoordelingsniveaus.

# Bijlage 12

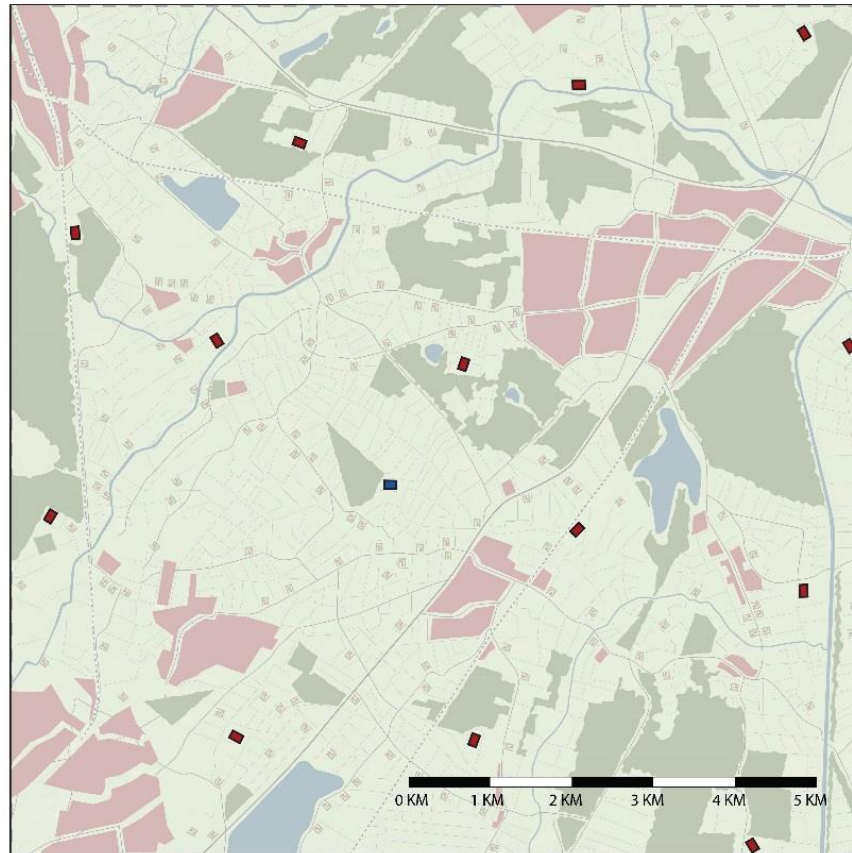
## Visualisaties schaliegaswinning

Grootschalig landschap

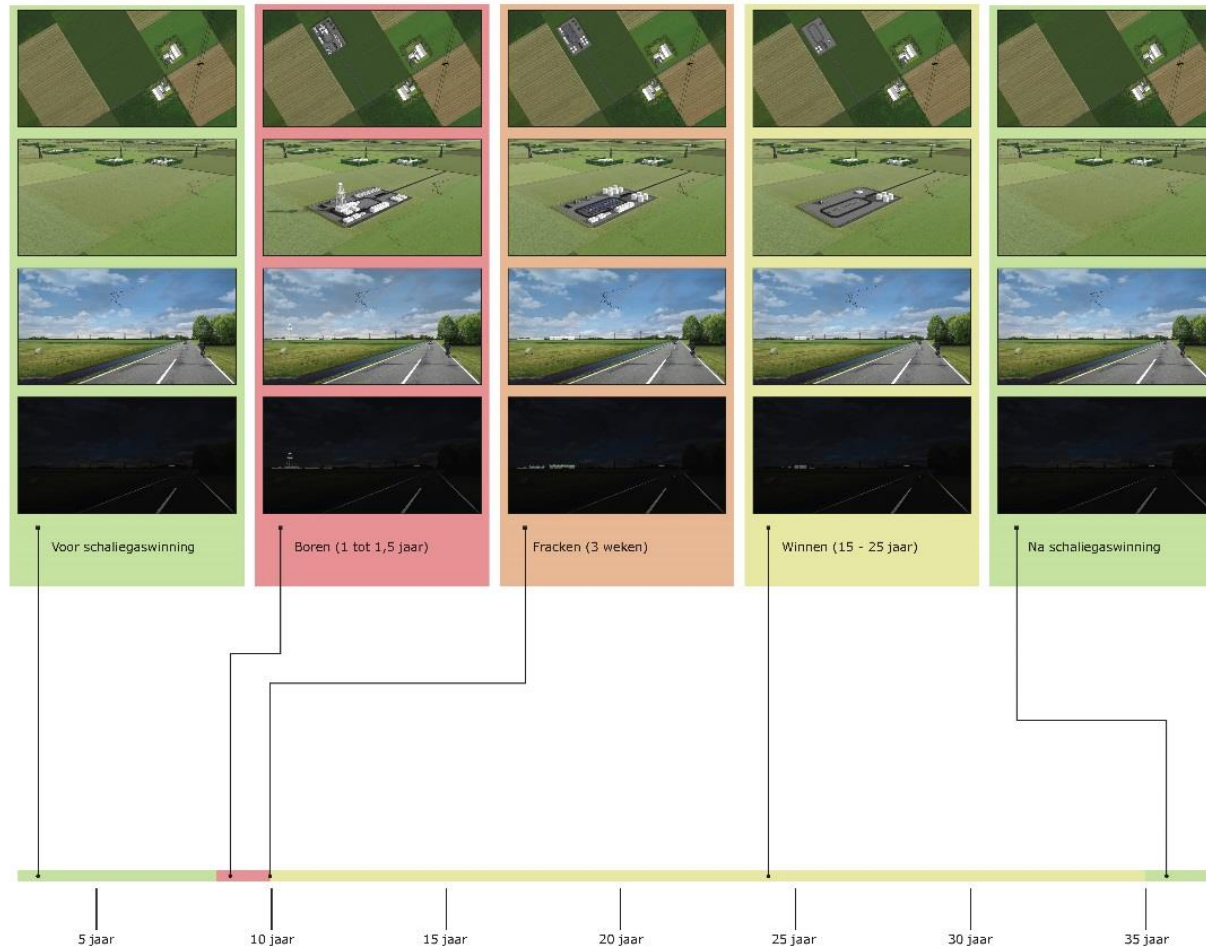


Figuur 26 Grootschalig landschap: voorbeeldwinning op fictieve ondergrond

Kleinschalig landschap



Figuur 27 Kleinschalig landschap – voorbeeldwinning op (fictieve) plattegrond



Figuur 28 Grootschalig landschap – overzicht 5 fasen

