



AUTEURS



Martine Kox en Sacha de Rijk
(Deltares)



Wouter van der Star
(Deltares)



Marcel Klinge
(Witteveen+Bos)



Sebastiaan Schep
(Witteveen+Bos)

BETERE WATERKWALITEIT GEEFT LAGERE UITSTOOT VAN BROEIKASGASSEN

Nederland rapporteert jaarlijks haar broeikasgasemissies volgens de richtlijnen van het IPCC, de internationale organisatie die de uitvoering van het Verdrag van Parijs en de Kyoto Protocolen coördineert. In die rapportages wordt de uitstoot van broeikasgassen uit oppervlaktewater niet meegenomen, terwijl die kan oplopen tot wel 5 procent van het totaal. Deltares en Witteveen+Bos onderzochten voor vier grote meren de uitstoot van broeikasgassen en of er een verband is met de waterkwaliteit. Ook ontwikkelden ze een eerste prototype van een model voor waterbeheerders.

In 2019 is een calculatiemethode gepubliceerd voor het meenemen van emissies uit oppervlaktewater. Dat is relevant voor Nederland, want we zijn een waterland: ruim 18 procent van ons land bestaat uit open water (7422 km²), waarvan een derde bestaat uit grote meren (> 50 ha). Meenemen van het Nederlands oppervlaktewater in de berekeningen zal leiden tot een hogere gerapporteerde uitstoot.

De uitstoot van broeikasgassen uit aquatische systemen varieert wereldwijd sterk, van netto opname tot een jaarlijkse netto uitstoot tot wel 90 ton CO₂-equivalenten per hectare (Webb et al. 2019). In Nederland kunnen oppervlaktewateren grof geschat 2,4 tot 5 procent bijdragen aan de totale Nederlandse broeikasgasemissie en mogelijk zelfs meer. Onderzoek naar de daadwerkelijke emissies en de relatie met systeemkenmerken en milieuparameters is dan ook hard nodig. Uiteindelijk doel is een methode voor bepaling van emissies uit oppervlaktewater die voldoet aan de internationale eisen én wetenschappelijk voldoende betrouwbaar is. Ook willen steeds meer waterbeheerders de emissies van broeikasgasemissies uit aquatische systemen kunnen inschatten. Hierbij is ook de behoefte aan handelingsperspectief groot.

Balans

Of een ondiepe plas de broeikasgassen CO₂ en/of methaan (CH₄) uitstoot hangt af van de balans tussen koolstofvastlegging en koolstofafbraak. In veel ecosystemen is er een hoge koolstofafbraak en netto uitstoot van broeikasgas. Oppervlaktewateren kunnen juist koolstof vastleggen in de vorm van opgehoopte, niet-afgebroken biomassa. Met name bij weinig koolstofafbraak kan er sprake zijn van netto-vastlegging, oftewel een koolstof-sink. Moerasgebieden (wetlands) hebben de potentie om veel koolstof vast te leggen. Vooral de natte, zuurstofarme en zure condities remmen de koolstofafbraak sterk af. Moerassen en venen die nat genoeg zijn kunnen op die manier veel koolstof vastleggen en daarmee een positieve bijdrage leveren voor het klimaat.

Methaanvorming leidt bijna altijd tot een netto emissie van broeikasgassen, vanwege het veel sterkere broeikaseffect van methaan ten opzichte van CO₂. Wel kan methaan uit de waterbodem in de waterkolom diffunderen, en daar (microbieel) worden omgezet in CO₂ (methaanoxidatie). Als methaan via bellen door de waterkolom naar de atmosfeer ontsnapt (ebullitie) is deze oxidatie nihil.

De variatie in broeikasgasemissies uit oppervlaktewateren is zeer groot, vooral doordat oppervlaktewateren sterk kunnen verschillen in eutrofiëring, de hoeveelheid organisch koolstof (saprobiëring), temperatuur en ecologische toestand. Waarschijnlijk nemen de broeikasgasemissies uit ondiep oppervlaktewater in de toekomst toe door temperatuurstijging. De primaire productie gaat dan omhoog en de microbiële koolstofafbraak neemt toe.

