

Bestemd voor: Raad van Toezicht BBW, Marthijn Jungeburth, Bart Bardoel, Wilfried van Dijk, Martin van der Schans, Jan van Bakel

Betreft: Meetresultaten 2016 sub-irrigatie Van Dijk / Bavaria

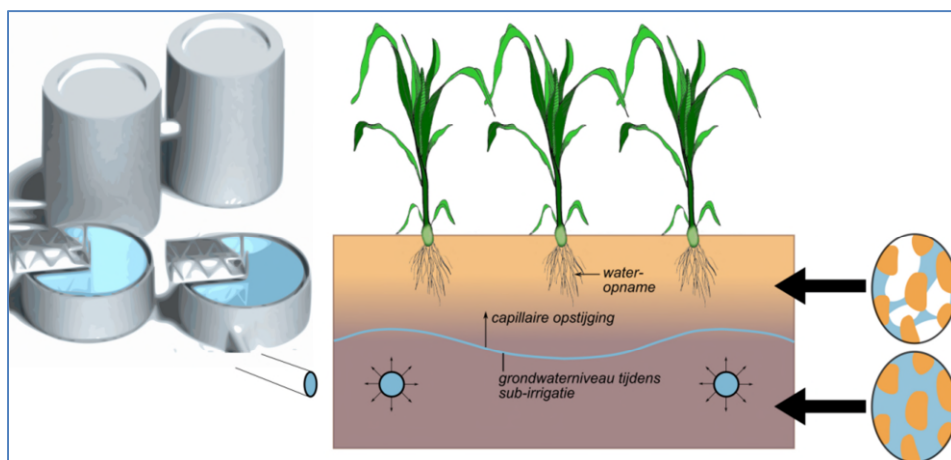
Van: Ruud Bartholomeus, Arnaut van Loon

Datum: 17 januari 2017

Deze memo heeft als doel de belangrijkste meetresultaten van de veldproef te delen met de Raad van Toezicht van BBW, de familie van Dijk, Bavaria en ZLTO.

Inleiding

Bavaria loost jaarlijks 1.5 miljoen m³ restwater op het oppervlaktewater. Tegelijkertijd maken agrariërs in de omgeving op grote schaal gebruik van grondwater voor de beregening van gewassen. Door restwater te hergebruiken voor de regionale watervoorziening, verbetert de watervoorziening voor de landbouw, stijgen de gewasopbrengsten en verminderen de beregeningskosten. Door restwater terug te brengen in het grondwatersysteem laat Bavaria een kleinere watervoetafdruk achter. In 2016 is een veldproef gestart om vast te stellen of een deel van het effluent door middel van ondergrondse irrigatie via drainagebuizen (sub-irrigatie) ten goede kan komen aan de watervoorziening van agrariërs in de omgeving (Figuur 1).

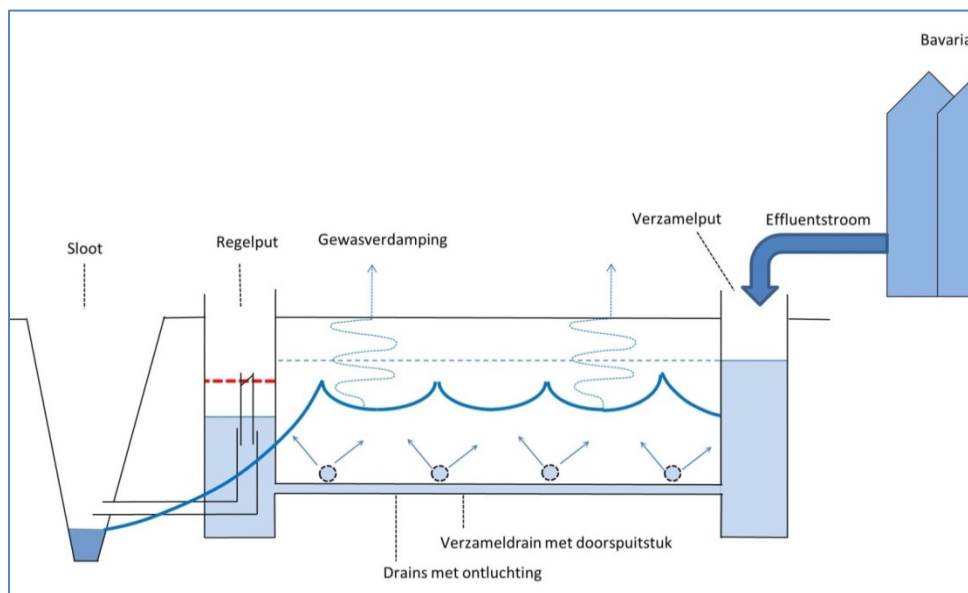


Figuur 1: Conceptuele weergave van ondergrondse irrigatie met restwater via drainbuizen.

