



istockphoto

AUTEURS



Bas van der Grift en Joachim Rozemeijer
(Deltares)



Hans Peter Broers
(TNO Geologische
Dienst Nederland)

Wilbert Berendrecht
(Berendrecht
Consultancy)



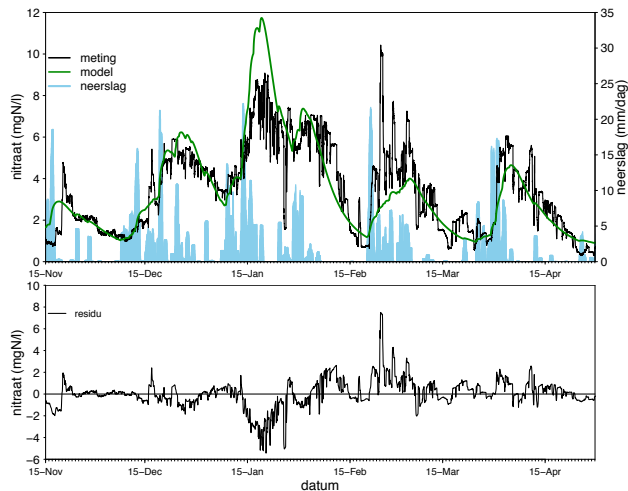
Michiel Oudendijk
(Waterschap Zuiderzeeland)

WATERKWALITEIT POLDERS HOOGFREQUENT METEN IS VEEL MEER WETEN

Het waterpeil in Nederland wordt vooral geregeld door gemalen. Gemalen zijn ook traditioneel een plek om de waterkwaliteit te monitoren. Punt is alleen dat steeds meer gemalen volautomatisch draaien in de nachtelijke uren, terwijl de waterkwaliteit nog steeds vooral overdag wordt gemeten. Dit kan een aanzienlijke vertekening van de werkelijkheid opleveren, zo blijkt uit onderzoek.

De echte
waterkwaliteit
bij gemalen

43

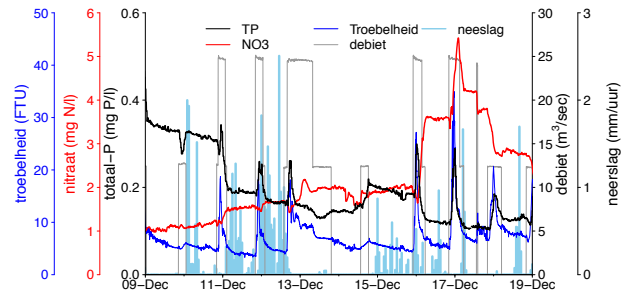


Het gemaal De Blocq van Kuffeler is één van de vier gemalen die de Flevopolder droog houden. Deltares heeft er in september 2014 in samenwerking met het waterschap Zuiderzeeland een meetopstelling geplaatst, die elke vijf tot tien minuten in de Lage Vaart de concentratie nitraat (NO_3), totaal-fosfor (TP) en zwevende stof (ZS) meet. Het is wereldwijd de eerste hoogfrequente meetreeks voor waterkwaliteit bij een gemaal. Het bemalingsgebied van de Lage Vaart wordt vooral voor landbouw gebruikt.

Dynamiek van nitraat

Nitraatafvoer bij het gemaal blijkt gerelateerd aan drainage van landbouwpercelen in de polder. Uit de metingen blijkt dat in de periodes vanaf 1 oktober tot half november en vanaf ongeveer half april tot eind augustus de nitraatconcentratie bij het gemaal laag was. De grondwaterstanden waren dan lager dan het buisdrainageniveau. Tijdens intensieve regenbuien in de zomer en langdurige natte periodes in de winter stijgt de grondwaterstand tot op of boven het buisdrainageniveau en wordt gedurende ongeveer vijf dagen na een neerslagpiek een toename van de nitraatconcentraties bij het gemaal gemeten. Al eerder was bekend dat de nitraatconcentratie in het drainagewater in de Flevopolder (met gemeten concentraties tussen ongeveer 5 en 20 milligram N per liter) relatief hoog is. Als gevolg van de krimpscheuren in de kleigrond van de Flevopolder is er een snelle afvoer van nitraat als de grondwaterstanden op het niveau van de buisdrainage komen te liggen. Onze metingen tonen aan dat dit drainagewater in hoge mate bepalend is voor de kwaliteit van het oppervlaktewater onder natte omstandigheden.

