

De effecten van schaliegaswinning op aquatische systemen

Ralf Verdonshot¹⁾, Hanneke Keizer-Vlek¹⁾, Piet Verdonshot^{1,2)}

1) Alterra Wageningen UR

2) IBED, Universiteit van Amsterdam

Sinds de winning van schaliegas in Nederland ter sprake is gekomen, heeft dit tot veel discussie geleid. Eén van de redenen hiervoor is dat er mogelijk negatieve effecten op het grond- en oppervlaktewater optreden. In dit artikel beschrijven we hoe schaliegaswinning de kwaliteit van het oppervlaktewater kan beïnvloeden en tot welke problemen dit kan leiden voor aquatische organismen. Het geproduceerde afvalwater en het waterverbruik zijn de belangrijkste aandachtspunten, omdat deze kunnen leiden tot verzilting, vergiftiging en verdroging.

In de Verenigde Staten, waar schaliegaswinning op grote schaal plaatsvindt, maakt men zich zorgen om de effecten hiervan op aquatische systemen [1, 2]. Op de laatste bijeenkomst van *Society for Freshwater Science* [3] — een belangrijk internationaal congres voor aquatisch ecologen — was dit ontwerp het centrale thema: *Energy production and aquatic biodiversity: Understanding the threats, planning for ecosystem management*. Naar aanleiding van de resultaten van studies die op dit congres gepresenteerd werden en de discussie over schaliegaswinning in Nederland hebben we in dit artikel de mogelijke effecten van de winning van schaliegas op Nederlandse aquatische ecosystemen samengevat en de belangrijkste potentiële knelpunten geïdentificeerd.

Winning van schaliegas

Schaliegas is gas dat zit opgesloten in schalie, een sedimentair gesteente dat grotendeels bestaat uit kleimineralen. Op een diepte van enkele kilometers zijn in de Nederlandse ondergrond twee formaties te vinden die schaliegas bevatten, namelijk de Posidonia Schalie Formatie en de Epen Formatie (Greverik laagpakket) [4]. Door horizontale gangen te boren in deze lagen kan het gas door middel van fracken ('*hydraulic fracturing*') uit het gesteente gehaald worden. Onder hoge druk worden water, zand of kunstmatige korrels en verschillende chemicaliën in de boorgang gepompt (water 95%; zand 4,5%; chemicaliën 0,5% [5]). Hierdoor ontstaan scheuren in het gesteente. Het zand gaat in de scheuren zitten en houdt ze zo open. Vervolgens wordt de druk in de boorgang verlaagd, waarna het gas door de scheuren naar de boorgang stroomt en vervolgens naar de oppervlakte komt. De toegevoegde chemicaliën zorgen ervoor dat dit proces efficiënt blijft verlopen.

Frack-vloeistof en productiewater

Voor een schaliegasboring is ongeveer 20.000 m³ water, 1800 ton zand en 100 ton chemicaliën nodig [4]. Welke verbindingen aan het water worden toegevoegd, verschilt per locatie en per boorbedrijf. Het gaat bijvoorbeeld om stoffen die afzettingen in de boorpijp voorkomen, de viscositeit van de frack-vloeistof optimaliseren en corrosie tegengaan, maar ook zuren om de barsten te openen en biociden om bacteriën mee te doden [6]. Sommige bestanddelen die gebruikt worden in de frack-vloeistof zijn zeer giftig voor in het water levende organismen [7].

Zolang de boorput in gebruik is, stroomt er vloeistof terug naar de oppervlakte ('*flowback/produced water*'): het productiewater. Het volume dat terugkeert naar de oppervlakte varieert sterk; het gaat om tenminste 15%, waarvan het grootste gedeelte de eerste dagen na het fracken [7]. Het terugstromende

water bevat naast de frack-vloeistof zelf allerlei stoffen afkomstig uit de schalielaag – die lossen op in het water tijdens het fracken – en diverse reactieproducten van stoffen die onderling hebben gereageerd.

De exacte samenstelling van het teruggestroomde water wisselt van locatie tot locatie en is vaak moeilijk vooraf te voorspellen. In Engeland is het productiewater van proefboringen bestudeerd [7]. Er werden ten opzichte van het water dat de boorput werd ingepompt zeer hoge gehalten natrium, chloride, bromide en ijzer in aangetroffen en verhoogde concentraties lood, magnesium, zink, chroom en arseen. De saliniteit van het water was erg hoog en kwam overeen met vier maal dat van zeewater. Ook werden lage maar significante gehalten van verschillende natuurlijke radioactieve isotopen aangetroffen.

