

Praktijkproef over emissie van gewasbeschermingsmiddelen en meststoffen in twee aardbeitrayplantensystemen

Meetjaar 2024

Rapport

Ellen Klein, Margot Veenenbos



Water



Bodem



Onderzoeken

CLM-1237



Dit is een rapportage van CLM Onderzoek en Advies
April 2025

CLM-publicatienummer: 1237

Opdrachtgevers: samenwerkingsverband van Waterschap Aa en Maas, Van den Elzen Plants, Provincie Noord-Brabant en gemeente Meierijstad.

Auteurs: Ellen Klein, Margot Veenenbos

Foto omslag: Margot Veenenbos

CLM Onderzoek en Advies
Gutenbergweg 1
4104 BA Culemborg

Postbus 62
4100 AB Culemborg

www.clm.nl
0345 470 700

Praktijkproef over emissie van gewasbeschermings- middelen en meststoffen in twee aardbeitrayplanten- systemen

Meetjaar 2024

INHOUD

Samenvatting	5
1. Inleiding	9
1.1 Achtergrond	9
1.2 Beschrijving teeltsystemen van proefopzet 2024	10
1.2.1 Reguliere trayvelden	10
1.2.2 Pilotveld: kweken van aardbeienplanten in hangende trays los van de ondergrond	13
1.3 Werkwijze	14
1.3.1 Inwerken in het lopende project	14
1.3.2 Actualisatie meetplan 2024	14
1.3.3 Coördinatie monsternamen teeltseizoen 2024	17
1.3.4 Analyseresultaten en rapportage 2024	19
2. Resultaten	21
2.1 Leeswijzer algemeen	21
2.2 Gewasbeschermingsmiddelen	21
2.2.1 Vergelijking spuitschema en analyses	21
2.2.2 Leeswijzer actieve stoffen	26
2.2.3 Actieve stoffen: totaal	27
2.2.4 Actieve stoffen	27
Stoffen met een hoge milieubelasting	27
Stoffen met een lagere milieubelasting	31
2.2.5 Emissie naar de bodem	33
2.3 Nutriënten	35
2.4 Waterkwantiteit	43
2.5 Bodem en grondwater	49
2.5.1 Beschrijving van de meetlocaties	51
2.5.2 Bevindingen	52
2.5.3 Conclusies op hoofdlijnen	59

3. Conclusies en aanbevelingen	60
3.1 Conclusies	60
3.2 Kanttekeningen	62
3.3 Samenvattende vergelijking	63
3.4 Aanbevelingen	65
Referenties	68
Bijlage I	69

SAMENVATTING

Achtergrond

In 2022 zijn Van den Elzen Plants, gemeente Meierijstad, provincie Noord-Brabant en waterschap Aa en Maas een samenwerking gestart om de emissie van nutriënten, gewasbeschermingsmiddelen en water vanuit een nieuw type trayveld te onderzoeken. In vervolg op een verkennend onderzoek in 2022 en een praktijkproef in 2023, is in 2024 een praktijkproef uitgevoerd op een pilot trayveld en een regulier trayveld, onder begeleiding van CLM Onderzoek en Advies BV.

De onderzoeksvraag daarbij luidde:

Hoe verhoudt het pilotsysteem (trays op rails) zich tot het reguliere systeem van trayvelden op het gebied van:

- Waterverbruik en infiltratie?
- Emissies van gewasbeschermingsmiddelen naar het milieu?
- Emissies van nutriënten naar het milieu?

Teeltsystemen 2024

In de proef worden twee systemen met elkaar vergeleken:

1. Een regulier trayveld, waarbij de planten in trays op een verharde ondergrond staan. Tussen de trays met planten zijn rij- en werkpaden voor de apparatuur. De **first flush** (3 mm van elke regenbui, maar ook bij beregning, dit is 30 m³ per ha) wordt opgevangen en hergebruikt. De rest van het water (> 3 mm van elke bui), de zogenaamde **second flush**, is in theorie schoon en komt uit in een wadi, vanwaar het infiltreert naar het grondwater of naar het oppervlaktewater kan stromen.
2. Een pilotveld, waarbij de planten in trays aan rails boven de grond hangen. De ondergrond is open. Onderdeel van het systeem is ook een rail-systeem waarover apparatuur kan rijden; daardoor zijn er geen rijpaden nodig en staan de trays aaneengesloten naast elkaar.

Werkwijze

Gedurende het teeltseizoen van 2024 – wat loopt van juni t/m november- zijn monsters genomen in diverse waterstromen op zowel het reguliere als het pilotveld. Hierbij is gekeken naar waterkwantiteit (neerslag, watergift, debieten voor uitgaande stromen), aanwezige gewasbeschermingsmiddelen (middels gewasanalyses en waterkwaliteitsanalyses) en nutriënten (middels waterkwaliteitsanalyses).

Resultaten gewasbeschermingsmiddelen

Op het reguliere veld zijn meer bespuitingen (44 versus 32), met meer middelen (24 versus 16), uitgevoerd dan op het pilotveld. Daarom is voor de analyse de focus gelegd op de periode medio augustus tot eind oktober en is gekeken naar zes actieve stoffen, te weten: fluopyram (Luna Sensation), penconazool (Topaz), azoxystrobine (Amistar), difenoconazool (Amistar), spirotetramat (Batavia, VSM Spirotetramat), cyprodinil (Switch). De eerste vier middelen hebben een grotere impact op het milieu dan de laatste twee middelen. De zes stoffen zijn gedurende genoemde periode vergelijkbaar toegepast op het reguliere veld en het pilotveld; daardoor kunnen we voor deze subset een eerlijke vergelijking maken tussen beide velden.

Als we het reguliere en het pilotveld met elkaar vergelijken zien we:

- De cumulatieve hoeveelheden (in g/ha) van alle werkzame stoffen zijn hoger in het lekwater van het pilotveld, dan in het lekwater van het reguliere veld in de 2nd flush.
- Van de zes onderzochte stoffen geldt voor vijf van de zes dat, wanneer we per stof een vergelijking maken van het gehalte werkzame stof in het lekwater op het pilotveld (opvangbak) en het reguliere veld (second flush), er meer actieve stof (in veel gevallen ongeveer tweemaal zoveel) uitspoelt op het pilotveld. Alleen voor penconazool geldt dit niet, maar daarvan zijn de gehaltes überhaupt erg laag.
- Verder laten deze data zien dat de first flush op het reguliere veld, zoals bedoeld, een groot deel van de werkzame stoffen die uitspoelt, opvangt.
- De concentratie van stoffen in de peilbuizen is lager onder het pilotveld dan in de wadi bij het reguliere veld. Dit is tegengesteld aan bovenstaande bevindingen, omdat de totale hoeveelheid stoffen (paragraaf 2.2.3) in het lekwater op het pilotveld juist hoger is.

Resultaten nutriënten

De hoeveelheden en concentraties stikstof en fosfor in de waterstromen op beide velden zijn vergeleken. Daarbij zien we dat:

- Zowel bij nitraat als fosfor is de hoeveelheid (kg/ha) in het lekwater op het pilotveld circa vier keer hoger dan op het reguliere veld. Voor N toetaal geldt dat de hoeveelheid in het lekwater op het pilotveld dertien keer hoger is dan op het reguliere veld.
- Op het reguliere veld wordt een aanzienlijk deel van de meststoffen opgevangen in de first flush.