Waterkwaliteit en broeikasgasemissies

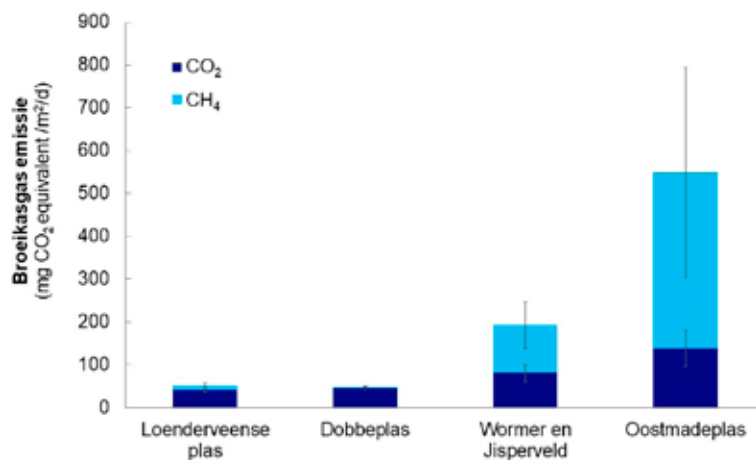
Gezamenlijk hebben Witteveen+Bos en Deltares zich gestort op de vraag hoe de waterkwaliteit (o.a. uitgedrukt in nutriënten en organisch koolstof) invloed heeft op de broeikasgasbalans van ondiepe plassen. In mei 2019 voerden we metingen uit op materiaal uit vier ondiepe plassen die waren geselecteerd op basis van waterkwaliteit: Loenderveense plas (Waterschap Amstel, Gooi en Vecht), Dobbeplas (Hoogheemraadschap van Delfland), Wormer- en Jisperveld (Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier) en Oostmadeplas (Hoogheemraadschap van Delfland). Deze plassen verschillen met name in fosfaatbelasting: die is hoog in het Wormer- en Jisperveld en in de Oostmadeplas (respectievelijk 6,6 en 10 mg P/m²/d) en laag in de Loenderveense plas en de Dobbeplas (resp. 0,5 en 0,2 mg P/m²/d). Verder is bekend dat de belasting met organisch materiaal alleen in het Wormer- en Jisperveld hoog is (de precieze omvang is onbekend).

We verzamelden van elke plas vijf slibkolommen, en bepaalden in het lab de totale productie van CO₂ en methaan van deze kolommen gedurende 4 weken. Deze kolomproeven meten de netto *potentie* voor broeikasgasuitstoot of -opname. Individuele processen die hieraan bijdragen zijn niet geanalyseerd. De gemeten emissies geven dus alleen een indicatie van de potentiële uitstoot van het systeem. Dit zal afwijken van de daadwerkelijke emissies in het veld. De emissies uit de vier plassen laten zien dat bij een goede waterkwaliteit (o.a. lage P- en organische stofbelasting) de broeikasgasemissie laag is (zie

Emissie
broeikasgassen uit
oppervlaktewater

32

Afbeelding 1. Potentiële broeikasgasemissie (in mg CO₂-equivalent/m²/dag) voor de Loenderveense plas, de Dobbeplas, het Wormer- en Jisperveld en de Oostmadeplas



afbeelding 1). Daarnaast is te zien dat wanneer de waterkwaliteit slecht is (veel P en organische stof), de broeikasgasemissie wel een factor 10 hoger kan zijn. Dit verschil is met name te wijten aan de hoge uitstoot van methaan. De bijdrage van methaan aan de geschatte potentiële emissie is mede zo hoog doordat methaan een 28 tot 36 keer sterker broeikasgas is dan CO₂. Emissies van lachgas (ruim 250 keer zo sterk als CO₂) zijn niet gemeten.