### Grootschalig landschap



Bovenaanzicht



Vogelvluhtperspectief



Ooghoogteperspectief



Ooghoogteperspectief (nachtbeeld)

Voor schaliegaswinning

Figuur 29 Grootschalig landschap – referentiesituatie (voor schaliegaswinning)



Grootschalig landschap



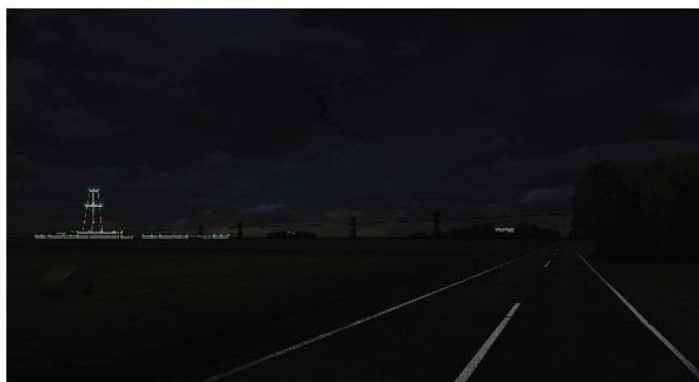
Bovenaanzicht



Vogelvluchtperspectief



Ooghoogteperspectief



Ooghoogteperspectief (nachtbeeld)

