

Nieuwe bacterie in het hellingveen van de Brunssummerheide

Gijs van Dijk, Onderzoekscentrum B-WARE, Radboud Universiteit Nijmegen, Toernooiveld 1, 6525 ED Nijmegen, e-mail: g.vandijk@b-ware.eu

Katharina Ettwig, Radboud Universiteit Nijmegen, Microbiologie, Heyendaalseweg 135, 6525 AJ Nijmegen

Alfons Smolders, Onderzoekscentrum B-WARE, Radboud Universiteit Nijmegen, Toernooiveld 1, 6525 ED Nijmegen

Mike Jetten, Radboud Universiteit Nijmegen, Microbiologie, Heyendaalseweg 135, 6525 AJ Nijmegen

Baoli Zhu, Radboud Universiteit Nijmegen, Microbiologie, Heyendaalseweg 135, 6525 AJ Nijmegen

Arjan Pol, Radboud Universiteit Nijmegen, Microbiologie, Heyendaalseweg 135, 6525 AJ Nijmegen

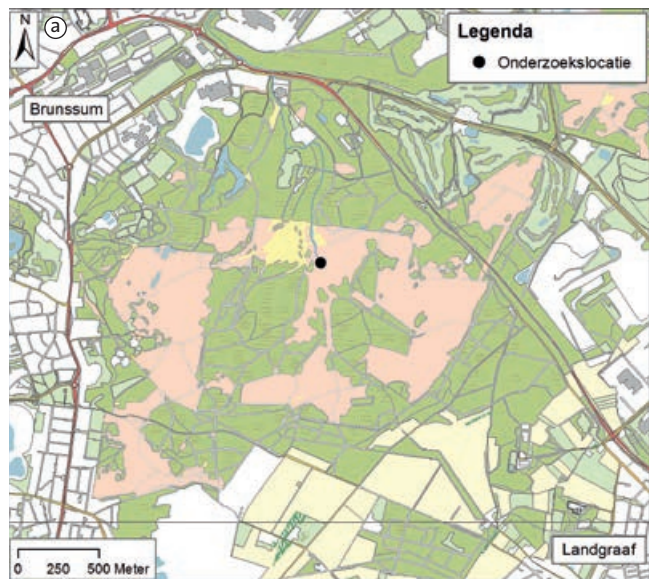
Christian Fritz, Radboud Universiteit Nijmegen, Experimentele Planten Ecologie, Toernooiveld 1, 6525 ED Nijmegen

In het hellingveen van de Brunssummerheide is door onderzoekers van de Radboud Universiteit Nijmegen en Onderzoekscentrum B-WARE een nieuwe methaantende bacterie ontdekt. Deze in het wetenschappelijke vakblad *Applied and Environmental Microbiology* gepubliceerde vondst (ZHU *et al.*, 2012) trok enige media aandacht van onder andere Het Parool, Dagblad de Limburger, radiozender L1 en internationale media zoals Science Daily. In dit artikel wordt deze bijzondere vondst kort toegelicht vanuit een ecologische context.

BIJZONDERE GRADIËNT

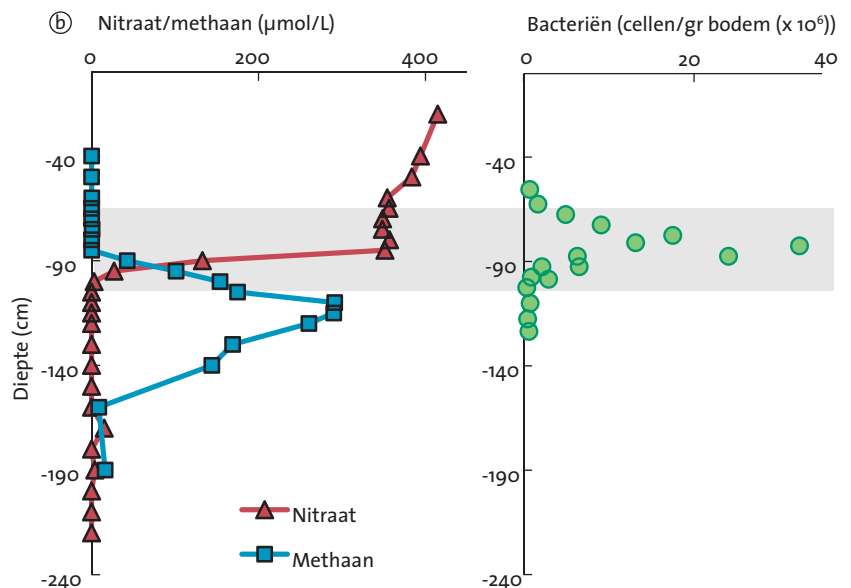
Tijdens eerder onderzoek in het grondwatergevoede hellingveen op de Brunssummerheide werden naast een hoge biodiversiteit ook gradiënten in waterkwaliteit gevonden (VAN DIJK *et al.*, 2009; 2012). In het veen komt op verschillende locaties grondwater aan het oppervlak en het vormt daarmee de bron van de Rode beek. Uit de onderzoeken bleek dat plaatselijk de chemische samenstelling van het grondwater verschilt van andere, voornamelijk door regenwater gevoede delen van het veen. De destijds door Onderzoekscentrum B-WARE en de afdeling Aquatische ecologie van de Radboud Universiteit gevonden chemische gradiënten wekte interesse bij collega's van de afde-