Ten behoeve van de proef is in een 8.5 ha groot graslandperceel van Wilfried van Dijk een stelsel van drainagebuizen aangelegd. De drainagebuizen zijn vertakt en onderling met elkaar verbonden via een verzamelleiding. Het begin van de verzamelleiding is verbonden met een waterreservoir. Dit reservoir wordt op peil wordt gehouden met effluent uit de zuivering van Bavaria. Een constant niveau wordt nagestreefd door geautomatiseerd te sturen met de aanvoer. Het uiteinde van de verzamelleiding bestaat uit een eindput, waarmee het drainageniveau, en daarmee de grondwaterstand in het perceel, kan worden gestuurd (Figuur 2) en in geval van wateroverlast water kan worden afgevoerd (drainage). Figuur 3 toont enkele foto's van het systeem.

Deze vorm van irrigatie is relatief nieuw in Nederland. Daarom is het succes van deze proef niet gegarandeerd, en is op voorhand niet te zeggen wat een optimale uitvoering is en wat de effecten op grondwaterstanden en chemie is. Het succes is namelijk afhankelijk van diverse factoren, waaronder het ontwerp van het drainagenetwerk, de kwaliteit van het effluent (verstoppingspotentie), de bodemeigenschappen, het waterbeheer van de omgeving en de wensen en eisen van de betreffende agrariër en de burens. Bovendien

kunnen ook gewenste en ongewenste neveneffecten optreden. Een gewenst neveneffect kan een verbetering van de oppervlaktewaterkwaliteit van de Goorloop zijn, doordat het effluent gezuiverd wordt onder invloed van bodempassage. Negatief neveneffecten zijn bijvoorbeeld waterschade op nabij- en laaggelegen percelen of achteruitgang van de milieu-hygiënische condities in de bodem en grondwater.



Figuur 2: schematische weergave van het systeem voor sub-irrigatie bij Bavaria/Van Dijk.



Figuur 3: Systeem voor sub-irrigatie op het perceel van Wilfried van Dijk. Linksboven: installatie van het drainage/infiltratiesysteem. Rechtsboven: ligging van de verzamelleiding (gele buis), de drainage/infiltratiebuizen, en de 'doorspuitstukken' voor eventueel onderhoud. Linksonder: wateraanvoerreservoir. Rechtsonder: eindput voor eventuele drainage van grondwater tijdens natte periodes.

Het belang van Bavaria in de proef is het inzichtelijk maken van de kosten en baten (in de breedste zin) van het hergebruik van effluent door middel van sub-irrigatie. De kosten bestaan uit de aanleg en aansturing van het sub-irrigatiesysteem en mogelijke maatregelen voor het voorkomen van natschade op omliggende agrarische percelen. De baten bestaan uit kostenreductie voor de participerende agrariërs, c.q. de gebiedspartners van Bavaria, door afnemende beregeningsbehoefte, en een verminderde lozing van effluent op het oppervlaktewater. Bovendien is Bavaria vanuit de lozingsvergunning verplicht om het lozingsdebiet te monitoren. De informatiebehoefte van Bavaria bestaat daarmee uit:

- (1) de mate waarin de vochtvoorziening van het lokaal aanwezige gewas verbetert, en de beregeningsbehoefte afneemt;
- (2) de mate waarin omliggende agrariërs profiteren of last hebben (natschade) van de verhoogde grondwateraanvulling door infiltratie van effluent;
- (3) de hoeveelheid effluent die via sub-irrigatie kan worden afgezet, en daarmee niet hoeft te worden geloosd op het oppervlaktewater.

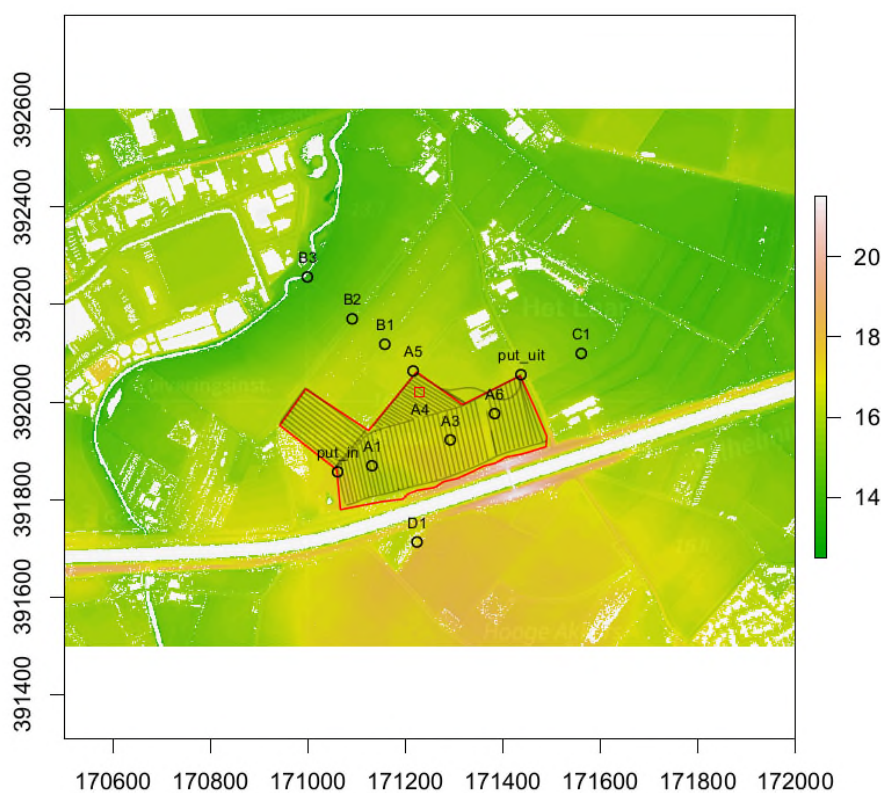
Als indicatoren voor deze informatie worden debieten, grondwaterstanden en vochtgehalten gemeten. In Figuur 4 staan de meetlocaties op een hoogtekkaart weergegeven; Figuur 5 geeft in meer detail de opstelling bij meetpunt A4 weer. In de volgende alinea's wordt de meetopstelling per parameter toegelicht.