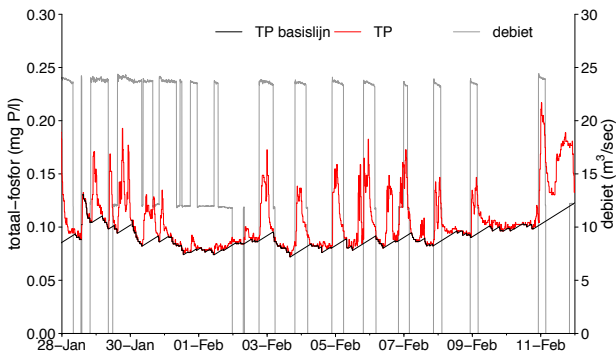
< **Figuur 1**
Hoogfrequente meetreeks voor nitraat, de neerslag (som van de voorafgaande 24 uur) en het tijdreeksmodel



Figuur 2
Dynamiek in nitraat-, totaal-fosfor concentratie en zwevende stof (als troebelheid) na een natte periode op 10, 11 en 12 december samen met de neerslag en het pompegime

Om meer inzicht te krijgen in bronnen en transportroutes van nitraat is met behulp van tijdreeksanalyse (een transfer-ruis-model) onderzocht of een relatie kan worden gelegd tussen het hoogfrequente concentratieverloop van nitraat en de neerslag (uursommen). De resultaten zijn weergegeven in figuur 1. De bovenste grafiek toont de metingen en het gemodelleerde concentratieverloop, de onderste figuur toont de residuen (meting minus model). Uit het tijdreeksmodel blijkt dat 70 procent van het verloop van de nitraatconcentratie verklaard kan worden uit een reactie op neerslag. De resultaten laten zien dat vooral in droge periodes de daling van de concentraties goed wordt gemodelleerd. De natte periodes tonen verschillende resultaten: in december wordt de toename van de concentratie goed gemodelleerd, in januari wordt de concentratie overschat, terwijl in februari/maart de concentratie wordt onderschat. Verschillen tussen gemodelleerde en gemeten concentratie geven aanvullend inzicht in de nitraatdynamiek in de Flevopolder. De overschatting in januari is waarschijnlijk het gevolg van verdunning als gevolg van zware regenval in combinatie met een afname van de bodemvoorraad aan nitraat als gevolg van uitspoeling met de regen gedurende de voorafgaande maanden. Dit is een effect dat niet in het transfermodel zit. De onderschatting en vooral de pieken in februari/maart kunnen worden verklaard door het uitrijden van mest in die periode.

In de Mestwet is geregeld dat uitrijden van mest is toegestaan vanaf 1 februari op bouwland en vanaf 15 februari op grasland. De eerste drie weken van februari 2015 waren droog. Het is aannemelijk dat tijdens deze periode op grote schaal mest is uitgere-



Figuur 3
Verandering van de TP-concentratie tijdens bemaling

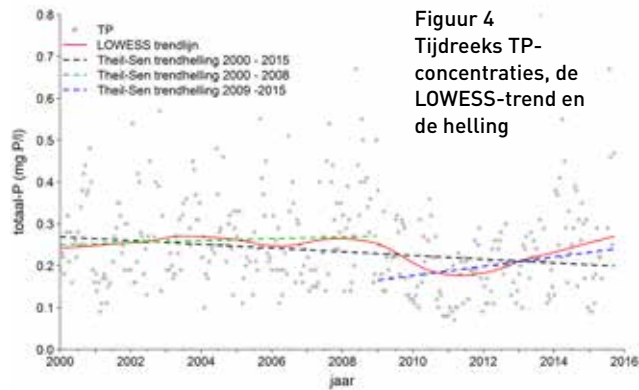
den. Op 20 februari is het flink gaan regenen en een paar dagen later, op 24 februari piekte de nitraatconcentratie naar bijna 10,5 milligram N per liter. Ook tijdens de hierop volgende regenbuien eind februari en begin maart was de gemeten nitraatconcentratie hoger dan gemodelleerde nitraatconcentratie.