Resultaten waterkwantiteit

De waterbalans is voor beide velden uitgewerkt.

- Het totale waterverbruik voor gietwater op het pilotveld is 1/3e lager dan op het reguliere veld.
- Voor het reguliere veld wordt ongeveer evenveel grondwater opgepompt als voor het pilotveld.
- Relatief veel giet- en regenwater komt retour uit het teeltsysteem, resp. bijna 70% op het reguliere veld en ca. 50% op het pilotveld.
- Het volume water dat geïnfiltreerd wordt in de bodem is bij het reguliere veld 1/3e minder dan op het pilotveld. Op het reguliere veld wordt in het groeiseizoen een groot deel van gietwater en regen opgevangen in het first flush bassin.
- Het gietwater op het reguliere veld bestaat voor 1/3e uit recirculatiewater van de first flush en voor 2/3e uit opgepompt grondwater. Ruim de helft van het first flush water wordt gerecirculeerd. De capaciteit van de ontsmetter lijkt nu beperkend voor optimale recirculatie.
- Op het pilotveld infiltreert regenwater in de bodem buiten het teeltseizoen.
- *Het verloop van de grondwaterstanden onder de trayvelden op de pilotlocatie en de reguliere locatie is niet onderscheidend.¹*

Conclusies en aanbevelingen

Op basis van de onderzoeksvraag ("Hoe verhoudt het pilotsysteem (trays op rails) zich tot het reguliere systeem van trayvelden?") kunnen we de volgende conclusies trekken:

Emissie gewasbeschermingsmiddelen

- Het pilotsysteem leidt tot meer emissies van gewasbeschermingsmiddelen naar het milieu.

Emissie meststoffen

- Het pilotsysteem leidt tot meer emissie van nitraat en fosfaat naar het milieu.

Waterkwantiteit

- Voor het pilotveld wordt evenveel water opgepompt en meer water teruggebracht in de bodem. Op pilot infiltreert regenwater in de bodem buiten het teeltseizoen. Daarnaast is het waterverbruik op het pilotveld efficiënter dan op het reguliere veld.

¹ Het gedeelte van het rapport dat gaat over de grondwaterstanden is uitgewerkt door waterschap Aa en Maas.

Op basis van deze conclusies doen we de volgende aanbevelingen:

- Een identieke herhaling van deze proefopzet is niet aan te bevelen. Wanneer er behoefte is om de resultaten nogmaals te staven, dan raden we een versimpelde proefopzet aan; een vergelijking tussen een aantal specifieke middelen op beide velden, die op een vast moment worden toegepast, waarna direct in de uitgaande waterstroom gemeten wordt.
- Uit de proef blijkt dat er via teeltmanagement en techniek te besparen is op water, gewasbeschermingsmiddelen en meststoffen. Dit verdient verdere uitwerking in de praktijk.



1. INLEIDING

Van den Elzen Plants, gemeente Meierijstad, provincie Noord-Brabant en waterschap Aa en Maas zijn in 2022 een samenwerking gestart om de emissie van nutriënten, gewasbeschermingsmiddelen en water vanuit een nieuw type trayveld te onderzoeken. In 2024 is een proef uitgevoerd op een pilot trayveld en een regulier trayveld, onder begeleiding van CLM Onderzoek en Advies BV.

1.1 Achtergrond

Bij de teelt van aardbeienplanten op reguliere trayvelden staan de planten in trays op een verharde ondergrond. Het water wat van deze velden afstroomt moet worden opgevangen en hergebruikt. Daarnaast moet zo'n veld in het bestemmingsplan aangewezen zijn als bouwblok. Vooral dat laatste punt maakt het voor ondernemers lastig om uit te breiden, omdat het wijzigen van het bestemmingsplan vaak een lange procedure is. Om aan de huidige vraag naar aardbeienplanten te kunnen voldoen, werden daarom in de praktijk tijdelijke trayvelden aangelegd op de vollegrond. Deze tijdelijke velden hoefden niet te voldoen aan de vereisten van opvang en hergebruik van water. Inmiddels zijn tijdelijke trayvelden niet meer wettelijk toegestaan. De tijdelijke trayvelden zijn, gezien een mogelijk negatief effect op bodem en water, niet wenselijk. Een duurzaam alternatief voor de tijdelijke trayvelden is gewenst, zodat er in de toekomst geen tijdelijke velden meer worden aangelegd.

Voor dit onderzoek is door de aardbeienteler een proefopstelling van 1,8 ha groot aangelegd voor het opkweken van aardbeienplanten. In de proefopstelling hangen de trays met cups waarin aardbeienplanten groeien aan rails ca 20 cm boven de grond. Water kan direct onder de trays infiltreren in de grond. De teelt op deze manier is niet toegestaan volgens de huidige regelgeving². In dit project is uitgezocht hoe de proefopstelling zich qua emissie van gewasbeschermingsmiddelen en meststoffen en de waterbalans verhoudt tot een regulier veld.

² Voor het project is een tijdelijke vergunning verleend voor het proefveld.

Onderzoeksvraag:

Hoe verhoudt het pilotsysteem (trays op rails) zich tot het reguliere systeem van trayvelden op het gebied van:

- Waterverbruik en infiltratie?
- Emissies van gewasbeschermingsmiddelen naar het milieu?
- Emissies van nutriënten naar het milieu?

Dit onderzoek is een eerste verkennend onderzoek naar de milieuprestaties van het systeem. Het onderzoek kan leiden tot een van de volgende uitkomsten:

- Het inzicht dat het systeem **betere** milieuprestaties heeft dan reguliere trayveld systemen en dat er dus gekeken kan worden wat er nodig is aan onderzoek en onderbouwing voor de wet- en regelgeving;
- Het inzicht dat het systeem **slechtere** milieuprestaties heeft dan reguliere trayveld systemen, dat het systeem niet gewenst is en dat er dus geen aanpassingen aan wet- en regelgeving nodig zijn;
- Het resultaat dat het nog **onzeker** is of er sprake is van betere of slechtere milieuprestaties dan reguliere trayveld systemen, en dat er een andere proefopzet nodig is.

Meetjaar 2022 en 2023

Het meetjaar 2022 is een jaar geweest om de meetopstellingen te testen, het gebied en watersysteem te leren kennen en te bekijken hoe de vervolgmonitoring voor 2024-2026 eruit moet komen te zien. De resultaten van het 1e meetjaar (2022) zijn beschreven in de rapportage van Melis et al (2023). De resultaten van het 2^{de} meetjaar (2023) zijn beschreven in de rapportage van Melis et al (2024).

1.2 Beschrijving teeltsystemen van proefopzet 2024

1.2.1 Reguliere trayvelden

Bij reguliere trayvelden staan de planten in trays op een verharde ondergrond. Tussen de trays met planten zijn rij- en werkpaden voor de apparatuur. Trays en rijpaden worden beregend en bemest via beregeningsinstallaties. Gewasbeschermingsmiddelen worden toegepast met de veldspuit. De veldspuit rijdt over de rijpaden, waarbij de spuitdoppen boven de paden dicht zijn. O.a. door drift kan wel een deel van de gewasbeschermingsmiddelen op de paden komen.