Infiltratiehoeveelheid: De hoeveelheid effluent (debiet) die naar het proefperceel wordt aangevoerd wordt continue gemeten bij het verdeelwerk op het Bavaria-terrein. Deze aanvoerhoeveelheid is gelijk aan de infiltratiehoeveelheid, zolang er geen water wordt afgevoerd via de regelput aan het einde van het irrigatienetwerk. In principe is daar geen sprake van, maar ter controle wordt in de eindput het waterniveau met een frequentie van 6 uur gemeten, en worden wijzigingen in het drainageniveau gedocumenteerd. Zodra het grondwaterstand groter of gelijk aan de drainagehoogte is, is sprake van afvoer.

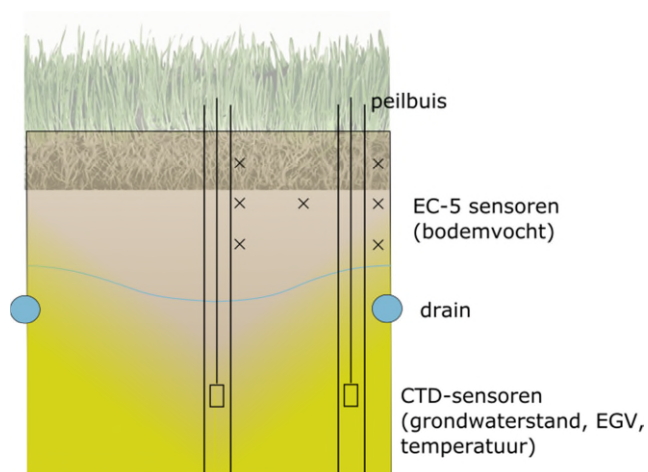
Grondwaterstanden en stijghoogten: Grondwaterstanden worden op 11 locaties geautomatiseerd en handmatig gemeten. Vijf van deze locaties bevinden zich op nabijgelegen percelen ten behoeve van het monitoren van uitstralingseffecten die mogelijk kunnen leiden tot natschade, maar ook een verbetering van de waterhuishouding tot gevolg kunnen hebben. De overige zes locaties liggen verspreid over het proefperceel. Op 1 locatie worden tevens stijghoogten op 3 diepten gemeten om duidelijkheid te krijgen over de interactie met diepere watervoerende lagen en eventuele daarmee samenhangende uitstralingseffecten.

De grondwaterstanden en stijghoogten worden minimaal elke 6 uur geautomatiseerd gemeten en elke 2 tot 8 weken handmatig. De monitoring is reeds in 2015 gestart en zal gedurende de doorlooptijd van de veldproef worden voortgezet.

Vochtgehalte: Vochtgehalten geven een directere indicatie voor de watervoorziening van gewassen dan grondwaterstanden, maar ze zijn wat lastiger te meten. Daarom zijn op 2 meetpunten, tussen drains en naast een drain bij meetpunt A4, vochtsensoren op 3 diepten geïnstalleerd. De sensoren registreren het vochtgehalte elke 15 minuten, en worden dagelijks geautomatiseerd uitgelezen en online ontsloten via een GPRS service. De meetpunten zijn nabij peilbuizen gekozen, zodat de relatie tussen grondwaterstand en vochtgehalte in beeld komt.