Dynamiek in totaal-fosfor

Waar het voor nitraat vrij eenvoudig is om een dominante bron aan te wijzen is dit voor totaal-fosfor (TP) niet het geval. De concentratie bij het gemaal neemt structureel toe tijdens droge periodes en is het hoogst in de zomer. Dit duidt op de invloed van fosfaatrijk grondwater en nalevering van fosfaat uit de waterbodemp. Andere fosforbronnen zijn het fosfaatrijke water uit de Oostvaardersplassen en de rioolwaterzuivering van Almere, die op de Lage Vaart loost. Het nitraatrijke landbouwwater, dat een grote invloed heeft de waterkwaliteit tijdens natte omstandigheden, bevat opvallend lage TP-concentraties (figuur 2). De neerslag op 10-12 december leidt tot een piek in de nitraatconcentratie van 5,5 milligram N per liter op 17 december.

Afgezien van de piek in de TP-concentratie tijdens de bemaling, is de concentratie op 17 december lager dan op 11 en 12 december. Hoewel niet valt uit te sluiten dat het drainagewater uit de landbouwgebieden verhoogde fosforconcentraties bevat, is dit dus niet terug te zien bij het gemaal. Mogelijk is er wel uitspoeling van fosfor uit de landbouwbodems naar het oppervlaktewater tijdens natte omstandigheden, maar wordt dit niet direct naar het gemaal getransporteerd.

Een deel van het fosfaat in de bodem zal gebonden aan fijne deeltjes naar het oppervlaktewater uitspoelen. Daarnaast hecht uitspoelend, opgelost fosfaat zich in het oppervlaktewater zelf aan ijzerdeeltjes die



Figuur 4
Tijdreeks TP-concentraties, de LOWESS-trend en de helling

in de sloot gevormd worden door kwel van ijzerhoudend grondwater.

Sedimentatie van deze vormen van particulier fosfor in de sloten en vaarten verhindert daarmee het snelle transport naar het gemaal. Gesedimenteerd fosfor kan in de zomer wel leiden tot nalevering van fosfaat vanuit de waterbodemp naar het oppervlaktewater en dus 'vertraagd' vrijkomen. De hoge ortho-P-concentraties in de zomerperiode duiden op nalevering van P vanuit de waterbodemp.

Zulke omzettingsprocessen en de tijdelijke opslag van fosfaat maken het er niet eenvoudiger op om effecten van landbouw en mestmaatregelen op de fosforconcentratie in het oppervlaktewater snel vast te stellen.

Effect van bemaling

Uit eerder onderzoek in Friesland is al gebleken dat nutriëntenconcentraties kunnen toenemen tijdens bemaling. Op basis van de hoogfrequente meetreeks van TP en ZS bij het gemaal De Blocq van Kuffeler hebben we dit effect beter kunnen kwantificeren. De TP- en ZS-concentraties nemen plotseling toe als het gemaal in werking is (zie figuur 3 voor TP). Gemiddeld gezien over een jaar neemt de TP-concentratie tijdens bemaling met één pomp 0,06 milligram P per liter toe, tijdens bemaling met twee pompen is dit 0,13 milligram P per liter. De concentratie zwevend stof nam tijdens bemaling met één pomp gemiddeld toe met 4,4 milligram per liter, terwijl dit tijdens bemaling met twee pompen 22 milligram per liter bedroeg.

Deze toename tijdens bemaling wijst erop dat de verandering in stroomsnelheid van het water tot opwekking van sedimentgebonden P uit de waterbodemp leidt.