Figuur 1 Regulier trayveld. Trays staan op worteldoek met daaronder waterdicht zeil. De afdekking loopt bol af naar de rijpaden aan beide kanten. Daaronder ligt drainage wat het water van de verhardingen afvoert naar een opvangbekken. De rijpaden zijn verhard.

Volgens het BAL moet de **first flush** (3 mm van elke regenbui, maar ook bij bespuiting, dit is 30 m³ per ha) worden opgevangen en hergebruikt. In dit systeem wordt het water voor het recyclen ontsmet, met het oog op voor het gewas schadelijke micro-organismen (dat kan mechanisch, chemisch en met uv). Het te recyclen water wordt opgevangen in een bassin ('vuil waterbassin'). Water in het bassin kan worden hergebruikt in de teelt zelf (vaak na ontsmetting)³. Op dit bedrijf wordt het water ontsmet en naar een ander bassin ('schoon waterbassin') gepompt van waaruit het wordt hergebruikt in de teelt.

Het beregeningswater op het reguliere veld is dus samengesteld uit recirculatie water uit de first flush en opgepompt grondwater. Het water afkomstig van first flush bevat restanten van gewasbeschermingsmiddelen en meststoffen. De installatie voor het beregenen is gekoppeld aan een doseersysteem om meststoffen toe te voegen aan het beregeningswater. De watergift wordt bepaald door de verdamping van de planten te controleren aan de hand van de vochtigheid van de cups, te voorspellen en rekening te houden met neerslag.

³ In praktijk zullen er ook telers zijn die dit water op weilanden of in een andere teelt gebruiken, maar dat is wettelijk niet toegestaan.

Meststoffen zoals nitraat, fosfaat en kalium worden in twee vormen toege-
diend:

- In korrels van een langzaamwerkende samengestelde meststof die vooraf door het substraat worden gemengd. Onder invloed van vocht en temperatuur komen de meststoffen in de korrel langzaam vrij, afhankelijk van de werkingsduur die is toegepast. De met substraat en langzaamwerkende meststoffen gevulde trays staan vaak vier tot zes weken voor het planten op de velden, omdat het qua logistiek niet mogelijk is om alle velden in kortere tijd klaar te zetten.
- In opgeloste vorm in het beregeningswater. Gedurende de gehele teeltperiode wordt deze vorm toegepast. De dosering is afhankelijk van de groeifase en de groeisnelheid.

De rest van het water (> 3 mm van elke bui), de zogenaamde **second flush**, is in theorie schoon en kan direct worden geloosd op oppervlaktewater. Om ervoor te zorgen dat het water niet allemaal direct op het oppervlaktewatersysteem komt, is vanuit het waterschap (Waterschapsverordening) de voorwaarde dat bij afvoer van verhard oppervlak compenserende maatregelen zijn getroffen om versnelde afvoer van hemelwater tegen te gaan. Dat kan bereikt worden door het water op te slaan in een buffer en vanuit daar geleidelijk op het oppervlaktewater te lozen, of bijvoorbeeld via infiltratie in een vloeiveld/wadi, en dat het na een bodempassage pas in het oppervlaktewater uitkomt. Op dit bedrijf is een wadi met natuurwaarden aangelegd.

Er zijn een aantal zaken die in acht moeten worden genomen m.b.t. de eigenschappen van het reguliere veld in dit onderzoek:

- Het is een relatief nieuw veld, aangelegd met kennis van “nu”.
- De second flush gaat naar zeer grote wadi, dit is niet het geval bij oudere velden.
- De totale opvangcapaciteit in de bassins is hoger dan de norm.
- De capaciteit van het ontsmettingssysteem voor het water uit de first flush bassin voldoet aan het BAL. In de registratie van de debietmeter wordt deze maximale capaciteit niet gerealiseerd, nl. maximaal 450m³. Bij veel neerslag raakt de first flush vol. Dit is ook vastgesteld tijdens bezoeken.
- Bij hoosbuien is de pompcapaciteit van de wateropvangsystemen niet altijd voldoende. Daarom is voorzien in een overstortmogelijkheid geplaatst aan het einde van de drainsloot.
- Spoelwater van de ontsmettingsunit wordt opgevangen in een klein bassin met overstort naar de wadi.

1.2.2 Pilotveld: kweken van aardbeienplanten in hangende trays los van de ondergrond

In dit systeem hangen de planten in trays aan rails boven de grond. De ondergrond is open. Onderdeel van het systeem is ook een railsysteem waarover apparatuur kan rijden; daardoor zijn er geen rijpaden nodig. Zo staat op het pilotveld een speciaal voor dit veld ontworpen spuitmachine die over de rails rijdt. De hoogte van de spuitdoppen tot de planten is minder dan bij de veldspuit die op het reguliere perceel wordt gebruikt. Bovendien is de spuitboom afgeschermd met kunststof platen. Door zowel de verlaagde spuitboom als de afscherming heeft de wind minder invloed op de spuitdruppels; het leidt daardoor tot minder drift en er komt meer middel op de planten. De spuitvloeistof wordt elders klaargemaakt en met een pomp overgepompt in het voorraadvat van deze machine.

Het gietwater komt van één bron: de drainagebuis op 6 m diepte die onder het naastgelegen perceel ligt. Het water dat door de trays loopt kan direct onder de trays infiltreren in de grond. De trays zijn zo gemaakt dat al het water bij normale beregening of een bui door de cups met substraat en planten heen gaat en na deze passage op de grond valt. Bij piekbuien is er een overloop van de trays, waarbij het water direct op de grond onder het systeem komt en dus niet via planten en substraat loopt.

De bemestingsmethode is in dit systeem vergelijkbaar met het reguliere systeem; via korrels in het substraat en als opgeloste vorm toegevoegd aan het beregeningswater.

De teelt op deze manier (het water zonder zuiveringsstap direct lozen op de grond) is niet toegestaan volgens het BAL. Dit verkennende en praktijkgerichte onderzoek wordt uitgevoerd om te onderzoeken of deze alternatieve techniek dezelfde milieuresultaten oplevert als de in het BAL toegestane techniek.



Figuur 2. Pilotlocatie. De trays hangen aan een ophang-systeem boven de bodem. Via de rails kan apparatuur over de trays heen rijden.

1.3 Werkwijze

Om de onderzoeksvraag te beantwoorden is een aantal stappen uitgevoerd gedurende teeltjaar 2024.

1.3.1 Inwerken in het lopende project

Het project is gestart in 2022, waarbij veel ervaring is opgedaan met monitoring. CLM heeft zich deze kennis eigen gemaakt, door een veldbezoek met het projectteam, het lezen van de rapportage met de resultaten van 2023 en het monitoringsplan 2023-2026. Vervolgens zijn beide documenten (resultaten 2023 en monitoringsplan) gereviewd om te komen tot een plan van aanpak voor 2024.

