

Fosfaatroutes van boerenperceel naar sloot

Joachim Rozemeijer (Deltares), Bas van der Grift (Deltares, thans KWR), Rianne van den Meiracker (Deltares)

Deltares en waterschap Rijn en IJssel hebben op een veehouderij in de Achterhoek detailmetingen gedaan die inzicht geven in de bronnen, routes en effectieve maatregelen voor zowel stikstof als fosfaat. Slechts een kleine fractie van de historische bodemvoorraad fosfaat bleek tijdens het korte afvoerseizoen van 2018/2019 uit te spoelen. Het uitgespoelde fosfaat is voor het overgrote deel gebonden aan deeltjes die bij rustig weer op de slootbodem liggen en teruggewonnen kunnen worden.

Sinds de invoering van het mestbeleid in de jaren '80 van de vorige eeuw is de waterkwaliteit in landbouwgebieden sterk verbeterd [1]. Toch moeten de nutriëntenverliezen vanuit de landbouw in veel gebieden verder omlaag om de Europese doelen voor oppervlaktewaterkwaliteit te halen [2]. Voor fosfaat in het oppervlaktewater is de bodemvoorraad die door jarenlange bemesting in de toplaag zit een belangrijke bron. Het doel van het in dit artikel beschreven project was het in kaart brengen van de voornaamste transportroutes van fosfaat op bedrijfsniveau, om op basis daarvan richtlijnen op te stellen voor de meest effectieve maatregelen voor: (1) de vermindering van de uit- en afspoeling van fosfaat en (2) hergebruik van het fosfaat dat naar het oppervlaktewater is uitgespoeld en in de waterbodem is geborgen.