De toename van de TP-concentratie tijdens pompen is in de onderzochte polder veel kleiner dan wat

De echte
waterkwaliteit
bij gemalen

gemeten is tijdens natte periodes in 'vrij' afstromende gebieden in Nederland of daarbuiten, waar concentratietoenames met een factor 100 of meer gerapporteerd zijn. Doordat de stroomsnelheid van het water in polders gelimiteerd is tot de pompcapaciteit van het gemaal, is het risico van opwerveling van grote hoeveelheden P ook beperkt. Polders hebben dus een grote capaciteit om P in het oppervlaktewatersysteem te bergen. Hierdoor is het risico op nalevering van P vanuit de waterbodem, en dus hogere concentraties in de zomer, voor polders weer groter dan voor vrij afstromende gebieden.

Het gemaal De Blocq van Kuffeler draait vooral 's avonds en 's nachts omdat de stroom dan goedkoper is. Monsters voor waterkwaliteit worden altijd overdag genomen. Dit leidt tot een onderschatting van de TP-concentratie van het water dat daadwerkelijk uitgemalen wordt. Dit heeft gevolgen voor het vaststellen van de vrachten vanuit de Lage Afdeling naar het Markermeer en mogelijk ook voor trends in waterkwaliteit.

In 2008 is het gemaal omgebouwd van een handbediend met dieselmotoren aangedreven gemaal, naar een volledig automatisch met elektromotoren aangedreven gemaal. Het lijkt er sterk op dat deze overgang terug te zien is in de tijdreeks van TP-concentratie (figuur 4). De tijdreeks van 2000 tot 2015 laat een dalende concentratie zien. Tijdreeksen van 2000 tot 2009 en van 2009 tot 2015 laten echter toenemende concentraties zien. Deze verschillen worden veroorzaakt door de plotselinge afname van TP-concentratie begin 2009, precies de tijd dat het gemaal werd omgebouwd. Hoewel niet helemaal valt uit te sluiten dat er andere oorzaken van de plotselinge afname van de TP-concentratie zijn, is het aannemelijk dat dit te maken heeft met de overschakeling naar bemaling gedurende de avond en nacht.

Een groot aantal gemalen in Nederland is de afgelopen twintig jaar omgebouwd van dieselaangedreven naar volledig automatisch werkende elektrische gemalen die voornamelijk gedurende de avond en nachtelijk uren draaien, terwijl de bemonstering overdag plaats blijft vinden. Het is dus voorstelbaar dat de verandering in pompregime op regionale en zelfs op

landelijke schaal consequenties heeft voor gerapporteerde trends in waterkwaliteit van het daadwerkelijk uitgemalen water. Het overdag met steekmonsters bemonsteren van de waterkwaliteit bij gemalen die voornamelijk 's nachts malen, leidt tot een onderschatting van de uitgemalen hoeveelheden stoffen.

Een uitgebreid artikel over het beschreven onderzoek verschijnt binnenkort in het tijdschrift *Hydrology and Earth System Sciences*.

Bas van der Grift

(Deltares)

Joachim Rozemeijer

(Deltares)

Hans Peter Broers

(TNO Geologische Dienst Nederland)

Wilbert Berendrecht

(Berendrecht Consultancy)

Michiel Oudendijk

(Waterschap Zuiderzeeland)

SAMENVATTING

In ongeveer 60 procent van Nederland wordt de waterstand geregeld met gemalen. Zij pompen overtollig water de polders uit. Bij deze gemalen wordt vaak ook de waterkwaliteit gemeten. Het overdag met steekmonsters bemonsteren van de waterkwaliteit bij gemalen die voornamelijk 's nachts malen, leidt tot een onderschatting van de uitgemalen hoeveelheden stoffen, zoals nitraat en fosfaat.

Met nieuwe meettechnieken kunnen concentraties tegenwoordig echter hoogfrequent gemeten worden, waardoor men een veel beter beeld kan krijgen van de herkomst van bepaalde stoffen en van de aard van transportprocessen. Hoogfrequente metingen bij het poldergemaal De Blocq van Kuffeler in de Flevo-polder laten zien dat nitraat uit landbouwgebieden relatief snel wordt afgevoerd in natte periodes, maar dat fosfaat in poldersystemen juist sterker wordt vastgelegd dan in vrij afwaterende gebieden. Fosfaat spoelt daardoor niet zozeer in de winter uit, maar door nalevering uit de waterbodem en door voeding vanuit het grondwater juist ook in de zomer.