Boren (1 tot 1,5 jaar)

Figuur 30 Grootschalig landschap – boren (1 - 1,5 jaar)

Grootschalig landschap



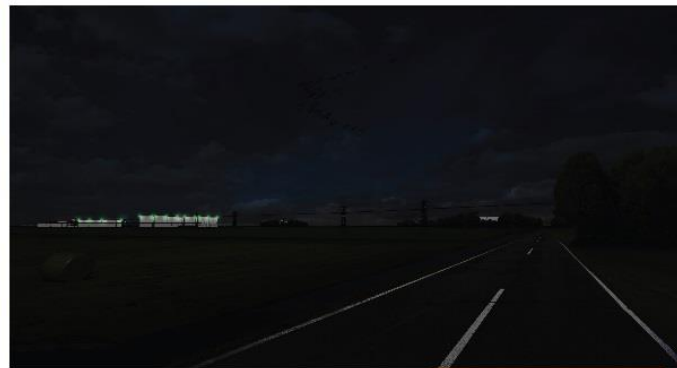
Bovenaanzicht



Vogelvluchtperspectief



Ooghoogteperspectief



Ooghoogteperspectief (nachtbeeld)

Fracken (3 weken)

Figuur 31 Grootschalig landschap – fracken (3 weken)

Grootschalig landschap



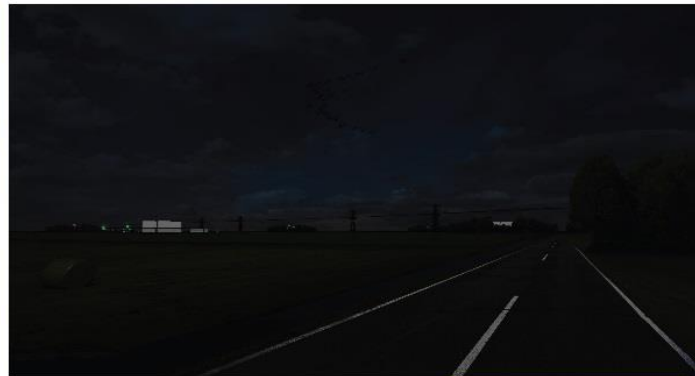
Bovenaanzicht



Vogelvluchtperspectief



Ooghoogteperspectief



Ooghoogteperspectief (nachtbeeld)

Winnen (20 - 25 jaar)

Figuur 32 Grootschalig landschap – winnen (15-25 jaar)