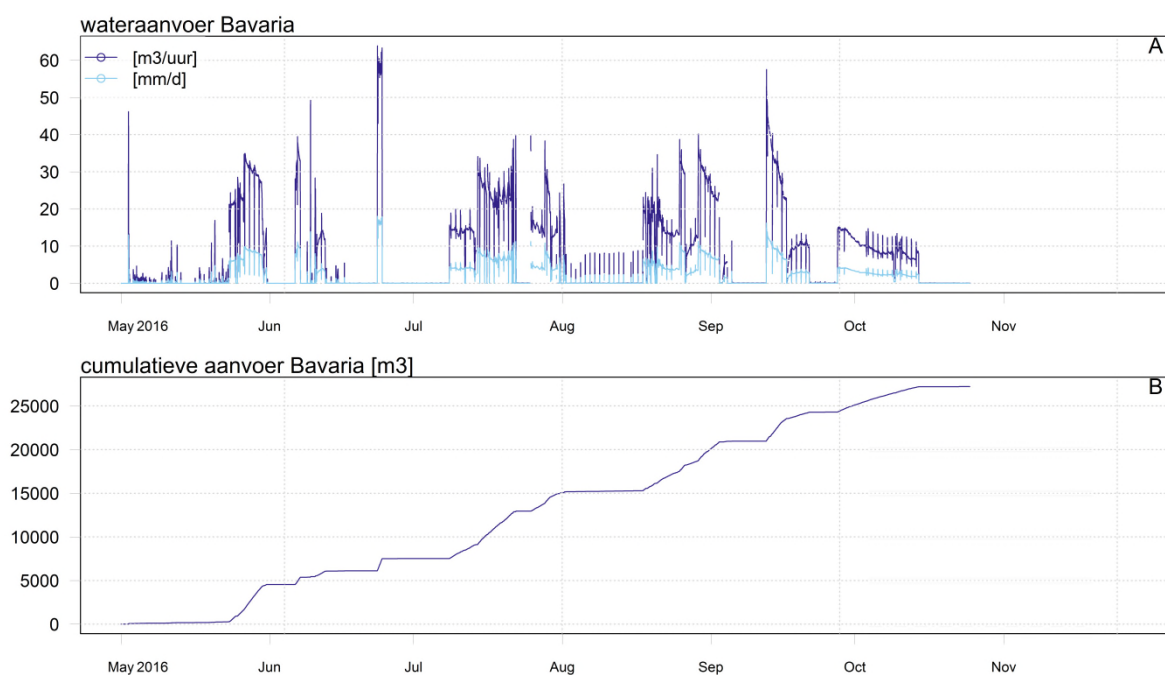
Figuur 4: Hoogtekaart (m+NAP) van het proefperceel (rood omrand) en de omgeving met meetpunten. Ten zuiden van het perceel ligt het Wilhelminakanaal, ten noordwesten de waterzuivering van Bavaria. De lijnen in het perceel geeft de ligging van de drainage/infiltratiebuizen aan. 'put-in' is het wateraanvoerreservoir en 'put-uit' biedt in het geval van calamiteiten de mogelijkheid om grondwater versneld uit het systeem af te voeren (drainage).



Figuur 5: Meetopstelling bij meetpunt A4, waar in detail wordt gekeken naar de verspreiding van het water in een raai tussen twee drainage/infiltratiebuizen. Hier wordt zowel direct naast een buis en tussen twee buizen de grondwaterstand, EGV, temperatuur en bodemvochtgehalte gemeten. Ook is hier een regenmeter geïnstalleerd.

Meetresultaten 2016 (selectie)

Infiltratiehoeveelheid: In totaal is ongeveer 28.000 m³ water aangevoerd (Figuur 6B). Opgemerkt moet worden dat bij aanvang van de proef de debietmeters nog niet operationeel waren. Vanwege de weersomstandigheden en enkele storingen, heeft de wateraanvoer enkele keren stilgelegen (Figuur 6A). Op dagbasis varieert de wateraanvoer tussen 3 en 10 mm/d (Figuur 6A). De benodigde hoeveelheid water is onder meer afhankelijk van de gewenste stijging van de grondwaterstand, ofwel het verschil in waterniveau in het aanvoerreservoir (op afstand in te stellen) en de grondwaterstand in het perceel. Uit Figuur 6A blijkt dat het in 2016 niet gelukt is om langdurig in een aaneengesloten periode water aan te voeren. Analyse van wateraanvoer op eventuele verstopping van het systeem is daardoor op basis van de beschikbare gegevens niet mogelijk.