Tool om emissies in te schatten

Om broeikasgasemissies in te kunnen schatten en te relateren aan de waterkwaliteit is een prototype model ontwikkeld genaamd 'BlueCan'. Met deze tool kan een eerste inschatting van de jaarlijkse uitstoot van broeikasgassen uit meren en plassen worden verkregen. Dit instrument is gebaseerd op de veel toegepaste modellen PCLake (Janse, 2005) en Delwaq (Los, 2009) en getoetst aan de hand van metingen in de vier praktijkcases. Aan de hand van systeemkenmerken als waterdiepte, bodemtype en nutriëntenbelasting wordt de jaarlijkse emissie in CO₂-equivalenten berekend evenals de aandelen van CO₂ en methaan. Hiermee kunnen waterbeheerders hotspots identificeren bij ondiepe meren en plassen en kunnen zij het effect van nutriëntenreductie op de emissie bepalen. Belangrijke kanttekening is dat dit instrument in de huidige vorm (nog) geen rekening houdt met de directe input van organisch koolstof, zoals uitspoeling van deeltjes uit (veen)percelen of invallend blad. Indien dit in een plas een belangrijke bron van koolstof is, wordt de emissie dus onderschat.

De betrouwbaarheid is getest door de modelresul-

taten te vergelijken met de resultaten van de kolomproef (afbeelding 1). Het model laat dezelfde trend zien als de kolomproeven: plassen met een lage P-belasting (Loenderveense Plas en Dobbeplas) laten de laagste broeikasgasemissie zien, terwijl plassen met een hoge P-belasting een hoge uitstoot laten zien. Ook hier is de hoge uitstoot met name te wijten aan toename van het aandeel methaan.

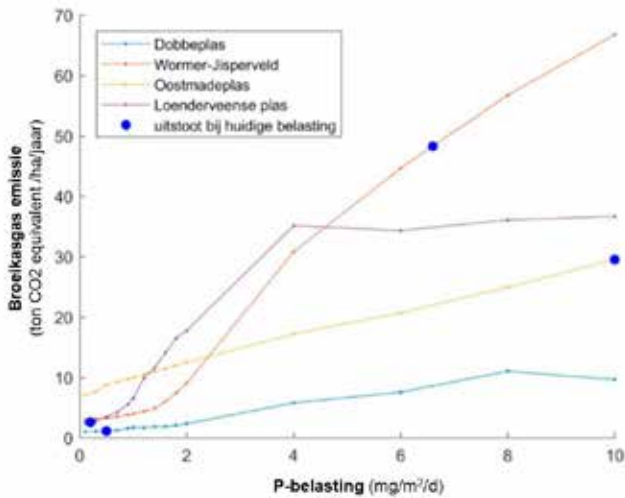
Betere waterkwaliteit, lagere broeikasgasemissie

Maatregelen voor een betere waterkwaliteit lijken effectief om de uitstoot van broeikasgassen te reduceren. In deze studie is de broeikasgasemissie uit wateren met een goede waterkwaliteit tot een factor tien lager dan uit wateren met een slechte waterkwaliteit. Hoe slechter de waterkwaliteit (veel nutriënten, veel organisch koolstof) hoe hoger de uitstoot van broeikasgassen.

De mogelijkheden voor het reduceren van broeikasgasemissies zijn systeemspecifiek. Afhankelijk van het systeem is een grote of kleine winst in waterkwaliteit te behalen en tegelijkertijd een grote of kleine reductie van emissie. Dit biedt waterbeheerders een interessant handelingsperspectief. Een lagere uitstoot van broeikasgassen gaat vaak samen met heldere, plantenrijke watersystemen. Dit is voordelig voor de natuurontwikkeling en biodiversiteit, waardoor deze wateren ook aantrekkelijker worden als recreatie- en leefgebieden.