1.3.2 Actualisatie meetplan 2024

Op basis van het veldbezoek en de reviews is het meetplan voor 2024 geactualiseerd. Hiervoor is afgestemd met de werkgroep monitoring over: 1) wat er in 2022 en 2023 goed ging en wat er beter kan, 2) Wat er moet gebeuren in 2024 zodat iedereen tevreden kan zijn, en 3) Wat het monitoringsteam daarvoor nodig heeft.

Om een goed beeld van alle waterstromen te krijgen, is een schematische afbeelding gemaakt van het pilot- en het reguliere veld. Het reguliere veld in de proef betreft veld 2. Op dezelfde locatie deelt veld 2 een aantal voorzieningen met het grote veld, veld 1. In deze afbeeldingen zijn alle meetpunten voor het debiet, gewasbeschermingsmiddelen (in water, of via een gewasanalyse) en nutriënten weergegeven (zie figuur 3 en 4). Op het reguliere veld zijn meer waterstromen dan op het pilotveld, omdat op het reguliere veld wordt gewerkt met een first en second flush (zie 1.2.1.).

Samen met een Excel met verschillende meetpunten en meetmomenten (zie voor versimpelde versie tabel 1) vormen de twee schematische afbeeldingen het meetplan voor 2024. Het meetplan is besproken met degenen die de monsters gingen nemen in 2024.



Figuur 3. Meetpunten reguliere veld



Figuur 4. Meetpunten pilotveld.

Tabel 1 De meetpunten in de proef van 2024, op het reguliere veld en het pilotveld.

Meetpunt	Veld	Water- stroom	Soort water	Bemonsterings- plaats	Type meting
mp 4	regulier	in	bronwater 60 m	debietmeter pomp van unit*	kwantiteit
mp 4	regulier	in	bronwater 60 m	Pomp grondwater voor 2 reguliere vel- den	kwaliteit
mp 14	regulier	in	ontsmet FF recirculatie	1st Flush Ontsmetter van 2 reguliere velden	kwantiteit
mp 7	regulier	in	ontsmet water FF + bronwater	gietwater bassin voor 2 regu- liere velden	kwaliteit
mp 2	regulier	in	regenwater	regenmeter buiten veld	kwantiteit + stikstof
mp 9	regulier	in	giet- + regen- + spuitwater	regenmeters veld	kwantiteit en kwaliteit
mp 11	regulier	uit	drainwater trays	opvangbakken voor start teelt	kwantiteit en kwaliteit

Meetpunt	Veld	Water- stroom	Soort water	Bemonsterings- plaats	Type meting
mp 12	regulier	uit	drainwater trays + paden	drainsloot veld 2	kwantiteit
mp 13	regulier	uit	1st Flush	1st Flush pulspomp	kwaliteit
mp 22	regulier	uit	1st Flush	1st Flush debietmeter	kwantiteit
mp 15	regulier	uit	2nd Flush	2nd Flush pulspomp	kwaliteit
mp 16	regulier	uit	2nd Flush infil- tratie	peilbuis in wadi van 2 reguliere velden	niveaumeting en kwaliteit
mp 18	regulier	uit	grondwater onder veld	peilbuizen veld	niveaumeting en kwaliteit
mp 3	pilot	in	bronwater 6 m	grondwater opgepompt	kwaliteit
mp 1	pilot	in	regenwater	regenmeter buiten veld	kwantiteit + stikstof
mp 8	pilot	in	giet- + regen- + spuitwater	regenmeters veld	kwantiteit en kwaliteit
mp10	pilot	uit	drainwater trays	opvangbak/ lekbak pilot	kwantiteit en kwaliteit
mp 17	pilot	uit	infiltratie onder veld	peilbuizen veld	niveaumeting en kwaliteit
mp 19	pilot	controle	gewas analyse bespuitingen	gewasmonsters	gewasanalyse GBM
mp 20	regulier	controle	gewas analyse bespuitingen	gewasmonsters	gewasanalyse GBM

*) Bij de berekeningen voor de waterkwantiteit op het reguliere veld bleek dat de data van de debietmeter van de unit niet overeen komen met de hoeveelheid gietwater die is opgevangen in de regenmeters op het veld. Voor een goede vergelijking zijn daarom de data van de regenmeters op het veld gebruikt, net als op het pilotveld.

1.3.3 Coördinatie monsternamen teeltseizoen 2024

Gedurende het teeltseizoen van 2024 – wat loopt van juni t/m november- zijn monsters genomen door AGM Melis Consult en Floraison en medewerkers van Van den Elzen Plants. CLM heeft regelmatig contact gehad met de verschillende monsternemers om een vinger aan de pols te houden, opdat monsters op het juiste moment volgens de juiste methode werden genomen, geconserveerd en geanalyseerd. De metingen zijn samengevat in tabel 2.

Tabel 2. Overzicht van uitgevoerde metingen gedurende teeltseizoen 2024.

Analyse	Type monster	Verwerking door:	# geplande metingen	# gerealiseerde metingen ⁴
Gewasanalyse	Plantmateriaal	Normec	14	14
Waterkwaliteit GBM	Water	Aquon	44	42
Waterkwaliteit Nutriënten	Water	Aquon	48	44
Waterkwaliteit peilbuizen	Afgelezen waarde	Aa en Maas	9	8
Debiet water stromen	Registratie van debietmeters en meten van opgevangen water	VDE Plants, AGM Melis Consult en Floraison	Dagelijks	120
Waterniveau peilbuizen	Continuëring van niveau	Aa en Maas	Continue	

Gedurende het teeltseizoen is grofweg maandelijks een monitoringsoverleg gehouden, om met alle betrokkenen de voortgang van de metingen te bespreken.

Beknopte werkwijze bij monsternamen:

- Alle **waterstromen** zijn gemeten en bemonsterd om inzicht te krijgen in zowel **volumes** als de **waterkwaliteit** per waterstroom (zie figuur 3 en 4, en tabel 1).
- De **debieten** zijn in het veld geregistreerd en gemeten met regenmeters en een pulspomp. De monsters voor **kwalitatieve analyse** op de stoffen zijn bewaard in de vriezer. De te analyseren monsters zijn samengesteld naar rato van de volumes die in die periode zijn gemeten. De meeste waterstromen zijn vierwekelijks geanalyseerd. Opgepompt water, regenwater, bassinwater en de peilbuizen zijn minder vaak geanalyseerd.
- De peilbuizen zijn bemonsterd en geanalyseerd voor waterkwaliteit door Aquon.

⁴ Het totaal aantal analyses is iets lager dan gepland. Dit komt vooral doordat de teeltduur iets korter was dan vooraf gepland. Daarnaast kon één peilbuismonster door hoog water niet worden genomen en had één monster te weinig volume om in te sturen. Er zijn twee niet vooraf geplande analyses uitgevoerd van waterstromen. Eén peilbuis is een periode lek geweest, waardoor de analyse niet betrouwbaar is. Een peilbuis was vanwege een hoge waterstand niet bereikbaar voor een monsternamen.