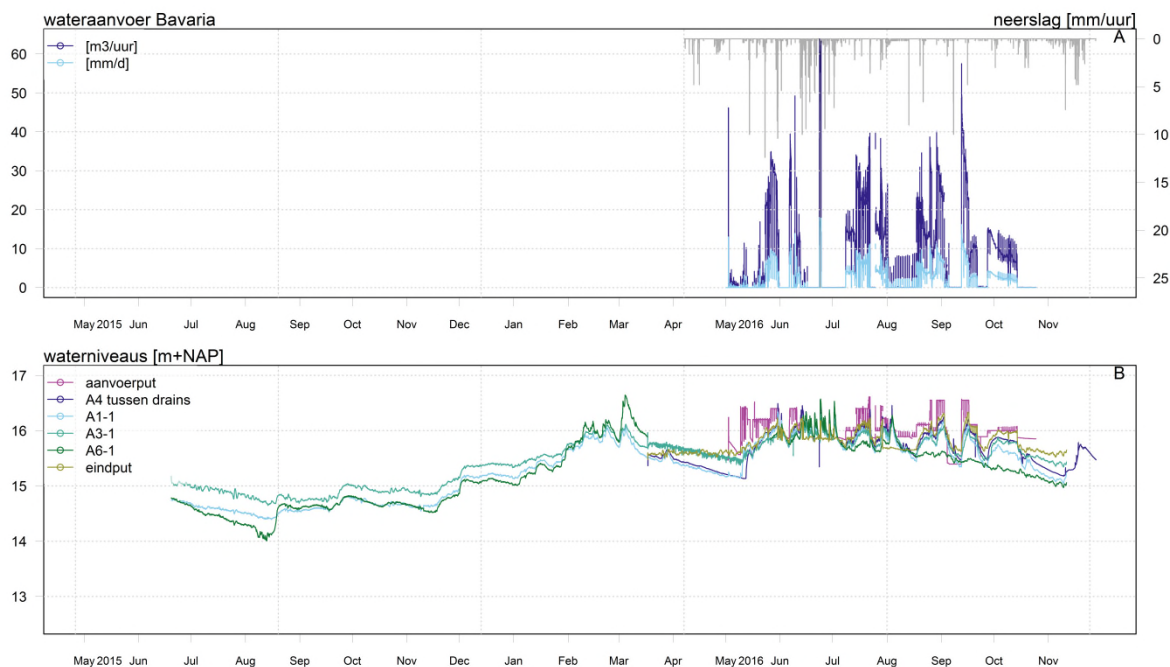
Figuur 6: Wateraanvoer vanuit de waterzuivering van Bavaria naar de aanvoerput op het perceel van Van Dijk.
 A: tijdreeks van gemeten wateraanvoer. B: cumulatieve aanvoer. Begin mei werd wel water aangevoerd, maar waren de debietmetingen nog niet volledig operationeel. Enkele periodes is de wateraanvoer gestopt vanwege storingen of vanwege overvloedige neerslag (juni en juli 2016).

Grondwaterstanden en stijghoogten: Uit Figuur 7B blijkt duidelijk dat in 2015, het jaar zonder sub-irrigatie, de grondwaterstand in de zomer dieper wegzakte dan in 2016, het jaar met sub-irrigatie. Sub-irrigatie vanaf mei 2016 heeft ervoor gezorgd dat in plaats van een daling van de grondwaterstand (ingezet vanaf maart 2016) er juist sprake is van een stijging van de grondwaterstand. Aanvankelijk wordt tijdens sub-irrigatie in alle meetpunten een nagenoeg gelijke grondwaterstand gemeten. Vanaf medio augustus blijft de stijging van de grondwaterstand bij meetpunt A6 als gevolg van sub-irrigatie achter ten opzichte van de grondwaterstand in de rest van het perceel. De oorzaak hiervan is nog niet bekend.

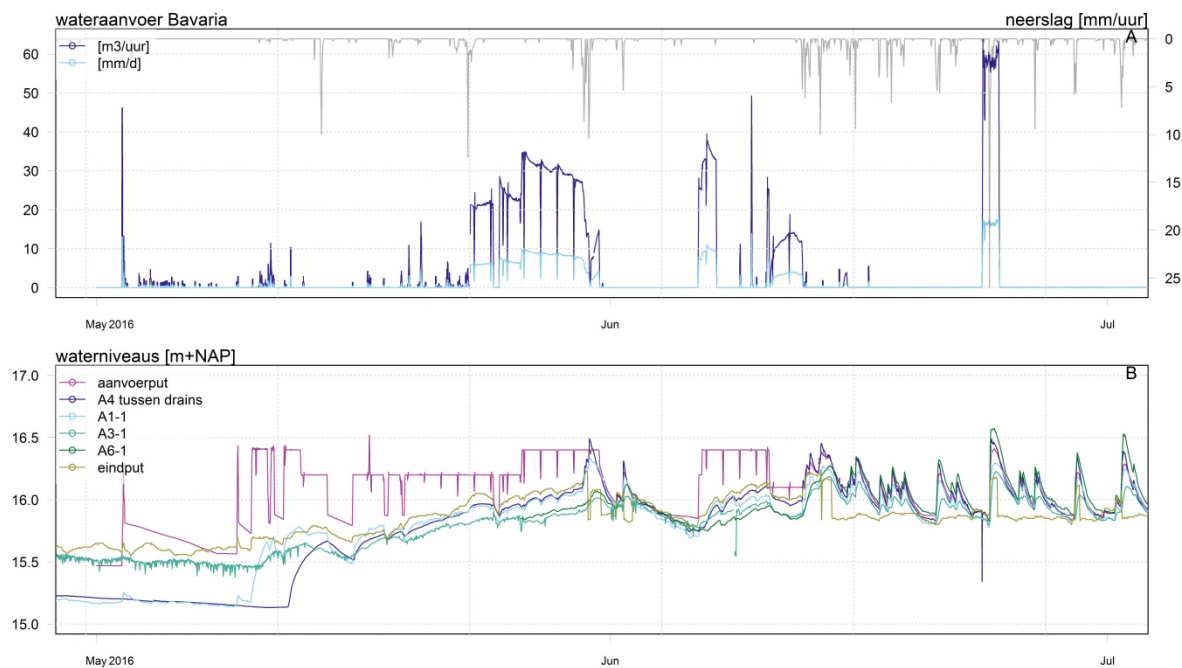
In Figuur 8 wordt ingezoomd op de periode mei-juli 2016. Hieruit volgt dat na de start van sub-irrigatie (infiltratie van water vindt plaats als het waterniveau in het aanvoereservoir hoger is dan de grondwaterstand) begin mei direct een stijging van de grondwaterstand tussen de drains is te zien bij A1 en A3, gevolgd door A4. Begin juni is de grondwaterstand bij A4 gestegen van 15.1 m+NAP naar 16.1 m+NAP. Door de overvloedige neerslag in de maand juni heeft de wateraanvoer veelal stilgelegen en is er zelfs water afgevoerd via het drainagesysteem. Dit blijkt uit de hogere grondwaterstand in het perceel dan de waterstand in de eindput).