ling Microbiologie. Met name een van de onderzoekslocaties sprak tot de verbeelding, te weten een aan de noordkant van het veen gelegen locatie waar grondwater door én over het veen richting de Rode beek stroomt [figuur 1]. De hier in het veen voorkomende verticale gradiënt van methaan (CH_4) en nitraat (NO_3^-) was aanleiding voor extra onderzoek.



FIGUUR 1

De bemonsteringslocatie in het hellingveen op de Brunssummerheide, a) met de in het veen voorkomende verticale gradiënt van methaan (CH_4) en nitraat (NO_3^-), b) dieptegradiënt van nitraat (rode driehoeken) en methaan (blauwe vierkanten) in de veenbodem op de onderzochte locatie (links). De abundantie van de ontdekte bacterie in dezelfde diepte gradiënt in de veenbodem (midden, groene cirkels). De overgangszone met zowel methaan als nitraat en een hoge abundantie aan bacteriën is weergegeven met een grijze balk.





FIGUUR 2

Onderzoekers nemen a) bodemmonsters met behulp van een veenboor om de bacteriën in het veen te analyseren, en b) water- en gasmonsters uit de bodem met behulp van spuiten (foto's: links, K. Ettwig, rechts G. van Dijk).



CHEMISCHE CONDITIES

Tijdens dit onderzoek is een vertikaal biogeochemische diepte-profiel in detail onderzocht [figuur 2]. Op verschillende dieptes werden poreuze keramische cups in de bodem geplaatst. Via deze cups kon het bodemwater waarin de concentraties aan opgeloste ionen en gassen werden bepaald worden opgezogen [figuur 3]. Het bijzondere aan deze locatie is de ongebruikelijke biogeochemische gradiënt. Doordat het grondwater onder de Brunsummerheide rijk is aan stikstof, kwelt er nitraatrijk grondwater op. Dit stroomt vervolgens over én door het veen richting de Roode Beek (VAN DIJK *et al.*, 2012). Hierdoor is verder stroomafwaarts op de onderzoekslocatie juist nitraatrijk water bovenin het veenpakket aanwezig [figuur 2]. Op de onderzoekslocatie bleek dat dieper in het veen geen nitraat maar wel methaangas aanwezig was dat onderin het zuurstofloze veenpakket wordt geproduceerd. Het door veenafbraak geproduceerde methaangas is verrassend genoeg bovenin verdwenen, en bereikt dus het veenoppervlak niet. De hypothese van dit onderzoek was dat op deze overgang, waar de diepere methaanhoudende en nitraatarme veenbodem overgaat in de ondiepere nitraathoudende en methaanarme veenbodem, welke is gelegen op 70-100 cm diepte [grijze balk in figuur 1], een bacterie voor zou kunnen komen die leeft op methaangas en nitraat, en hierdoor het methaan uit het veen filtert.