Grootschalig landschap



Bovenaanzicht



Vogelvluchtperspectief



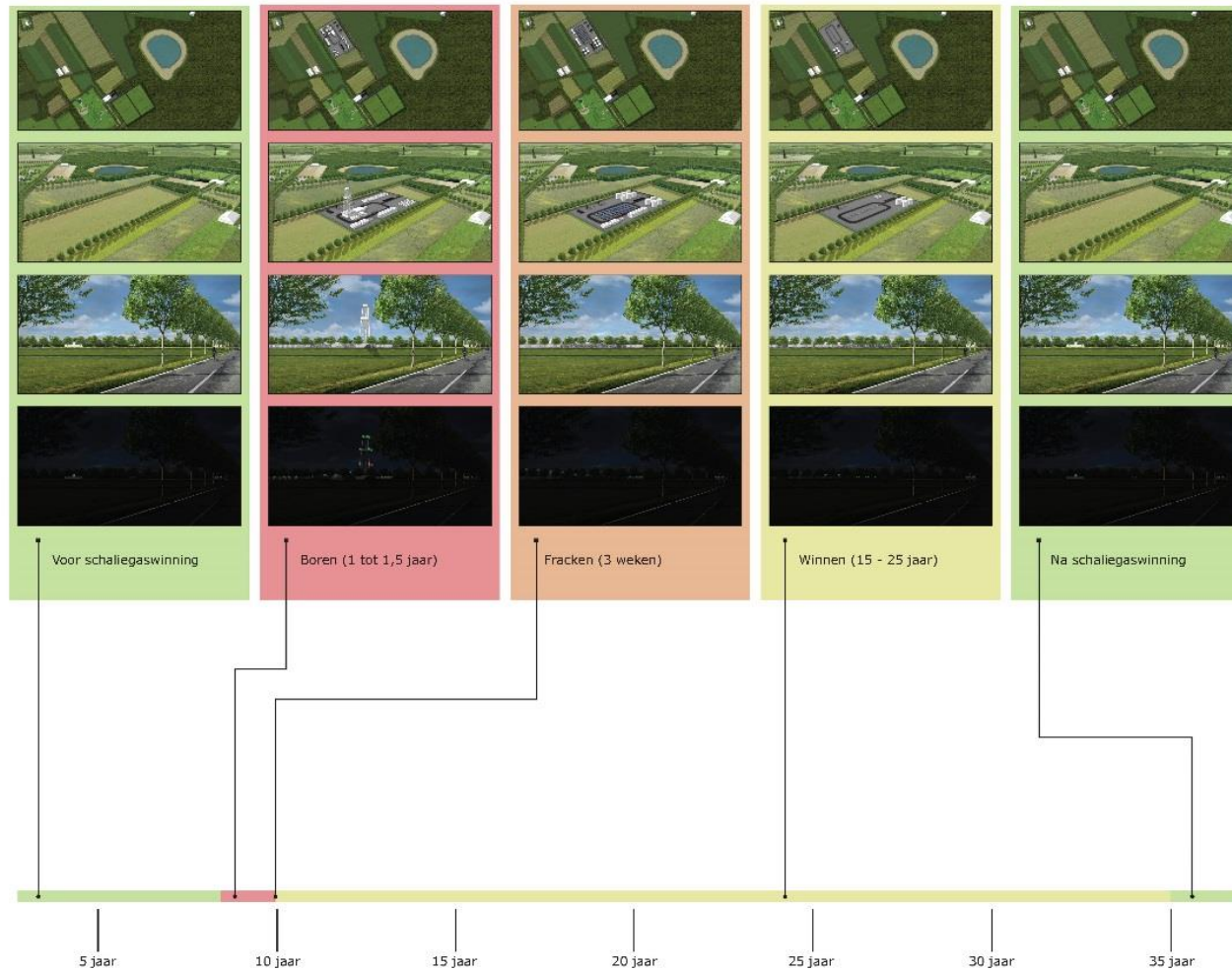
Ooghoogteperspectief



Ooghoogteperspectief (nachtbeeld)

Na schaliegaswinning

Figuur 33 Grootschalig landschap – na schaliegaswinning



Figuur 34 Kleinschalig landschap – overzicht 5 fasen

### Kleinschalig landschap



Bovenaanzicht



Vogelvluchtperspectief



Ooghoogteperspectief



Ooghoogteperspectief (nachtbeeld)

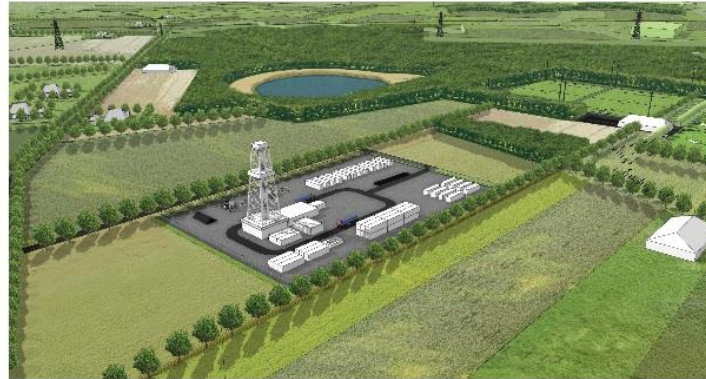
Voor schaliegaswinning

Figuur 35 Kleinschalig landschap – referentiesituatie (voor schaliegaswinning)