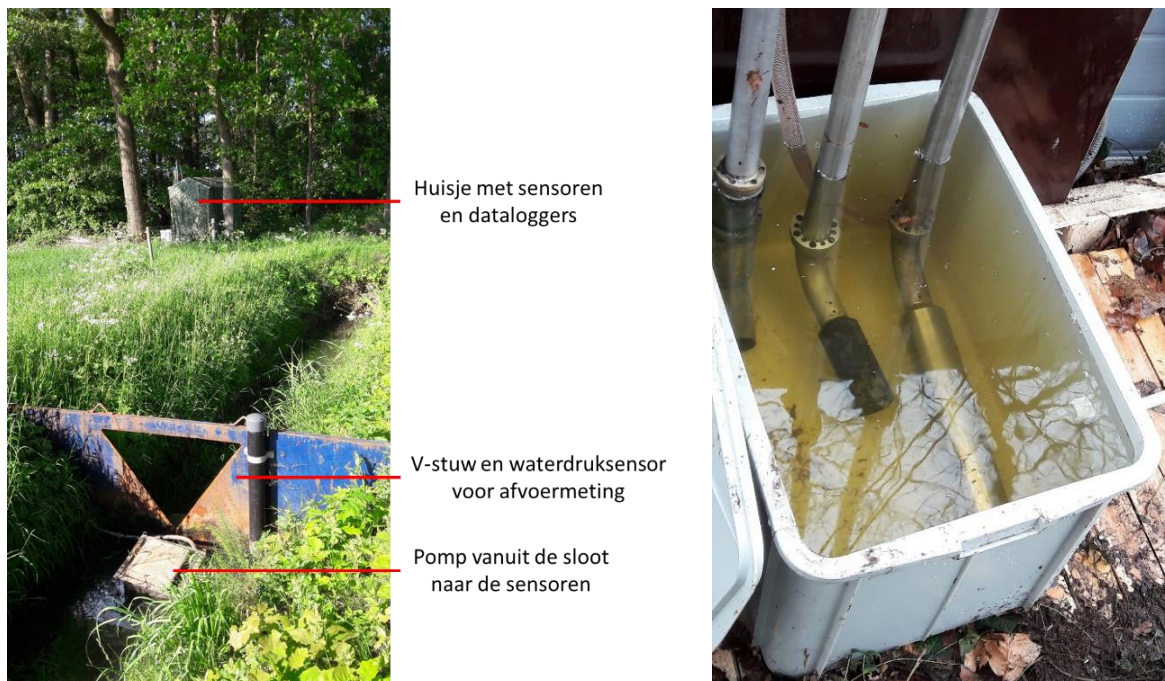
Aanpak

In deze studie zijn voor een representatieve Achterhoekse veehouderij (afbeelding 1) de belangrijkste transportroutes van nutriënten met detailmetingen in beeld gebracht. De veehouder is deelnemer aan het programma Vruchtbare Kringloop Achterhoek. Een voor Nederland vrij zeldzaam aspect van de locatie is dat alle afstroming van de huiskavels van het bedrijf samenkomt in één 'bedrijfseigen' sloot. De huiskavels (24 ha.) bestaan voor twee derde uit grasland. Op de rest staan afwisselend gewassen zoals maïs, bieten en aardappelen. De bodem bestaat uit een ongeveer 30 centimeter dikke bouwvoor met organisch materiaal met daaronder arm zand.