- De waterkwaliteitsanalyses zijn uitgevoerd door Aquon met geaccrediteerde meetmethodes. De gemeten meststoffen zijn nitraat, nitriet, ammoniak, ammonium, N totaal, N Kjeldahl, fosfaat, Ptotaal en sulfaat. Daarnaast is chloor gemeten en is een set van gewasbeschermingsmiddelen gemeten.
- Er zijn tweewekelijks **gewasanalyses** genomen door Normec. Deze analyses laten zien of de toegepaste stoffen terug te vinden zijn op de aardbeienplanten: dit is een extra toets om de waarnemingen in de waterkwaliteitsmonsters te bevestigen.

1.3.4 Analyseresultaten en rapportage 2024

Gedurende het teeltseizoen zijn de metingen geanalyseerd en gepresenteerd aan de monitoringsgroep, om zo goed inzicht te krijgen in de voortgang van de proef. Aan het einde van het seizoen zijn de laatste metingen geanalyseerd en is deze eindrapportage opgesteld.

Op het reguliere veld is de teelt ca. twee weken eerder gestart en eerder geoogst dan op het pilotveld. Hierdoor is de teeltduur ongeveer gelijk.

Beoordeling van de debieten:

Debieten zijn op verschillende manieren vastgelegd:

1. Afgelezen van een debietmeter
2. Geregistreerd door water te verzamelen in regenmeters en opvangbakken en daarvan het volume te meten
3. Door met een pulspomp water te verzamelen in cans en daarvan het volume te meten⁵.

Met deze data is het mogelijk om het volume van de overige stromen te berekenen. De gegevens met een * zijn berekend.

Met betrekking tot de betrouwbaarheid van de debieten bij het reguliere veld, moeten de volgende zaken in acht worden genomen:

1. Bij zwaardere buien treedt de overstort van de drainsloot in werking, welke niet wordt gemeten. Dit jaar was er zo'n zeven keer een bui van meer dan 10mm (ter vergelijking: vorig jaar was dat 17 keer).
2. Eenmaal werkte de klep in de leiding naar het first flush bassin niet goed en stroomde water terug in de drainsloot.
3. Eenmaal is de ontsmettingsunit buiten werking geweest vanwege onderhoud. Als op dat moment het first flush bassin vol was, is het mogelijk dat first flush water in de wadi is beland.

⁵ In praktijk blijken deze metingen echter onderling sterk van elkaar te verschillen, waardoor het niet mogelijk is deze als controle te gebruiken.

Op beide velden zijn waterstromen gemeten met regenmeters. Bij lage volumes kunnen de gevolgen van afleesfouten groter zijn dan bij grote volumes. Hierdoor zijn de data van de waterstromen een goede indicatie, maar niet een perfecte weergave van de werkelijkheid. Eventuele afleesfouten kunnen zich doorvertalen naar de analyses van gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten. In alle gevallen gaat het dan om de marges van kleine volumes en lage concentraties.

De data van verschillende soorten metingen zijn voor deze berekeningen gecombineerd met kengetallen: debietmeters op leidingen (4x), opgevangen water in regenmeters (4x), opgevangen water in lekbakken (1x) en kengetallen voor de verdamping. Enkele waterstromen zijn afgeleid van metingen (2x).

Bij de analyse van de waterkwantiteit op dagbasis zijn de gegevens lastig te interpreteren, dit leidt soms tot onverklaarbare uitkomsten. Dit lijkt te komen door kleine verschillen in de registratie. Daarom zijn voor de vergelijking voornamelijk gegevens over de totale periode verwerkt.

Het ras en de plantdichtheid zijn op beide velden verschillend. Op het pilotveld stond het ras Lady Emma, op het reguliere veld stond het ras Favori. Dit betekent dat de verdamping per veld kan verschillen, dit is echter binnen deze proefopstelling niet vast te stellen.

Beoordeling van de gewasbeschermingsmiddelen:

In dit onderzoek beoordelen we de waterkwaliteitsmetingen op de **aanwezigheid** van verschillende werkzame stoffen om de hoeveelheid van die stoffen in de emissie te berekenen. Het doel van de analyses is om de verschillen tussen de twee velden te beoordelen. Het toetsen van gevonden waarden aan geldende normen valt buiten de scope van dit onderzoek. In eerdere jaren is al gekeken naar de grondwaternormen. Toetsen aan de oppervlaktewaternormen is complex vanwege middelen die al aanwezig zijn bovenstrooms in het water.

Beoordeling van de nutriënten:

Stikstof komt in meerdere vormen voor, waarvan nitraat (NO_3^-) en ammonium (NH_4^+) goed opneembaar zijn voor planten. Afhankelijk van de omstandigheden kan een stikstofvorm overgaan in een andere opgeloste vorm of verdampen als ammoniak. In oppervlaktewater komen alle stikstofvormen voor en die kunnen bijdragen aan verstoring van het natuurlijk evenwicht. Dat is de reden waarom oppervlaktewater beoordeeld wordt met N totaal.

Grondwater wordt alleen beoordeeld op NO_3^- .

Binnen de proef worden verschillende vormen van meststoffen gemeten. In het rapport focussen we op nitraat, N totaal en P totaal, omdat hiervoor normen gelden voor grond- en oppervlaktewater.



2. RESULTATEN

Gedurende het teeltseizoen 2024 zijn op zowel het pilotveld als op het reguliere veld een aantal factoren gemonitord: de waterkwaliteit, uit te splitsen in aanwezige gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten, en het waterverbruik. In dit hoofdstuk beschrijven we de bevindingen.

2.1 Leeswijzer algemeen

We vergelijken de resultaten van het pilotveld met het reguliere veld. Op meerdere onderdelen zullen we daarvoor een vergelijking maken tussen de toegediende waterstroom (het gietwater; dit is inclusief het regenwater, de bespuitingen en de bemesting) en het water dat onder de planten uitstroomt (het **lekwater**). Het lekwater zien we in de pilot als het water in de opvangbak, bij het reguliere veld gaat het om de second flush (de first flush is ook uitstromend water, maar dit wordt hergebruikt en is dus geen emissie naar het milieu). Door de vergelijking van deze twee waterstromen, kunnen we kijken welke input (gewasbescherming/nutriënten) er na opname door plant/bodem uitspoelt. Dit gebruiken we als maat voor de efficiëntie van het systeem om emissie te beperken.

2.2 Gewasbeschermingsmiddelen

2.2.1 Vergelijking spuitschema en analyses

In 2024 zijn op het reguliere veld 44 bespuitingen uitgevoerd, met 24 verschillende werkzame stoffen. Op het pilotveld zijn 32 bespuitingen uitgevoerd, met 16 verschillende werkzame stoffen. Een deel van de verklaring voor dit verschil, zit in het feit dat de teelt op het pilotveld later is gestart dan die op het reguliere veld.

Vanwege bovengenoemd verschil is het niet mogelijk om de gehele teeltperiode op beide velden te vergelijken. Echter, tussen half augustus en eind oktober waren de bespuitingen identiek op beide velden, op twee bespuitingen na. Met deze kennis focussen we in 2.2.2 en 2.2.3 op een aantal specifieke stoffen die in bovenstaande periode identiek zijn toegepast.