Enmaal bovengronds kan een gedeelte van het teruggestroomde water na verdunning en bewerking weer worden hergebruikt in andere boorputten. Gezien de samenstelling van het water is het vanzelfsprekend dat de rest, het afvalwater, niet direct op het oppervlaktewater kan worden geloosd. Het moet worden opgevangen en gezuiverd om te voorkomen dat voor aquatische systemen schadelijke stoffen in het oppervlaktewater terecht komen. Door de samenstelling van het afvalwater en de hoge concentraties stoffen hierin voldoet normale afvalwaterzuivering niet [1]. Het afvalwater moet dus getransporteerd worden naar industriële zuiveringslocaties, waar bijvoorbeeld omgekeerde osmose en chemische scheiding kunnen worden toegepast. Een andere mogelijkheid is het afvalwater te injecteren in oude boorputten en deze hermetisch af te sluiten.

Potentiële risico's en de effecten hiervan op aquatische organismen

De effecten van schaliegaswinning op aquatische systemen zijn onder te verdelen in twee groepen, namelijk 1) verontreiniging van het oppervlakte- of grondwater en 2) onttrekking van grond- of oppervlaktewater met als gevolg verdroging van de aquatische en terrestrische natte natuur (afbeelding 1). In de Verenigde Staten wordt nog een derde groep effecten onderscheiden, namelijk die van de aanleg van de infrastructuur noodzakelijk voor de gaswinning (wegen, pijpleidingen, boorlocaties, bassins voor productiewater-opslag) [1]. Aangezien het Nederlandse landschap vele malen intensiever wordt gebruikt, verwachten we dat de effecten hiervan in de Nederlandse situatie klein zullen zijn.

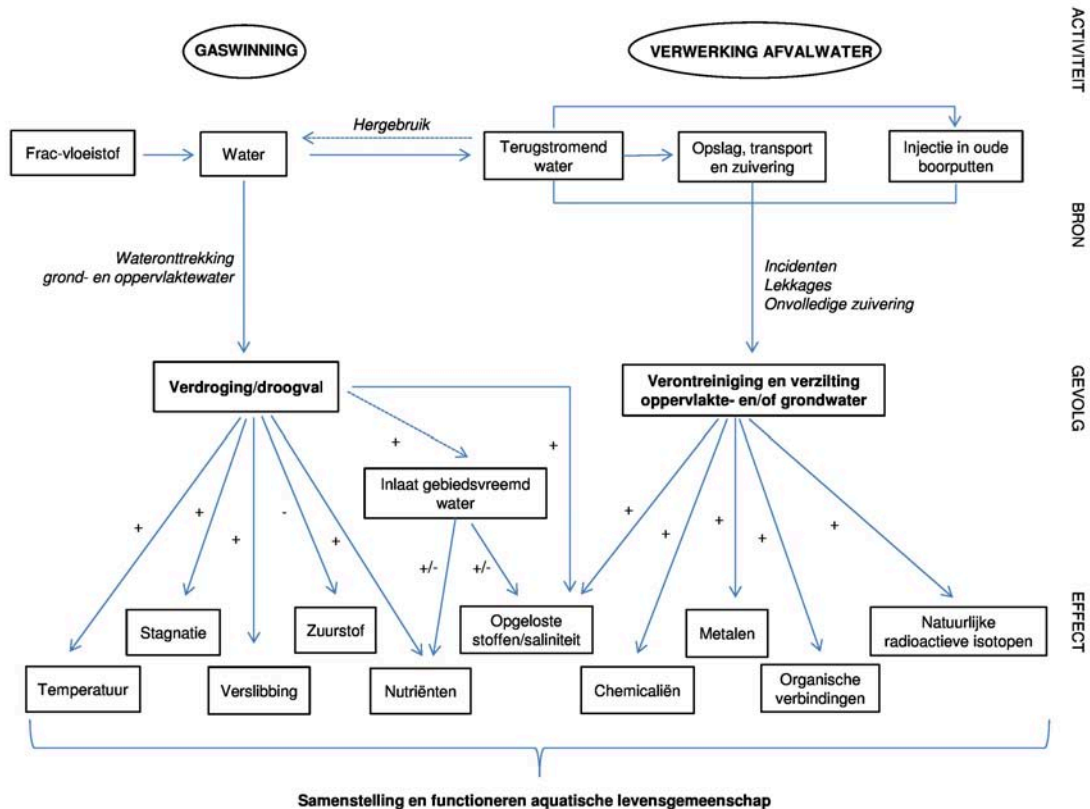
Verontreiniging oppervlakte- en/of grondwater