Afbeelding 1. Onderzoekslocatie ten noordoosten van Winterswijk

De detailmetingen bestonden uit continue metingen van afvoer, grondwaterstanden, troebelheid, nitraat, P-totaal en PO₄ (afbeelding 2) en uit de bemonstering van bodem, grondwater, drainwater en oppervlaktewater.

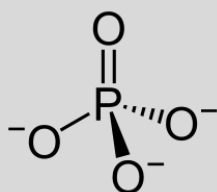


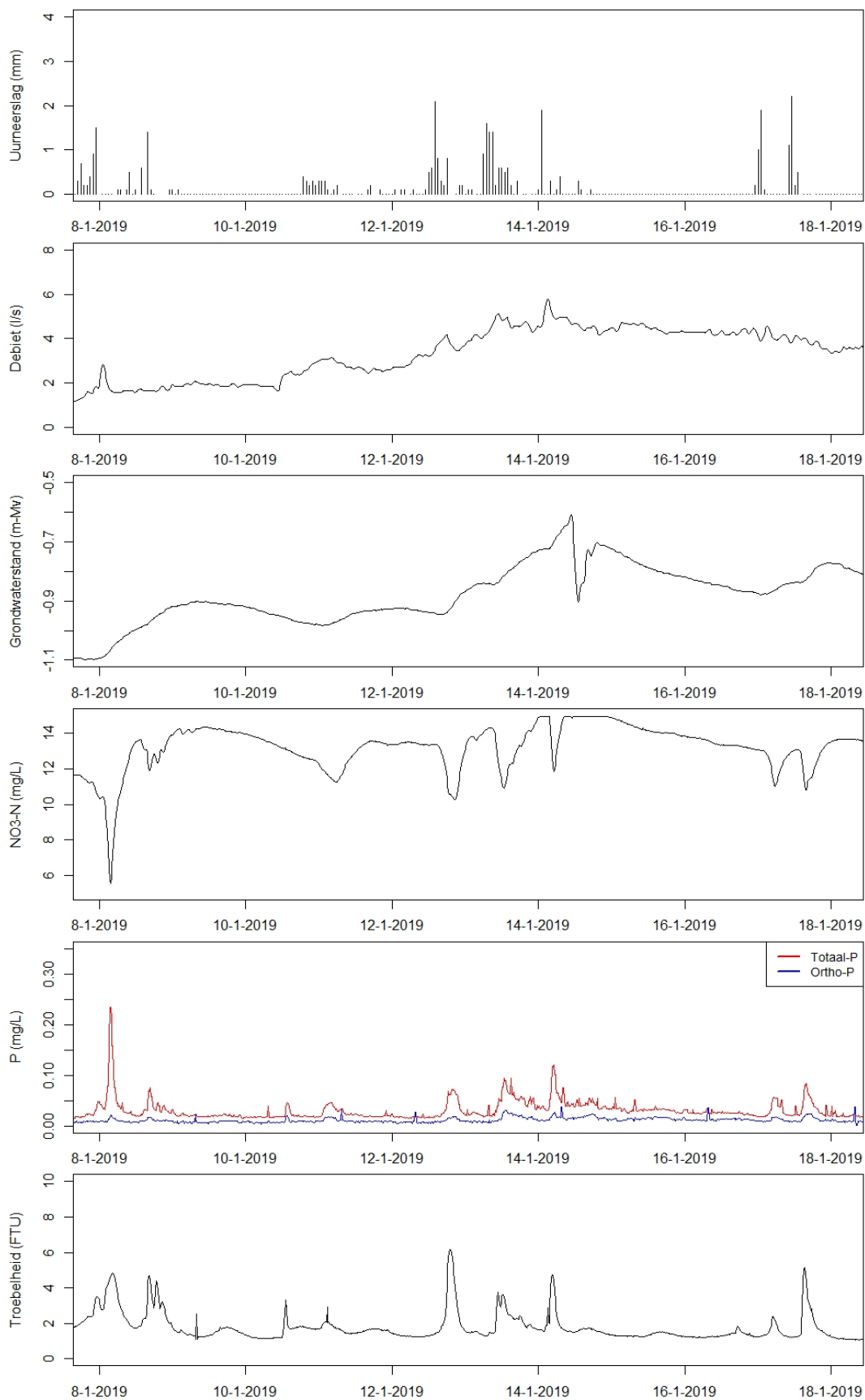
Afbeelding 2. Links de meetopstelling voor de oppervlaktewaterringingen; rechts de doorstroombak bij het huisje met (van links naar rechts) de bemonsteringssonde (Phosphax), de troebelheidssensor (Solitax) en de nitraatsensor (Nitratax).