Kleinschalig landschap



Bovenaanzicht



Vogelvluchtperspectief



Ooghoogteperspectief



Ooghoogteperspectief (nachtbeeld)

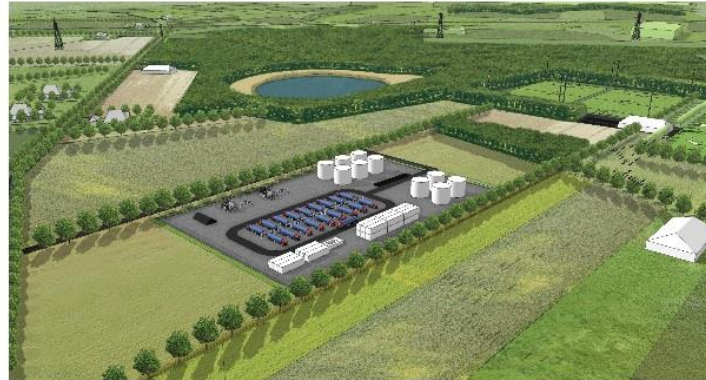
Boren (1 tot 1,5 jaar)

Figuur 36 Kleinschalig landschap – boren (1 – 1,5 jaar)

Kleinschalig landschap



Bovenaanzicht



Vogelvluchtperspectief



Ooghoogteperspectief



Ooghoogteperspectief (nachtbeeld)

Fracken (3 weken)

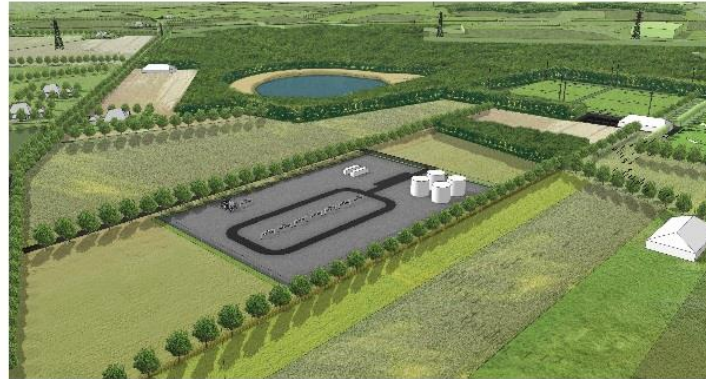
Figuur 37 Kleinschalig landschap – fracken (3 weken)



Kleinschalig landschap



Bovenaanzicht



Vogelvluchtperspectief



Ooghoogteperspectief



Ooghoogteperspectief (nachtbeeld)

Winnen (20 - 25 jaar)

Figuur 38 Kleinschalig landschap – winnen (15 -25 jaar)

Kleinschalig landschap



Bovenaanzicht



Vogelvluchtperspectief



Ooghoogteperspectief



Ooghoogteperspectief (nachtbeeld)

Na schaliegaswinning

Figuur 39 Kleinschalig landschap – na schaliegaswinning

## Bijlage 13 Uitgangspunten berekeningen watervoerende pakketten

Het lekken van gas of vloeistof door het boorgat of de omringende casings vormt een mogelijke bedreiging voor de grond- en drinkwaterkwaliteit. Door het falen van de boorgat of putintegriteit kunnen gassen, formatiewater of frack vloeistoffen in het grondwater komen. Ook kunnen verschillende waterkwaliteiten van verschillende dieptes (b.v. zoet en zout water) gemengd raken. Gordalla et al. (2013) drukken de toxiciteit van een frackvloeistof uit in een verdunningsfactor. Deze factor of verhouding geeft aan hoeveel eenheden grondwater één eenheid frackmengsel kan verontreinigen tot boven de Europese en WHO drinkwater richtlijnen.

De afstand tot waar een dergelijke stof zich na vrijkomen bij een falende putintegriteit verspreidt tot boven de normen is afhankelijk van de grondwaterstromingssnelheid en dispersie in het watervoerend pakket. Er kan op basis van eenvoudige benaderingen worden berekend wat de afstand is tussen een falende boring en het punt tot waar de verontreinigende stof de richtlijnen overschrijdt en voor welke periode. In deze bijlage worden de uitgangspunten voor deze berekening beschreven.