Allereerst is gekeken of de toegepaste werkzame stoffen aangetroffen worden (waarde boven de detectielimiet) in de **waterkwaliteitsanalyses** (zie tabel 3 en 4). Daarbij is specifiek aangegeven of de toegepaste stoffen in het lekwater worden aangetroffen (in groen: second flush bij regulier veld, en lekbak bij pilotveld). Verder is aangegeven welke andere, niet-toegepaste, stoffen zijn aangetroffen in de gehele waterkwaliteitsanalyses.

- Op het reguliere veld zijn 14 van de 24 toegepaste stoffen (58%) aangetroffen in de second flush. Verder zijn er 36 stoffen aangetroffen die niet waren toegepast.
- Op het pilotveld zijn 10 van de 16 toegepaste stoffen (63%) aangetroffen in de opvangbak onder de trays. Verder zijn er 26 stoffen aangetroffen die niet waren toegepast.

Tabel 3. Waterkwaliteitsanalyses voor het reguliere veld. Aangegeven is welke stoffen toegepast zijn (linkerkolom), welke stoffen daarvan zijn aangetroffen in de second flush (groen gemarkeerd in linkerkolom) en welke stoffen zijn aangetroffen op een punt in het gehele reguliere watersysteem, die niet waren toegepast (rechterkolom).

Waterkwaliteitsanalyses	
Reguliere Veld	
Toegepast op perceel:	Aangetroffen stoffen die niet zijn toegepast op het perceel:
1 Bacillus amyloliquefaciens stam QST 713	1 2,6-dichloorbenzamide
2 azoxystrobin	2 acetamiprid
3 bupirimaat	3 bitertanol
4 captan	4 boscalid
5 clethodim	5 carbendazim
6 clopyralid	6 chloorprofam
7 Cyprodinil	7 chloortoluron
8 deltamethrin	8 diethyltoluamide
9 Difenoconazool	9 dimethenamid-P
10 dimethomorf	10 dimethenamide
11 Fenmedifam	11 diuron
12 fluazinam	12 ethofumesaat
13 fludioxonil	13 fenamidon
14 fluopyram	14 flufenacet
15 Fluxapyroxad	15 imidacloprid
16 isofetamid	16 iprodion
17 isoxaben	17 isopropylantranilamide
18 milbemectin	18 lenacil
19 penconazool	19 mandipropamide
20 propamocarb	20 metabenzthiazuron
21 pyraflufen-ethyl	21 metalaxyl

22	spinosad	22	metalaxyl-M
23	spirotetramat	23	metamitron
24	trifloxystrobin	24	metazachloor
		25	metolachloor
		26	pendimethalin
		27	pirimicarb
		28	propyzamide
		29	prosulfocarb
		30	pyrimethanil
		31	tebuconazol
		32	tetrahydroftaalimide
		33	thiacloprid
		34	thiofanaat-methyl
		35	topramezon
		36	triallaat

Tabel 4. Waterkwaliteitsanalyses voor het pilotveld. Aangegeven is welke stoffen toegepast zijn (linkerkolom), welke stoffen daarvan zijn aangetroffen in de opvangbak (groen gemarkeerd in linkerkolom) en welke stoffen zijn aangetroffen op een punt in het gehele pilot-watersysteem, die niet waren toegepast (rechterkolom).

Waterkwaliteitsanalyses			
Pilotveld			
Toegepast op perceel:		Aangetroffen stoffen die niet zijn toegepast op het perceel:	
Pilot		Pilot	
1	Bacillus amyloliquefaciens stam QST 713	1	2,6-dichloorbenzamide
2	azoxystrobin	2	4-dimethylaminosulfotoluidide
3	bupirimaat	3	acetamiprid
4	captan	4	boscalid
5	Cyprodinil	5	chloorprofam
6	Difenoconazool	6	chloortoluron
7	Fenmedifam	7	clopyralid
8	fludioxonil	8	desmetryn
9	fluopyram	9	diethyltoluamide
10	Fluxapyroxad	10	dimethenamid-P
11	isofetamid	11	dimethenamide
12	milbemectin	12	dimethomorf
13	penconazool	13	diuron
14	propamocarb	14	ethofumesaat
15	spirotetramat	15	fluazinam
16	trifloxystrobine	16	flufenacet

	17 isoxaben
	18 lenacil
	19 metabenzthiazuron
	20 metalaxyl
	21 metalaxyl-M
	22 metazachloor
	23 metrafenon
	24 pirimicarb
	25 prosulfocarb
	26 tetrahydroftaalimide

Vervolgens is gekeken of de toegepaste werkzame stoffen aangetroffen worden (waarde boven detectielimiet) in de **gewasanalyses** (zie tabel 5 en 6). Deze analyses laten zien of de toegepaste stoffen terug te vinden zijn op de aardbeienplanten. Ook is aangegeven welke andere, niet-toegepaste, stoffen zijn aangetroffen in deze analyses:

- Op het reguliere veld zijn 19 van de 24 toegepaste stoffen (79%) terug te vinden in de gewasanalyses. Daarnaast zijn zes toegepaste aangetroffen die niet waren toegepast.
- Op het pilotveld zijn 14 van de 16 toegepaste stoffen (88%) terug te vinden in de gewasanalyses. Daarnaast zijn vier stoffen aangetroffen die niet waren toegepast.

Tabel 5. Gewasanalyses voor het reguliere veld. Aangegeven is welke stoffen toegepast zijn (linkerkolom), welke stoffen daarvan zijn aangetroffen in de gewasanalyses (groen gemarkeerd in linkerkolom) en welke stoffen zijn aangetroffen, die niet waren toegepast (rechterkolom).

Gewasanalyses	
Reguliere veld	
Toegepast op perceel:	Toegepaste stoffen die niet zijn gespoten op het perceel:
1 Bacillus amyloliquefaciens stam QST 713	1 Acetamiprid
2 azoxystrobin	2 Clethodim-sulfon
3 bupirimaat	3 Clethodim-sulfoxide
4 captan	4 Ethirimol
5 clethodim	5 Pirimicarb
6 clopyralid	6 Sethoxydim
7 Cyprodinil	
8 deltamethrin	
9 Difenoconazool	
10 dimethomorf	
11 Fenmedifam	

12	fluazinam	
13	fludioxonil	
14	fluopyram	
15	Fluxapyroxad	
16	isofetamid	
17	isoxaben	
18	milbemectin	
19	penconazool	
20	propamocarb	
21	pyraflufen-ethyl	
22	spinosad	
23	spirotetramat	
24	trifloxystrobine	

Tabel 6. Gewasanalyses voor het pilotveld. Aangegeven is welke stoffen toegepast zijn (linkerkolom), welke stoffen daarvan zijn aangetroffen in de gewasanalyses (groen gemarkeerd in linkerkolom) en welke stoffen zijn aangetroffen, die niet waren toegepast (rechterkolom).