Het duidelijke effect van sub-irrigatie zoals dat te zien is in het perceel bij meetpunt A4, is niet terug te zien bij de meetpunten buiten het perceel, in een raai loodrecht op de Goorloop (Figuur 9). Wel is in deze meetpunten het effect van neerslag te zien. Uit tijdreeksanalyse (met het programma Menyanthes, resultaten worden hier niet getoond) blijkt dat de variatie in de grondwaterstand in het perceel met name door neerslag, sub-irrigatie en verdamping wordt bepaald; buiten het perceel zijn alleen neerslag en verdamping de verklarende variabelen. Figuur 9B toont tevens het verschil in grondwaterstand bij de Goorloop en het perceel: het niveauverschil varieert in de tijd tussen 1.5-3 m. Voor de punten buiten het perceel parallel aan de Goorloop (Figuur 10) geldt dat (nog) geen effect van sub-irrigatie kan worden waargenomen. De grondwaterstand bij meetpunt C1 is overigens opvallend diep.

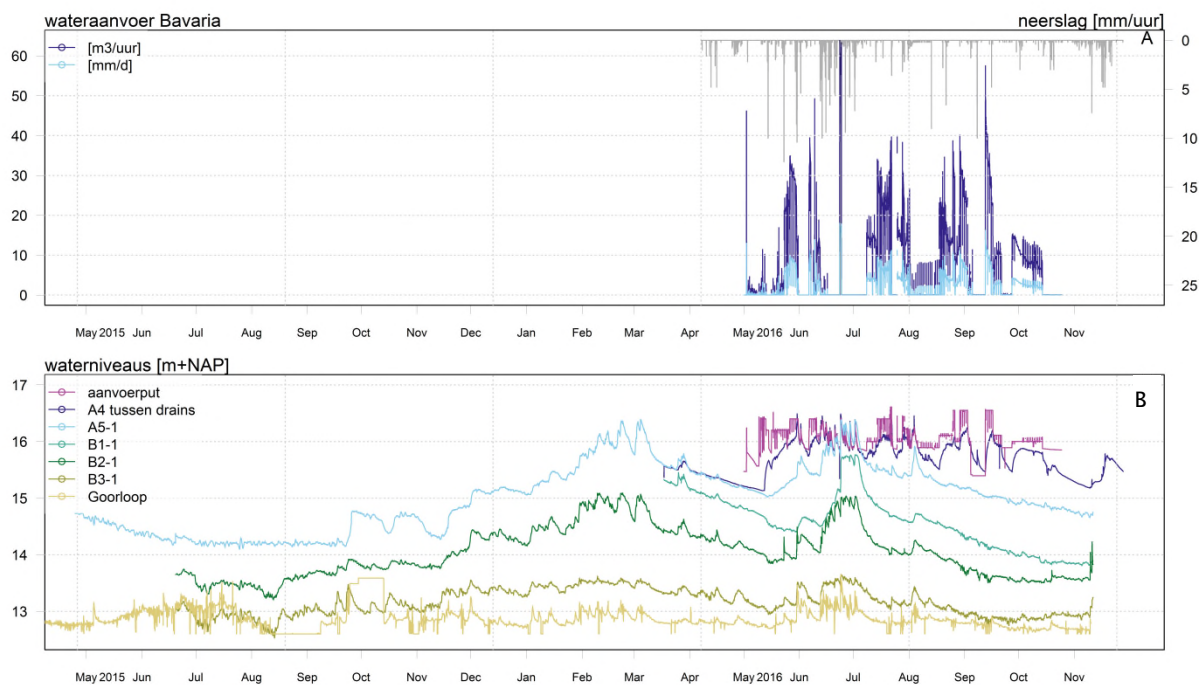
Dit is enerzijds een bevestiging van de effectiviteit van sub-irrigatie, en anderzijds een aanwijzing dat uitstralingseffecten op de omgeving nauwelijks optreden. De lengte van de opgebouwde meetreeksen is echter nog te kort om een algemene conclusie te trekken (bv voor andere jaren). Daarvoor is continuering van het huidige meetprogramma noodzakelijk.