MICROBIOLOGISCH ONDERZOEK

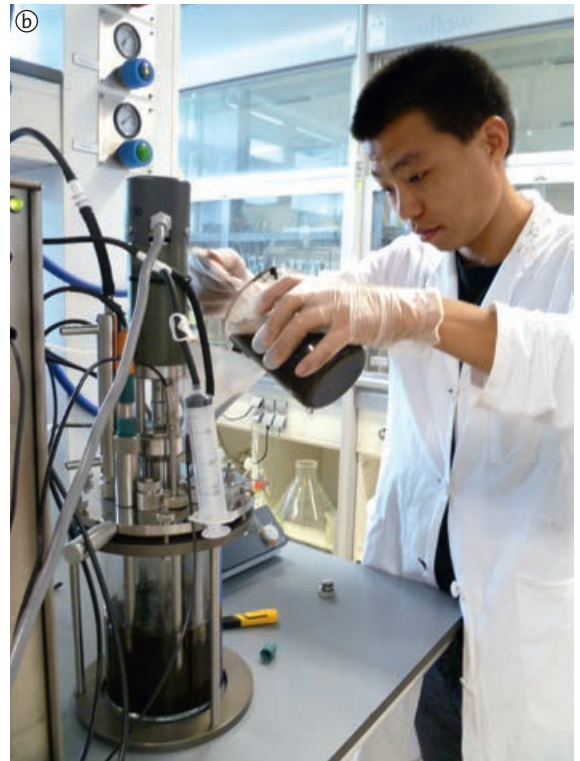
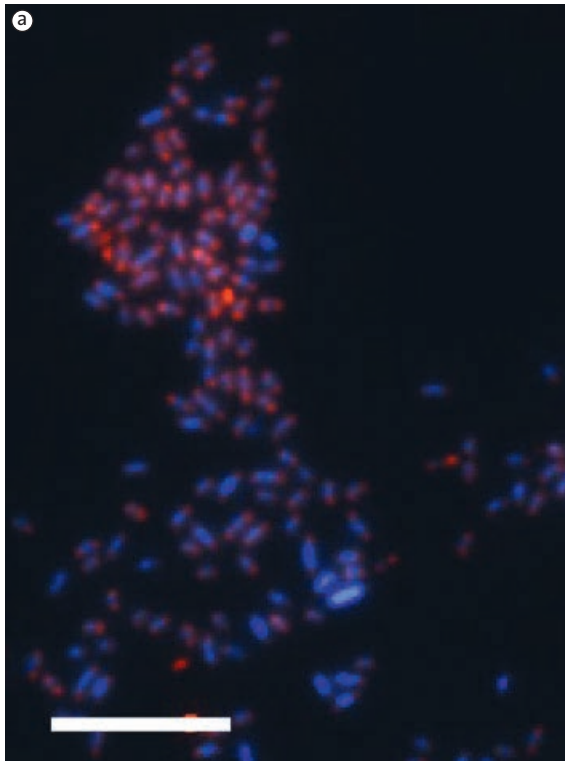
Op basis van de gedetailleerde biogeochemische gradiënt [figuur 1] is op bepaalde dieptes in het profiel bodemmateriaal verzameld en in het laboratorium onderzocht op voorkomende micro-organismen. Op basis van intensief bodem- en laboratoriumonderzoek kon worden vastgesteld dat er op de Brunsummerheide een bac-

terie voorkomt die onder zuurstofloze omstandigheden methaan afbreekt met behulp van stikstofverbindingen zoals nitraat [figuur 4]. De bacterie maakt daarbij van het sterke broeikasgas methaan het 25x minder schadelijke broeikasgas CO_2 , en het vermestende nitraat wordt naar onschadelijk stikstofgas omgezet. Bacteriën die hiertoe in staat zijn, zijn pas recentelijk ontdekt en het hierboven beschreven proces was alleen in het laboratorium aangetoond. Uit het gedetailleerde bodemonderzoek op de Brunsummerheide bleken ze alleen voor te komen op de gradiënt waar zowel methaangas als stikstof in de vorm van nitraat aanwezig zijn (ZHU *et al.*, 2012). Verder laboratoriumonderzoek toonde aan dat het hier zelfs om de ontdekking van een nieuwe soort bacterie ging, een nauwe verwant van de eerder gevonden *Methyloirabialis oxyfera* (ETTIG *et al.*, 2010). Uit een in het laboratorium opgezette kweek in een reactor bleek dat de bacterie stikstofverbindingen gebruikt om zijn eigen zuurstof te maken [figuur 3]. Deze zuurstof gebruikt de bacterie vervolgens om methaangas af te breken. Op deze wijze zorgt de bacterie voor zijn energiebehoefte in een zuurstofloze omgeving.

