

Bodem- en grondwaterverontreiniging worden vaak veroorzaakt door industrie of landbouw. Incidentele lekkage, lekkende opslagtanks of afvalverwijdering hebben in de loop der tijd onze omgeving verontreinigd met anorganische en organische verbindingen. Voorbeelden van organische verontreinigingen zijn aromatische en alifatische koolwaterstoffen. Deze chemicaliën zijn schadelijk voor de gezondheid van planten, dieren en mensen. Het aantal locaties met onaanvaardbare risico's voor de gezondheid van de mens bedroeg in 2017 nog 310 (UP 2017). Uiterlijk 2020 zullen vrijwel alle locaties in uitvoering of afgerond zijn volgens de planning van de overheden.

Afbraak van brandstof componenten

Door: Marcelle van der Waals (Deltares)

Het Expertisenetwerk Bodem en Ondergrond is een samenwerkingsverband van de organisaties RWS/Bodem+, SIKB, RIVM, TNO en Deltares en wil bijdragen aan meer samenhang en samenwerking in het overbrengen van kennis over bodem en ondergrond.

Sanering van verontreinigde bodem- en watersystemen is belangrijk om onze omgeving weer schoon en gezond te maken. Bioremediatie is een kosteneffectieve en duurzame saneringsoplossing en kan het natuurlijke afbraakproces van organische verontreinigingen versnellen.

In de Europese Unie wordt het gebruik van duurzame energie gestimuleerd om de uitstoot van broeikasgassen te verlagen. In Nederland is het aandeel duurzame energie in de transportsector gestegen van 4,5% tot 5,7% van 2012 tot 2014 (EEA 2016). In 2017 was een kleine 10% van het verbruik van hernieuwbare energie bestemd voor vervoer (CBS 2018). In deze energietransitie worden biobrandstoffen steeds vaker gebruikt. Dit kan leiden tot nieuwe typen bodem- en grondwaterverontreiniging. Daarom is het belangrijk om naar de afbraak van deze biobrandstoffen te kijken en ook naar afbraak van mengsels van fossiele brandstoffen en biobrandstoffen.

PROMOTIEONDERZOEK

Het promotieonderzoek van Marcelle van der Waals beschrijft de afbraak van de brandstofcomponenten methyl tert-butylether (MtBE), ethyl tert-butylether (EtBE),

tert-butylalcohol (TBA) en benzeen, waarbij speciaal gekeken is naar componenten van biologische herkomst. MtBE is een vaak gebruikt additief om de verbranding van benzine te optimaliseren en daarmee de uitstoot van broeikasgassen te verlagen. De afgelopen jaren wordt MtBE steeds meer vervangen door EtBE, dat gedeeltelijk geproduceerd wordt uit de hernieuwbare stof bioethanol. TBA is een metaboliet (tussenproduct) in de afbraak van MtBE en EtBE, maar wordt ook vaak gebruikt in parfums, verfverwijderaars, en dergelijke. MtBE, EtBE en TBA verontreiniging vormen een wijdverspreid probleem vanwege de hoge oplosbaarheid en lage smaak en geur waarden in water. Benzeen wordt vaak gezien als risicobepalende component op met brandstoffen verontreinigde locaties, omdat het gemakkelijk oplost en transporteert in grondwater, en erg giftig is.

In dit promotieonderzoek zijn de hoogste anaerobe benzeenafbraak snelheden ooit gemeten (van der Waals et al. 2017). In deze studie werd aan de hand van DNA analyses ook bevestigd dat bacteriën binnen de familie *Peptococcaceae* een belangrijke rol spelen in de benzeenafbraak.

Hiernaast is aangetoond dat MtBE wordt afgebroken naar TBA, andere metabolieten en/of koolstofdioxide onder condities heersend in het verontreinigde grondwater op een industriële raffinaderij (van der Waals et al. 2018). Dit moet nog verder uitgezocht worden in veldtesten. In het veld stagneert de afbraak van MtBE vaak bij TBA (Schmidt et al. 2004). Het promotieonderzoek toont aan dat het ook mogelijk is om



TBA afbraak te stimuleren door het doseren van natuurlijke substraten die chemisch op TBA lijken, zoals syringaat, vanillaat of ferulaat. Dit noemen we cometabole TBA afbraak. Het bleek ook mogelijk om cometabole afbraak van de biobrandstofadditief EtBE te stimuleren met behulp van dezelfde substraten.

Als EtBE aanwezig is in afvalwater bleek het mogelijk dit te zuiveren met behulp van een algen/bacterie cultuur (Figuur 1). Algen produceren hierin lage zuurstofconcentraties (niet meetbaar) die door de bacteriën gebruikt worden om de EtBE omzetten naar ethanol en TBA, en uiteindelijk naar koolstofdioxide en water.

Het promotieonderzoek van Marcelle van der Waals geeft inzicht in de ecologie en fysiologie van de micro-organismen die belangrijk zijn voor de afbraak van MtBE, EtBE, TBA en benzeen. Uit de experimenten met een mengsel van biobrandstof met fossiele brandstof is gebleken dat de dosering van nitraat of chloraat een stimulerende werking had op de afbraak van benzeen. De afbraak van MtBE, EtBE en TBA stagneerde juist door nitraat- en chloraatdosering. De verwachte toename van biobrandstof en fossiele brandstof mengsels in het grondwater vereist dan ook nieuwe of sequentiële bioremediatie benaderingen. Deze kennis wordt nu gebruikt bij de ontwikkeling en



Figuur 1: Algen groei in een fles met EtBE.

implementatie van nieuwe microbiële bioremediatieprocessen.

LITERATUUR EN WEBSITES

1. CBS (2018) Aandeel hernieuwbare energie naar 6,6 procent. Accessed 13-09-18.
2. EEA (2016) Share of renewable energy in transport E.E. Agency.
3. UP (2017) Monitoring convenant Bodem en Ondergrond, Voortgang saneringsopgave 2017.
4. Schmidt TC, Schirmer M, Weiß H, Haderlein SB (2004) Microbial degradation of methyl tert-butyl ether and tert-butyl alcohol in the subsurface J Contam Hydrol 70:173-203 doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.jconhyd.2003.09.001.
5. van der Waals MJ, Atashgahi S, da Rocha UN, van der Zaan BM, Smidt H, Gerritse J (2017) Benzene degradation in a denitrifying biofilm reactor: activity and microbial community composition Appl Microbial Biotechnol:1-14 doi:10.1007/s00253-017-8214-8.
6. van der Waals MJ, Pijls C, Sinke AJC, Langenhoff AAM, Smidt H, Gerritse J (2018) Anaerobic degradation of a mixture of MtBE, EtBE, TBA, and benzene under different redox conditions Appl Microbial Biotechnol 102:3387-3397 doi:10.1007/s00253-018-8853-4.