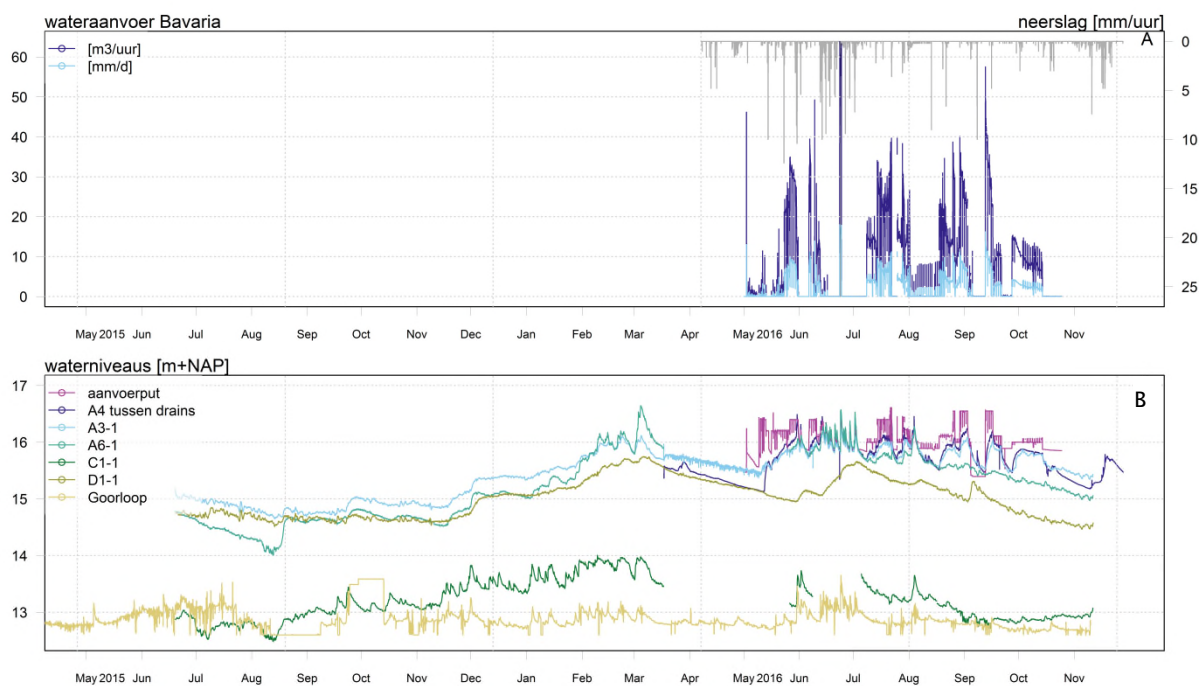
Figuur 7: A: tijdreeks van gemeten wateraanvoer en neerslag (zoals gemeten op het perceel in 2016). B: Gemeten waterniveaus in het aanvoereservoir, de eindput en grondwaterwaterstanden in het perceel bij de meetpunten A1, A3, A6 en A4; alle meetpunten staan midden tussen twee drains.



Figuur 8: zelfde figuur als Figuur 7, maar nu ingezoomd op de periode mei-juli 2016.