Gewasanalyses		
Pilotveld		
Toegepast op perceel:		Toegepast stoffen die niet zijn gespoten op het perceel:
1	Bacillus amyloliquefaciens stam QST 713	1 Cyflumetofen
2	azoxystrobin	2 Ethiprole
3	bupirimaat	3 Ethirimol
4	captan	4 Folpet
5	Cyprodinil	
6	Difenoconazool	
7	Fenmedifam	
8	fludioxonil	
9	fluopyram	
10	Fluxapyroxad	
11	isofetamid	
12	milbemectin	
13	penconazool	
14	propamocarb	
15	spirotetramat	
16	trifloxystrobine	

Opvalt dat in de waterkwaliteitsanalyses veel meer niet-gespoten stoffen worden aangetroffen dan in de gewasanalyses. Dit is te verklaren doordat de waterkwaliteitsanalyses duizendmaal gevoeliger zijn dan de gewasanalyses.

Conclusie:

Op het reguliere veld is 58% van de toegepaste stoffen aangetroffen in de second flush, op het pilotveld is 63% van de toegepaste stoffen aangetroffen in de lekbak. Puur op basis van aan- of afwezigheid van stoffen, lijkt het reguliere veld dus net iets minder emissie te veroorzaken. Deze conclusie is echter enkel gebaseerd op de aanwezigheid van stoffen. Beter is het om ook naar de hoeveelheden te kijken die per stof uitspoelen, zie daarvoor de volgende paragrafen.

2.2.2 Leeswijzer actieve stoffen

Om de onderzoeksvraag te beantwoorden, is het interessant om het voorkomen van een aantal toegepaste stoffen op het pilot en het reguliere veld in diverse gemeten waterstromen met elkaar te vergelijken. Daarbij is gekozen voor een selectie van stoffen die:

- Op beide percelen op een vergelijkbaar moment toegepast zijn (om zo min mogelijk effect te hebben van regen en natuurlijke afbraak).
- In dezelfde doseringen zijn toegepast.
- In meerdere waterstromen in relatief hoge concentraties voorkomen.

Een ander aspect dat interessant is om in acht te nemen, is de kennis over de milieubelasting van een middel. In deze proef toegepaste middelen die veel impact hebben op het milieu (rode score in de milieumeetlat⁶) zijn:

- fluopyram (Luna Sensation)
- penconazool (Topaz)
- azoxystrobine (Amistar)
- difenoconazool (Amistar)

Daar zijn twee middelen aan toegevoegd die weinig impact hebben op het milieu (groene score in de milieumeetlat):

- spirotetramat (Batavia, VSM Spirotetramat)
- cyprodinil (Switch)

Een aantal andere stoffen heeft ook een hoge milieubelasting (zoals bupirimaat), maar lichten we hieronder niet uit omdat zij: ofwel in lage concentraties zijn teruggevonden, ofwel op het pilotveld en reguliere veld niet of op heel andere momenten zijn toegepast.

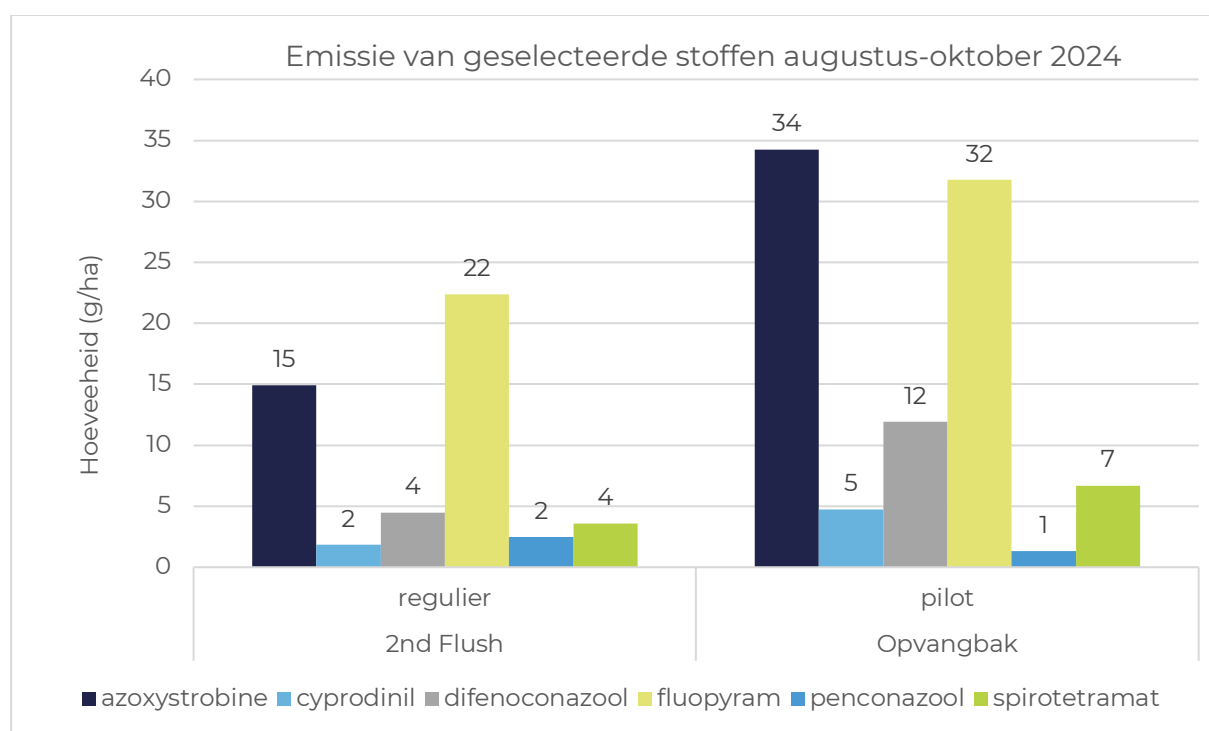
Zo komen we uit op een **subset van zes actieve stoffen**.

De selectie van bovenstaande zes middelen is, zo blijkt uit de spuitregistraties, in de **periode 5 augustus t/m 3 november**, op twee bespuitingen na, op vrijwel dezelfde dag, in dezelfde dosering, op beide velden toegepast. Dat maakt dat deze selectie de eerlijkste vergelijking biedt tussen beide systemen.

⁶ www.milieumeetlat.nl

2.2.3 Actieve stoffen: totaal

Allereerst vergelijken we de totale hoeveelheid (teruggerekend naar g/ha) van de zes geselecteerde stoffen in het lekwater, voor de periode augustus-oktober (figuur 5). We zien dat de hoeveelheden in het lekwater bij de pilot hoger zijn dan die in het lekwater bij het reguliere veld. Bij het reguliere veld wordt uiteraard al een deel van de emissie weggevangen door de first flush.



Figuur 5. De hoeveelheid (in g/ha) van zes geselecteerde stoffen in de periode augustus-oktober 2024 in het lekwater op het reguliere veld en het pilotveld.

Conclusie: De hoeveelheden werkzame stoffen zijn hoger in het lekwater van het pilotveld, dan in het lekwater van het reguliere veld, wanneer we een vergelijking maken van een zestal stoffen dat op een vergelijkbaar moment, in dezelfde hoeveelheden is gespoten op beide percelen.