Resultaten

In afbeelding 3 zijn de resultaten van de continue metingen voor de periode van 8 tot en met 18 januari 2019 weergegeven. Op de tijdstippen met neerslag- en afvoerpieken worden er ook pieken in troebelheid en in de concentraties totaal-P en Totaal Reactief Fosfaat (TRP, zie kader) waargenomen. De pieken in concentraties totaal-P en TRP komen sterk overeen met de pieken in troebelheid. De concentratie nitraat (NO₃) daalt juist bij afvoerpieken, waarbij de tijdstippen met pieken in neerslag overeen komen met de dalen in NO₃.

Fosfaat (PO₄) is er zeer reactieve stof die in veel vormen kan voorkomen. De ingezette apparatuur kan twee vormen van fosfaat meten. Totaal Reactief Fosfaat (TRP) bestaat uit het fosfaat dat opgelost is in water plus het aan deeltjes gebonden (particulair) fosfaat dat door ultrasone trillingen vervolgens en een pH verlaging tot 1,5 in oplossing gaat. Bij de meting van totaal-P wordt het monster ook nog verhit zodat alle aanwezige fosfaat meegenomen wordt in de analyse.

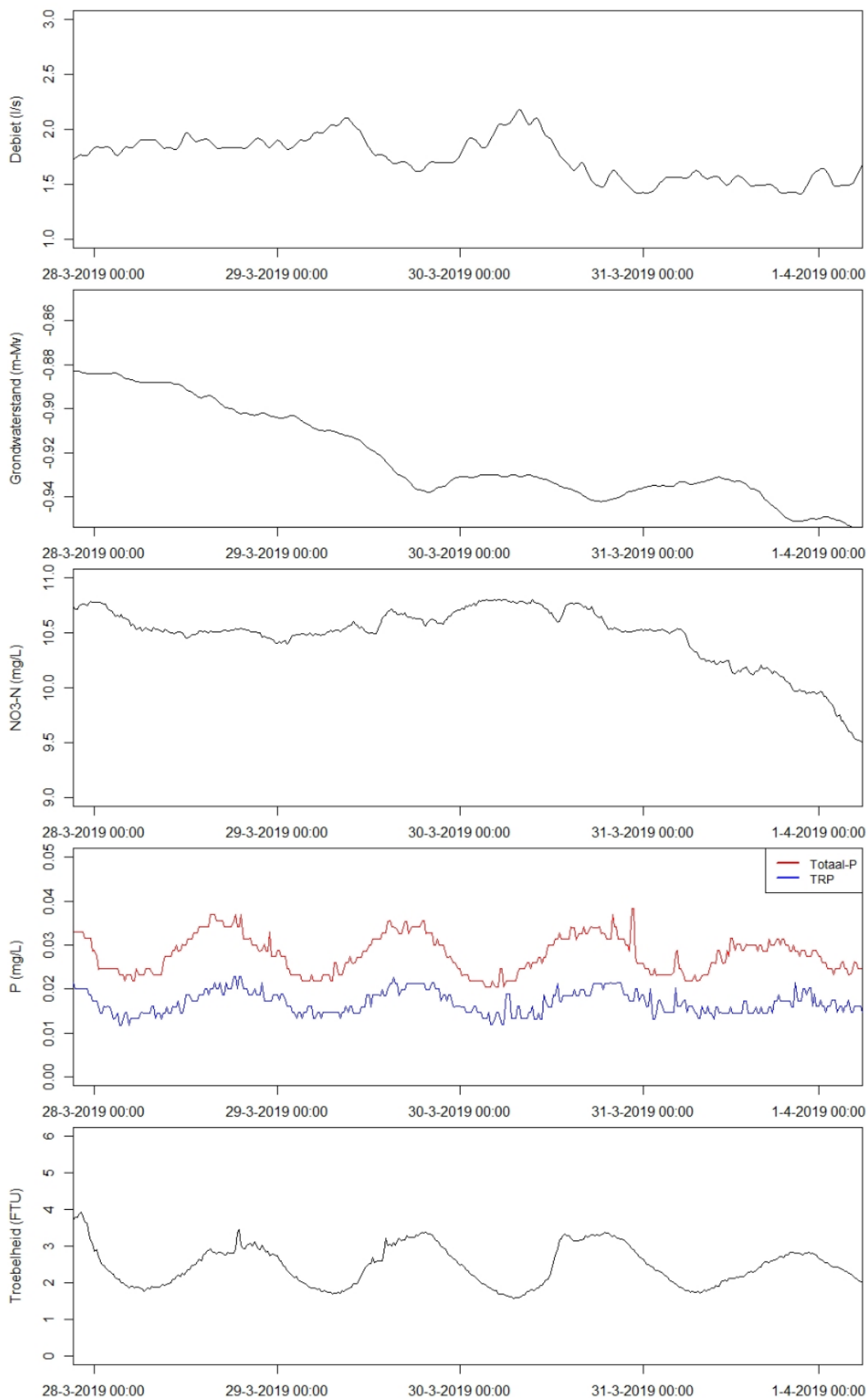




Afbeelding 3. Overzicht uurneerslag, debiet, grondwaterstand, concentraties NO₃, totaal-P en TRP (weergegeve als ortho-P) en troebelheid over de periode van 8 tot en met 18 januari 2019

De pieken in P-totaal en troebelheid tijdens buien en afvoerpieken worden veroorzaakt door het opwervelen van fosfaatrijk sediment. Tussen de buien door bouwt zich een sedimentlaag op, die tijdens afvoerpieken weer loskomt. Voor een groot deel bestaat dit roodbruine sediment uit ijzer(hydr)oxides met daaraan gebonden fosfaat. Dit ontstaat als grondwater met opgelost ijzer en fosfaat in de waterbodem of in de sloot in contact komt met zuurstof. Tijdens buien neemt de stroomsnelheid toe en komt dit sediment in de waterkolom terecht. De verlaging van de nitraatconcentratie tijdens buien zijn het gevolg van verdunning met snel afstromend water dat te weinig interactie met de bodem gehad heeft om nitraat op te nemen.