Als de afstand wordt bepaald binnen een bepaalde tijdsduur, en in concentraties boven de normen, dan kan die afstand worden beschouwd als een "effectafstand". Dat is dus de afstand van de schaliegasboring tot aan de normconcentratie. Zo kan ook worden bekeken hoe lang het duurt voor de stof voldoende verdund is om binnen de normen te vallen. Dit kan worden beschouwd als een "effectduur".

Om een indruk te krijgen van effectafstand en -duur is een hypothetisch grondwaterstromings- en stoftransportmodel gebruikt. De grondwaterstroming wordt bepaald door de maximale gemiddelde doorlaatfactor van de watervoerende pakketten. Een regionaal verhang in het pakket is arbitrair gekozen op de veelvoorkomende, relatief gemiddelde waarde 1/1000 (m/m). Een grondwateronttrekking van 1 miljoen m<sup>3</sup> per jaar is op een afstand van 10 km gemodelleerd. In het watervoerend pakket wordt een hoeveelheid van 8.5 m<sup>3</sup> van een vloeistof vrijgelaten. Er wordt vanuit gegaan dat retardatie en natuurlijke afbraak geen rol spelen. De longitudinale dispersielengte is arbitrair op 20m gesteld, de laterale dispersielengte op 5 m en de verticale dispersielengte op nul.

Bepaald is op welke afstand na 50 jaar de oorspronkelijke concentratie tot met een factor 10<sup>7</sup> verdund is en na welke tijd alle concentraties onder deze waarde liggen. Voor verschillende doorlaatfactoren van het watervoerend pakket worden dan de volgende effectafstanden en effectduur bepaald (Tabel 50).

Max. gemiddelde doorlaatfactor [m/dag]	Effectafstand na 50 jaar [meter]	Effectduur [jaar]
10	850	>200
20	1350	>200
50	2015	>200
100	4200	>200

Tabel 50 Effectafstanden en effectduur bij verschillende doorlaatfactoren (worstcase situatie benodigde verdunning 1:10<sup>7</sup>), waarbij de effectafstand de afstand is waarbij sprake is van een verdunning van 10<sup>7</sup> vanaf de boring. (berekeningen ARCADIS)

De effectafstand van 50 jaar is gekozen omdat de grenzen van de meeste grondwaterbeschermingsgebieden op een reistijd van 50 jaar liggen. Het blijkt dat verreweg het grootste deel van de grondwaterbeschermingsgebieden rond waterwinningen een straal van minder dan 4 kilometer rond de winning heeft. Dit betekent dat wanneer eventueel via falende putintegriteit buiten een grondwaterbeschermingsgebied in het watervoerend pakket vrijgekomen stoffen, 50 jaar na het vrijkomen onvoldoende verdund zijn om Europese en WHO drinkwaterrichtlijnen in het onttrokken water niet te overschrijden wanneer het watervoerend pakket een hoge doorlaatfactor heeft.

Omdat de vrijgekomen stoffen tot veel langer dan 50 jaar na vrijkomen in concentraties tot boven deze normen voorkomen, zal na 50 jaar tot op veel grotere afstanden dan de grenzen van huidige grondwaterbeschermingsgebieden de normen worden overschreden. Een “veilige” afstand van (drink)waterwinningen of andere kwetsbare objecten is op basis van deze eenvoudige inschatting niet te geven. Hiervoor moet voor individuele waterwingebieden berekend worden welke minimale afstand voldoende garantie biedt op voldoende afbraak, vastlegging, omzetting en verdunning van de ongewenste stoffen die in het watervoerend pakket kunnen vrijkomen (zie bijvoorbeeld de indicatieve berekeningen van de lange-termijn reistijden naar waterwinningen die ARCADIS voor Vitens heeft uitgevoerd).