DISCUSSIE

De condities op de Brunsummerheide vormen een ideale leefomgeving voor de bacterie. De combinatie van met nitraat verrijkt grondwater en het door natuurlijke veenafbraak ontstane methaangas creëren deze unieke situatie. Bacteriën verschijnen als vanzelf op locaties waar de condities voor hun voorkomen juist zijn. Het voorkomen van deze bacterie kan de uitstoot van het broeikasgas methaan en de concentratie van het nutriënt nitraat verlagen. De vondst verandert weinig aan het ecologische functioneren van het hellingveen. Dit is een biogeochemisch complex gebied en de condities waaronder en locatie waar de bacterie is gevonden is hier

FIGUUR 3
De methaan-
afbrekende
bacterie, a) foto
gemaakt met
een fluorescen-
tie-microscoop
(de witte streep
is 5 μm) en b)
kweek van de
bacterie (foto's:
links B. Zhu,
rechts K. Ettwig).



slechts een klein onderdeel van. Voor de in het hellingveen voorkomende zeldzame en beschermde flora en fauna zijn andere factoren van grotere invloed dan het voorkomen van deze bacterie. Het is echter wel een indicatie voor de invloed die verrijking van het grondwater met nitraat kan hebben op het functioneren van een ecosysteem en het voorkomen van soorten.

In toekomstig onderzoek zal worden onderzocht of deze methaan-etende bacterie ook in andere gebieden de methaanuitstoot vermindert. Gezien de mondiaal toenemende stikstofvervuiling ligt dit zeker voor hand. Ook zal de celbiologie en de biochemie van de nieuwe bacterie in detail onderzocht gaan worden. Op basis hiervan kan bekend worden of de in de Brunssummerheide ontdekte bacterie ook in de praktijk in te zetten is. Andere bacteriën worden bij-

voorbeeld al enige tijd ingezet bij de zuivering van afvalwater. Specifiek bij de Nijmeegse onderzoeksgroep is veel ervaring met het kweken, bestuderen en toepassen van traaggroeiende bacteriën die in zuurstofloze omstandigheden leven.

DANKWOORD

Jeroen Graafland, Paul van der Ven en Jelle Eygenstein worden hartelijk bedankt voor de hulp bij chemische analyses. Natuurmonumenten wordt bedankt voor de prettige samenwerking en het verlenen van een vergunning om onderzoek te mogen doen op de Brunssummerheide.

Summary

NEWLY DISCOVERED METHANE-CONSUMING BACTERIUM IN BRUNSSUMMERHEIDE PEATLAND RESERVE

Researchers from Radboud University Nijmegen and B-WARE Research Centre have discovered a new methane-consuming bacterium in the soil of the Brunssummerheide peatland reserve in Limburg, the Netherlands. The bacterium was found at a location where both nitrate and methane are available due to nitrate-enriched groundwater and peat decomposition. The bacterium uses both elements, produces its own oxygen and consumes the greenhouse gas methane.

Future research will investigate whether the global increase in nitrogen pollution is also causing bacteria to reduce methane emissions in other ecosystems. The cell biology and biochemistry of the bacterium will be studied to find out if it has any practical applications, such as in waste water treatment.

Literatuur

- DIJK, G. VAN, F. SMOLDERS, C. FRITZ, N. STRAATHOF, G.J. VAN DUINEN & A.P. GROOTJANS, 2009. Brunssummerheide, een uniek stukje Nederland. Een systeem-analyse van het hellingveen op de Brunssummerheide, *Natuurhistorisch Maandblad* (12): 233-238.
- DIJK, G. VAN, F. SMOLDERS, C. FRITZ, A.P. GROOTJANS, N.

STRAATHOF & G.J. VAN DUINEN, 2012. Ecologische gradiënten op de helling in de Brunssummerheide. *De Levende Natuur* 113 (4): 174-179.

- ETTWIG, K.F., M.K. BUTLER, D. LE PASLIER, E. PELLETIER, S. MANGENOT, M.M.M. KUYPERS, F. SCHREIBER, B.E. DUTILH, J. ZEDELIOUS, D. DE BEER, J. GLOERICH, H.J.C.T. WESSELS, T.A. VAN ALEN, F. LUESKEN, M.L. WU, K.T. VAN DE PAS-SCHOONEN, H.J.M. OP DEN CAMP, E.M. JANSSEN-MEGENS, K-J. FRANCOIS, H. STUNNENBERG, J. WEISSENBAACH, M.S.M. JETTEN & M. STROUS, 2010. Nitrite-driven anaerobic methane oxidation by oxygenic bacteria. *Nature* (464): 543-548.

- ZHU, B., G. VAN DIJK, C. FRITZ, A.J.P. SMOLDERS, A. POL, M.S.M. JETTEN & K.F. ETTWIG, 2012. Anaerobic Oxidization of Methane in a Minerotrophic Peatland: Enrichment of Nitrite-Dependent Methane-Oxidizing Bacteria. *Applied and Environmental Microbiology* 78 (24): 8657-8665.