In afbeelding 4 zijn de resultaten van de continue metingen voor de periode van 28 maart tot en met 1 april 2019 weergegeven. Het meest opmerkelijke in afbeelding 4 is dat zowel de concentraties P-totaal en TRP als de troebelheid een dag-nachtritme te vertonen. De hoogste waarden voor P-totaal, TRP en troebelheid worden steeds gemeten rond 17:00u en de laagste waarden rond 05:00u. Dit is voor zover bekend de eerste keer dat dergelijke dagelijkse fluctuaties in P-totaal zijn waargenomen. Mogelijk wordt dit patroon veroorzaakt door de groei van algen (overdag) en afvoer ('s nachts) in de sloot in het voorjaar. Het exacte proces en het type algen dat hierbij een rol speelt, is nog niet bekend.



Afbeelding 4. Overzicht debiet, grondwaterstand, concentraties NO₃, totaal-P en TRP en troebelheid over de periode van 28 maart tot en met 1 april 2019

Aan de hand van de continue metingen zijn de vrachten N en P die door de sloot stromen nauwkeurig berekend voor het (relatief korte) drainageseizoen 2018-2019. Het drainageseizoen is de periode waarin de sloot water afvoerde en duurde door het droge jaar slechts vier maanden (24 december 2018 tot en met 16 april 2019). De totale vracht over deze periode bedroeg 0,9 kg P en 282 kg N (respectievelijk 0,04 kg/ha en 12 kg/ha).

Op basis van de gemeten afvoer en de weergegevens is ook een waterbalans voor het bedrijf opgesteld voor het drainageseizoen (tabel 1). Van het totale neerslagoverschot in deze periode (130 mm) is ongeveer een derde (41mm) afgevoerd via de sloot. Het verschil tussen het neerslagoverschot en de slootafvoer geeft een inschatting van de infiltratie naar het grondwater. Deze infiltratie bedraagt derhalve ongeveer 89 mm (130 mm - 41mm) oftewel circa twee derde van het neerslagoverschot gedurende de afvoerperiode.

Tabel 1. Waterbalans van het bedrijf voor de periode met oppervlaktewaterafvoer (24 december 2018 t/m 16 april 2019)

	24 ha huiskavels (m3)	Per hectare (m3)	In mm
Neerslag	+45360	+1890	189
Verdamping*	-14160	-590	59
Neerslagoverschot	+31200	+1300	+130
Afvoer	-9840	-410	-41
Infiltratie naar gw*	-21360	-890	-89

* Er is gerekend met een gemiddelde gewasfactor van 0.6 (0.9 voor gras (2/3 v.h. areaal) en 0.0 voor akkerland)