De kans op vervuiling van het oppervlaktewater en het (oppervlakkige) grondwater is het grootst tijdens het fracken en bij het verwerken van het productiewater, wanneer de kans op lekkages en andere incidenten het grootst is [1]. Ook onvolledige zuivering van het afvalwater en problemen bij het transport en de opslag van afvalwater kunnen tot vervuiling leiden (afbeelding 1). In principe is dit dus vergelijkbaar met de situatie op industriële complexen. Het verschil zit hem in de tijdschaal waarop schaliegaswinning plaatsvindt; die is vele malen korter dan de tijd waarin industriële complexen in gebruik zijn. Dat roept de vraag op is of het mogelijk is een infrastructuur aan te leggen waarmee dezelfde mate van veiligheid wordt gewaarborgd als bij 'reguliere' industriële afvalwaterzuivering [7].

Wanneer het afvalwater in contact komt met het oppervlaktewater – direct, of indirect via het (oppervlakkige) grondwater – zijn verzilting en vergiftiging de belangrijkste effecten op de getroffen aquatische systemen [2, 8, 9].

De hoge saliniteit van het afvalwater, zowel door natriumchloride als door andere opgeloste macro-ionen, heeft grote consequenties voor organismen. De saliniteit van water is namelijk een belangrijke sturende factor in aquatische systemen, omdat die direct ingrijpt op de fysiologie van organismen [10]. Verzilting leidt op termijn dan ook tot veranderingen in de levensgemeenschappen van aquatische systemen. Onder de stoffen die de saliniteit bepalen in het afvalwater neemt chloride een belangrijke

plaats in [2]. Van veel soorten macrofauna en waterplanten is bekend dat ze een chloridegehalte van onder de 300 mg/l prefereren [11, 12], terwijl bijvoorbeeld het teruggestroomde water uit boorputten in Engeland 15.000-75.000 mg/l chloride bevatte [7].



Afbeelding 1: Schematische weergave van de mogelijke effecten van schaliegaswinning op aquatische ecosystemen [1, 2, 6, 7]

Zware metalen en koolstofverbindingen kunnen in hoge concentraties leiden tot sterfte, verminderde groei, verminderde reproductie en misvormingen bij onder andere vissen en andere macrofauna [9]. Hoe de levensgemeenschappen precies reageren op het afvalwater van schaliegasboorputten is niet goed bekend en is door de wisselende samenstelling van zowel de gebruikte stoffen als van bodem ter plekke van de boring ook lastig van tevoren te bepalen voor een specifieke locatie. Daarnaast zijn toxiciteitstests maar voor een beperkt aantal soorten uitgevoerd [1]. Belangrijk is bovendien dat er bij een lekkage sprake is van een multistress-situatie, omdat allerlei potentiële stressoren tegelijkertijd in het aquatische milieu terechtkomen. Combinaties van toxische stoffen kunnen daardoor al bij een lagere waarde tot sterfte leiden dan wanneer er maar één stof aanwezig zou zijn. Dit is bijvoorbeeld voor vissen aangetoond [1].

Wateronttrekking

Het waterverbruik bij de winning van schaliegas is per boorput in totaal circa 20.000 m³ [4]. Afhankelijk van de lokale situatie moet dit water onttrokken worden aan het grondwater of het oppervlaktewater. Dit komt boven op de bestaande watervraag. Winning van schaliegas kan dus gevolgen hebben voor de lokale watervoorraden, wat weer kan leiden tot een daling van de grondwaterstand en daarmee verdroging of tot de noodzaak van aanvoer van gebiedsvreemde. Wanneer dit gebiedsvreemde

water een andere samenstelling heeft dan het gebiedseigen water, dan kan dit grote gevolgen hebben voor de aquatische levensgemeenschap. Er is wel een trend naar vermindering van het waterverbruik bij schaliegaswinning. Door hergebruik van het afvalwater kan de watervraag worden verkleind en er zijn inmiddels alternatieven ontwikkeld voor het gebruik van zoet water, zoals het gebruik van zout water en speciale gels.