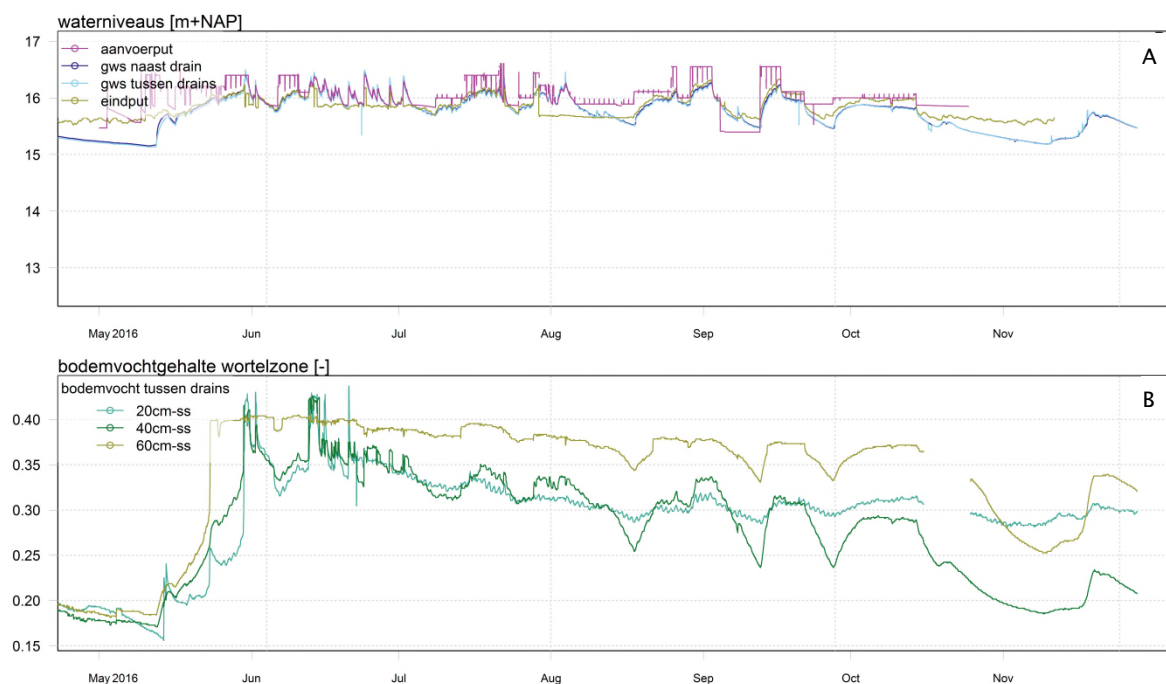


Figuur 9: zelfde figuur als Figuur 7, maar nu voor de meetpunten in de raai loodrecht op de Goorloop.



Figuur 10: zelfde figuur als Figuur 7, maar nu voor meetpunten parallel aan de Goorloop en het meetpunt aan de overkant van het kanaal.

Vochtgehalte: Figuur 11 geeft de gemeten grondwaterstanden en bodemvochtgehalten bij meetpunt A4. Het verschil in grondwaterstanden naast en tussen de drains is nihil, wat erop duidt dat de doorlatendheid van de bodem waarin de drains liggen hoog is. Na het starten van sub-irrigatie in mei stijgen de vochtgehalten. Echter, het verloop is in de maanden mei en juni wat grillig door de neerslag. Door de hevige neerslag in juni raakt de bodem verzadigd. In de maanden augustus en september, met weinig neerslag, verhoogt sub-irrigatie het vochtgehalte. Medio oktober zijn de bodemvochtmetingen tijdelijk verstoord door sabotage door een koe...



Figuur 11: A: Gemeten waterniveaus in de aanvoerput en eindput en grondwaterstanden in het perceel bij meetpunt A4 direct naast en tussen twee drains. B: Gemeten bodemvochtgehalte bij meetpunt A4, midden tussen twee drains en op drie dieptes: 20, 40 en 60 cm – maaiveld.

Voorlopige conclusies/bevindingen

- Sub-irrigatie is een effectieve manier om restwater van Bavaria aan de omgeving terug te geven. Gedurende de proef is ruim 25.000 m³ restwater geïnfiltreerd. Gezien de late start van de proef en de natte zomermaanden is de verwachting dat dit volume doorgaans hoger zal zijn.
- Aangehouden is dat infiltratie van gezuiverd restwater via sub-irrigatie / omgekeerde drainage in het grasperceel van Wilfried van Dijk in 2016 tot een verhoging van de grondwaterstand van ongeveer 1 meter heeft geleid. De verhoging van de grondwaterstand had tevens een positief (verhogend) effect op het bodemvochtgehalte.
- Door de hoogteverschillen in het perceel ontstaan in een deel van het perceel te natte omstandigheden. Daarom wordt door Wilfried van Dijk bekeken of een deel van het systeem tijdelijk kan worden afgesloten.
- (Ongewenste) vernattingseffecten als gevolg van de proef op aangrenzende percelen zijn niet waargenomen.
- De verzamelleiding van het drainage/infiltratiesysteem lijkt te hoog op het reservoir te zijn aangesloten, wat het lastig maakt de grondwaterstand in het perceel goed te sturen. Dit kan opgelost worden door behalve de metingen van het waterniveau in het reservoir, ook de grondwaterstanden in het sturingssysteem van Bavaria op te nemen.
- De extreme weercondities van 2016 maken inzichtelijk dat het nodig is om met de wateraanvoer geautomatiseerd te anticiperen op de weersverwachting en te natte omstandigheden te voorkomen. In 2017 wordt bekeken in hoeverre dit gerealiseerd kan worden.
- 2016 was een extreem nat en niet representatief jaar voor een droogteproef. Daardoor is steeds slechts in korte periodes water aangevoerd. Niet alle vragen kunnen daarom op basis van de meetresultaten van 2016 worden beantwoord. Bijvoorbeeld: welk debiet is nodig in een langdurig droge periode? Is langdurige aanvoer mogelijk of treedt verstopping van het systeem op? Ook is de duur van de monitoring te kort om uitstraling van de sub-irrigatie op de omgeving in beeld te brengen. Om deze redenen wordt ook in 2017 nog actief gemonitord.