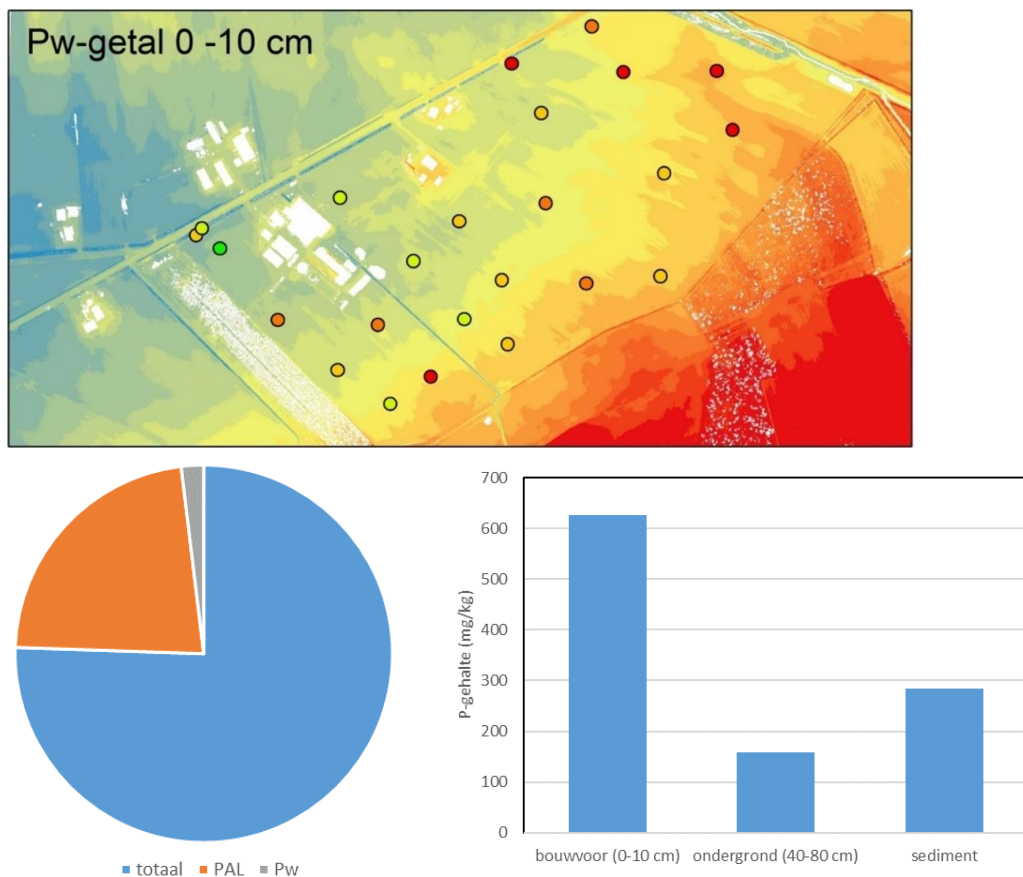
** De infiltratie naar het grondwater is berekend uit het verschil tussen het neerslagoverschot en de afvoer via het oppervlaktewater.

Nb: het verschil in grondwaterstand tussen 24 december en 16 april is nihil, derhalve is compensatie van deze balans voor verandering in de berging niet nodig

De resultaten van de bodemanalyses zijn samengevat in afbeelding 5. In de toplaag van de bodem (0-10 cm) varieert het Pw-getal van zeer laag tot hoog. Het Pw-getal geeft de in water oplosbare hoeveelheid fosfaat in de bodem. Dit fosfaat is makkelijk beschikbaar voor gewasopname en/of uitspoeling. Vlak onder de bouwvoor (40-50 cm-mv) is het Pw-getal, op één locatie na, overal zeer laag.

Naast het Pw-getal zijn ook het PAL-getal en het totale P-gehalte in de bodem gemeten. Het PAL-getal geeft de hoeveelheid P die oplosbaar is in een licht zure oplossing (AmmoniumLactaat). Dit is een veel gebruikte maat voor het matig oplosbare P in de bodem. Het totale P-gehalte wordt bepaald door alle P uit de bodem op te lossen in sterk zuur en door verhitting (totaalextractie). Op basis van de totaal-P-metingen is de totale bodemvoorraad in de bouwvoor (0-30 cm-mv) op de huiskavels vastgesteld op 63.202 kg (2633 kg/ha). Dit is de fosfaatvoorraad die door jarenlange bemesting is opgebouwd in de bodem. Van de totale fosfaatvoorraad is 2 procent goed oplosbaar (Pw-getal) en is 25% matig oplosbaar (PAL-getal).

Het totale P-gehalte (totaalontsluiting) van het sediment uit de sloten is vastgesteld op 280 mg/kg. Dit gehalte ligt tussen het gehalte van de bouwvoor (gemiddeld 600 mg/kg) en het gehalte van de bodem onder de bouwvoor (gemiddeld 160 mg/kg). Dit resultaat betekent dat het sediment op de waterbodem uit redelijk vruchtbare grond bestaat.