Kennishiaten

De waterkwaliteit van de Nederlandse wateren staat op veel plaatsen onder druk door stressoren als eutrofiëring, organische belasting, verzilting, zware metalen en bestrijdingsmiddelen. Wanneer er in de toekomst schaliegas gewonnen gaat worden, is het de vraag in hoeverre de effecten hiervan te herleiden zijn tot deze winningen. Het is goed mogelijk dat andere stressoren de effecten in eerste instantie maskeren. Daarom is het van belang dat wanneer in Nederland proefboringen verricht gaan worden, de effecten van de frac-vloeistof, het productiewater en het afvalwater op aquatische organismen onder gecontroleerde omstandigheden getest worden, zodat eventuele signalen van toxiciteit tijdig opgemerkt kunnen worden. Daarnaast is het van belang de effecten van verzilting op aquatische ecosystemen verder te onderzoeken. Ook bij de huidige verziltingsproblematiek ligt er een groot kennishiaat op dit vlak. Met schaliegaswinning als tweede potentiële bron van verzilting wordt het opvullen van de kennisleemtes een nog belangrijker item.

Droogval is uitvoerig bestudeerd voor grondwaterafhankelijke vegetaties, maar over de effecten van droogvallen – of, voor beken, het tijdelijk stilstaan – op de oppervlaktewaterkwaliteit is veel minder bekend. Dit speelt niet alleen door schaliegaswinning maar ook door klimaatverandering. Het is een belangrijke extra stressor op ons oppervlaktewater. Juist de combinatie van droogval of sterke peilwisseling en belastende stoffen leidt tot de vraag of beide elkaar versterken in hun effecten.

Conclusie

Voor het waterbeheer zijn het afvalwater en het waterverbruik de twee belangrijkste aandachtspunten bij schaliegaswinning. Lekkages en andere incidenten tijdens de winning of bij transport, opslag en zuivering van afvalwater, kunnen leiden tot verzilting en vergiftiging van aquatische systemen. Het waterverbruik kan lokaal verdroging veroorzaken, wat weer de inlaat van (meer) gebiedsvreemd water noodzakelijk maakt. Hoe een combinatie van deze stressoren inwerkt op de waternatuur, is niet goed bekend. De effecten op aquatische systemen moeten dan ook onder gecontroleerde omstandigheden onderzocht worden en de winning moet gepaard gaan met zorgvuldige monitoring van omliggende wateren. Mogelijk kunnen milieuproblemen op deze manier vroegtijdig gedetecteerd en ondervangen worden.

Literatuur

1. Entekin, S., Evans-White, M., Johnson, B., Hagenbuch, E. (2011) Rapid expansion of natural gas development poses a threat to surface waters. *Frontiers in Ecology and the Environment* 9: 503–511.
2. Olmstead, S.M., Muehlenbachs, L.A., Shih, J.-S., Chu, Z., Krupnick, A.J. (2013) Shale gas development impacts on surface water quality in Pennsylvania. *PNAS* 110:4962-4967.
3. <http://www.freshwater-science.org>
4. Zijp, M. (2012) Schaliegas in Nederland. *Gea* 45: 52-56.
5. <http://aardgas-update.nl/2013/04/schaliegas-in-nederland/>
6. The Royal Society/The Royal Academy of Engineering (2012) Shale gas extraction in the UK: a review of hydraulic fracturing.

7. Broderick, J., Anderson, K., Wood, R., Gilbert, P., Sharmina, M., Footitt, A., Glynn, S., Nicholls, F. (2011) Shale gas: an updated assessment of environmental and climate change impacts. Tyndall Centre for Climate Change Research, University of Manchester, Manchester.
8. Kiviat, E. (2013). Risks to biodiversity from hydraulic fracturing for natural gas in the Marcellus and Utica shales. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1286: 1-14.
9. Weltman-Fahs, M., Taylor, J.M. (2013). Hydraulic fracturing and Brook trout habitat in the Marcellus Shale region; potential impacts and research needs. *Fisheries* 38: 4-15.
10. Verdonschot, R.C.M. (2012). Drainage ditches, biodiversity hotspots for aquatic invertebrates. Defining and assessing the ecological status of a man-made ecosystem based on macroinvertebrates. *Alterra Scientific Contributions* 40, Wageningen.
11. Bloemendaal, F.H.J.L., Roelofs, J.G.M. (1988). *Waterplanten en waterkwaliteit*. KNNV Uitgeverij, Utrecht.
12. Verberk, W.C.E.P., Verdonschot, P.F.M, van Haaren, T., van Maanen, B. (2012). Milieu- en habitatpreferenties van Nederlandse zoetwatermacrofauna. *WEW publicatie* 23.