Tool uitbouwen en verbeteren

Ook al er is een duidelijk verband tussen broeikasgasemissies en de waterkwaliteit, toch zijn er wel degelijk verschillen tussen de metingen en de modelre-



Afbeelding 2. Broeikasgasemissies van vier meren, berekend met het BlueCan-model in relatie tot de externe P-belasting. Blauwe punten geven de uitstoot bij de huidige P-belasting in de meren (gemeten in het veld). De lijnen geven aan hoe de broeikasgasemissie verandert afhankelijk van de externe P-belasting

sultaten. Hiervoor zijn meerdere mogelijke oorzaken aan te geven. Ten eerste kan de tool nog beter. De tool berekent nu emissies op basis van gegevens van de 4 plassen, o.a. over bodemtype, temperatuur en nutriëntenbelasting. De uitkomsten zijn gemiddeldes voor het gehele watersysteem en voor een aantal jaren. Daarbij zijn nog niet alle processen die invloed hebben op broeikasgasemissie opgenomen. Een andere oorzaak ligt in het gebruik van kolomproeven. Die geven de potentiële emissie op een bepaald moment weer, terwijl we weten dat de emissies in het veld sterk variëren gedurende het jaar: ze zijn hoger in zomer en najaar, wanneer de temperaturen hoger zijn en ook de microbiële koolstofafbraak hoger is ten opzichte van de koolstofvastlegging. Bovendien kennen broeikasgasemissies grote ruimtelijke variatie. Vooral opborrelend broeikasgas (ebullitie) is een lokale en onregelmatige emissieroute, die tot piekemissies leidt en daarmee tot een grote onzekerheid in de totale berekende emissies. In 2020 wordt samen met water- en natuurbeheerders meer ervaring opgedaan aan de hand van praktijkcases, en wordt de tool verder ontwikkeld. Een van de doelen daarbij is om het model jaarrond te ijken op waardes uit het veld.

Conclusies

Met de ontwikkeling van het BlueCan-model is een belangrijke stap gezet om emissies uit oppervlaktewater in kaart te brengen. Een slechte waterkwaliteit, en dan vooral een hoge P-belasting, zorgt voor een hoge uitstoot van broeikasgassen. Daarmee wordt een betere waterkwaliteit nog belangrijker, omdat dat niet alleen de ecologische kwaliteit van het systeem

verbetert, maar ook de impact van het oppervlaktewater op de klimaatverandering verlaagt.

Martine Kox, Sacha de Rijk en Wouter van der Star (*Deltares*), Marcel Klinge en Sebastiaan Schep (*Witteveen+Bos*)

Referenties

Voor meer over BlueCan zie de deltafact "Broeikasgasemissies uit zoetwater" <https://www.stowa.nl/deltafacts/waterkwaliteit/diversen/broeikasgasemissies-uit-zoetwater>

Webb, J. R., Leavitt, P. R., Simpson, G. L., Baulch, H. M., Haig, H. A., Hodder, K. R. & Finlay, K. (2019). Regulation of carbon dioxide and methane in small agricultural reservoirs: optimizing potential for greenhouse gas uptake. *Biogeosciences*, 16(21), 4211–4227. <https://doi.org/10.5194/bg-16-4211-2019>

SAMENVATTING

Oppervlaktewater draagt tot 5 procent bij aan de totale uitstoot van broeikasgassen van Nederland, mogelijk meer. In deze studie is onderzocht hoe de waterkwaliteit (o.a. nutriënten en organisch koolstof) de broeikasgasbalans van ondiepe plassen beïnvloedt. Er is onderzoek gedaan in het veld en een eerste prototype van een model ontwikkeld ('BlueCan'). Een betere waterkwaliteit blijkt niet alleen de ecologische kwaliteit te verbeteren maar zorgt ook voor lagere emissies van broeikasgassen. De emissies uit wateren met een goede waterkwaliteit zijn tot wel een factor 10 lager dan bij een slechte waterkwaliteit. De komende tijd zal het model verder getoetst en verbeterd worden met praktijkcases en veldmetingen.

Emissie broeikasgassen uit oppervlaktewater