Afbeelding 5. Boven de Pw-getallen in de bovenste bodem (groen: <11, zeer laag ; rood: >60, hoog) afgebeeld op de hoogtekaart. Linksonder de verhoudingen tussen de totale P-voorraad in de bouwvoor (100%), het ammoniumlactaat-extraheerbaar P (PAL) (24%) en het water-extraheerbaar P (Pw) (2%). Rechts onder de gemiddelde P-gehalten (totaalextractie) in de bouwvoor, de ondergrond en het slootsediment

Conclusies

Het hoofddoel van dit onderzoek was het in beeld brengen van de voornaamste transportroutes van fosfaat op bedrijfsniveau en op basis daarvan de meest effectieve maatregelen te identificeren voor het verminderen van de nutriëntenverliezen naar grond- en oppervlaktewater.

Voor fosfaat is de door jarenlange bemesting opgeladen bouwvoor (0-30 cm) de belangrijkste bron. De totale bodemvoorraad in de bouwvoor op de huiskavels is vastgesteld op 63.202 kg (2633 kg). Van deze voorraad is 2 procent goed oplosbaar (Pw-getal) en 25 procent matig oplosbaar (PAL-getal). Via grondwater en oppervlakkige afstroming komt steeds een kleine fractie van deze fosfaatvoorraad in de sloot terecht. In het relatief korte afvoerseizoen van december 2018 tot april 2019 is in totaal een vracht van 0,9 kg fosfaat weggespoeld via het oppervlaktewater. De remobilisatie en afvoer van fosfaatrijk sediment tijdens afvoerpieken is een belangrijk proces voor het transport door het oppervlaktewatersysteem. Het afvangen en hergebruiken van fosfaatrijk sediment kan de belasting van het benedenstroomse oppervlaktewater voor een groot deel voorkomen. Dit afvangen van sediment is goed te combineren met waterberging, bijvoorbeeld met boerenstuwen, op te stuwen duikers, bezinkgreppels en -poeltjes en/of plaatselijk verbrede en verdiepte sloten. Een gezonde bodem (bodemleven, organisch stofgehalte, structuur) draagt bovendien bij aan zowel het vasthouden van water als van nutriënten (meer infiltratie, hogere opname-efficiëntie).

Voor stikstof is nitraat veruit de belangrijkste component. De continue metingen van nitraatconcentraties in het slootwater laten hogere nitraatconcentraties zien bij hoge grondwaterstanden en korte concentratiedips tijdens afvoerpieken. De totale vracht tijdens afvoerseizoen 2018/2019 is vastgesteld op 282 kg, circa 5 procent van het overschot. De rest van het overschot is uitgespoeld naar het grondwater, maar zit waarschijnlijk ook nog voor een deel in de bodem. Door het beperkte neerslagoverschot en de lage grondwaterstanden in de winter 2018/2019 is er minder uitspoeling naar grond- en oppervlaktewater geweest.

Aangezien het grootste deel (twee derde) van het neerslagoverschot gedurende het afvoerseizoen infiltreert naar het grondwater, verwachten we dat ook het grootste deel van het stikstofoverschot naar het grondwater uitspoelt. Ook dit is te verminderen door de bodemgezondheid te verbeteren. De gewaskeuze, de timing van de bemesting en de hoeveelheid en het type mest zijn hierbij echter ook bepalend. Blijvend grasland en zuinige bemesting met organische mest in warme en niet te natte perioden zijn daarbij optimaal. De nitraatvrachten naar het oppervlaktewater zijn te verminderen met eenvoudige denitrificatie-reactoren met bijvoorbeeld houtsnippers.

Referenties

1. Klein, J., Rozemeijer, J. (2015). *Meetnet Nutriënten Landbouw Specifiek Oppervlaktewater. Update toestand en trends tot en met 2014*. Deltares rapport 1220098-007-BGS-0001, Utrecht.
2. Planbureau voor de Leefomgeving (2017). *Evaluatie Meststoffenwet 2016: Syntheserapport*. PBL, Den Haag.