2.2.4 Actieve stoffen

Stoffen met een hoge milieubelasting

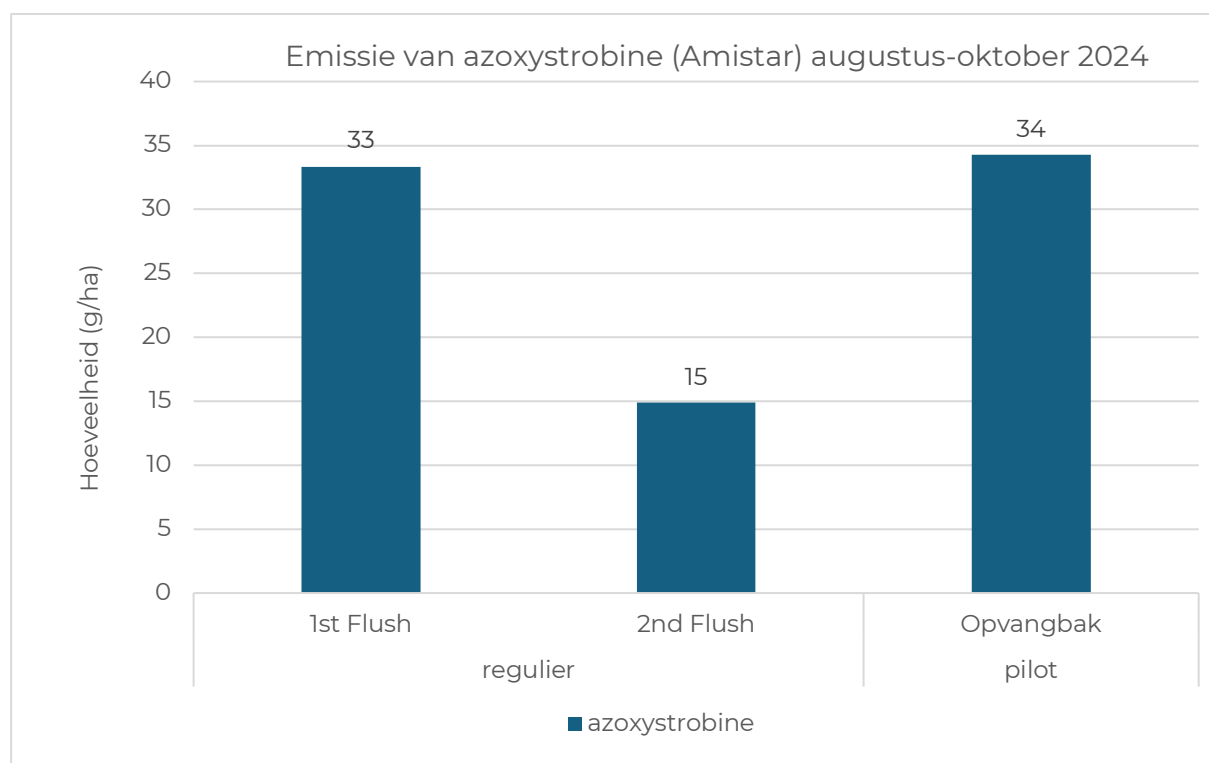
Azoxystrobin

Azoxystrobin is op het reguliere veld op 28 augustus en op 8 oktober toegepast en op het pilotveld op 29 augustus en 8 oktober.

Wanneer we de hoeveelheid werkzame stof in het lekwater op het pilotveld (opvangbak) en het reguliere veld (second flush) met elkaar vergelijken, zien

we dat er grofweg twee keer zoveel actieve stof uitspoelt op het pilotveld. Tegelijkertijd zien we dat de first flush een groot deel van de azoxystrobine wegvangt (figuur 6).

Azoxystrobine spoelt relatief langzaam uit, en breekt relatief snel af onder invloed van licht; op het pilotveld zijn de omstandigheden daarmee gunstiger voor deze stof dan op het reguliere veld, want op het pilotveld staan de planten dicht bij elkaar (relatief meer 'bodem') en op het reguliere veld kan een deel van de stof onder invloed van licht op de verharding afbreken.



Figuur 6. Hoeveelheid (g/ha) van azoxystrobine (uit middel Amistar) in lekwater op het pilotveld en het reguliere veld, in de periode augustus-oktober.

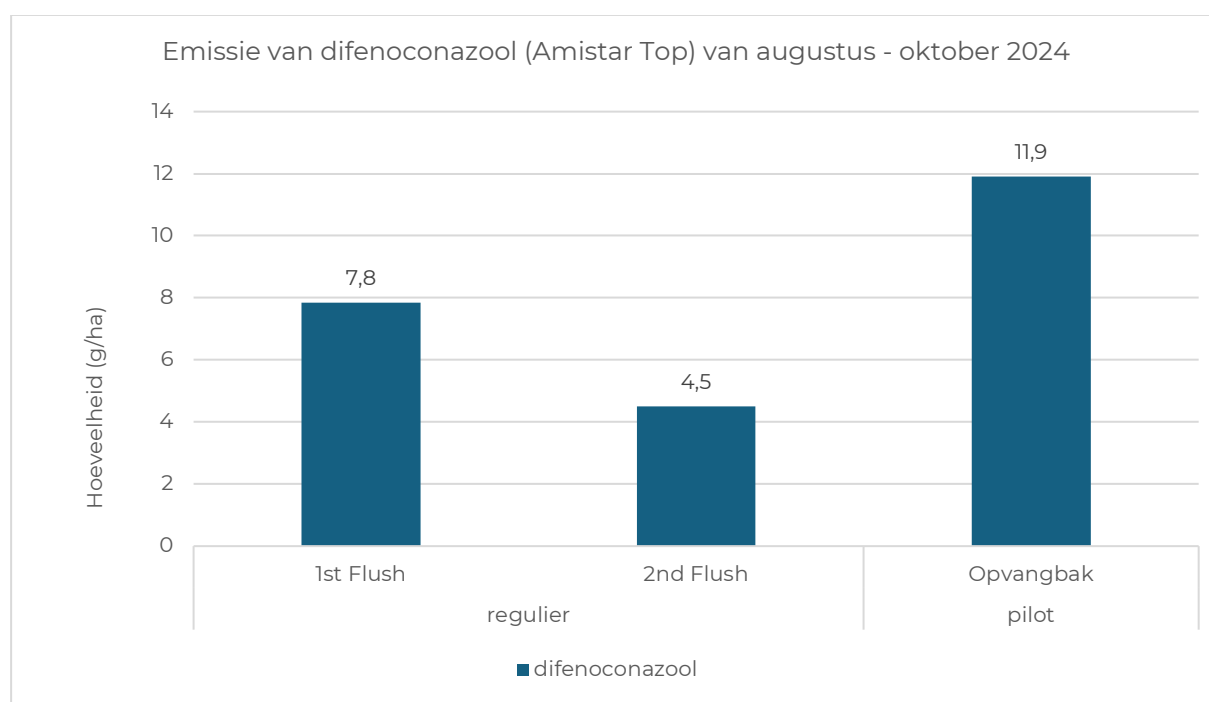
Difenoconazool

Difenoconazool is een werkzame stof in twee toegepaste middelen (Amistar Top en Bifasto). De stof is op het reguliere veld op 28 augustus, 5 en 25 september en 8 oktober toegepast. De stof is op het pilotveld op 29 augustus, 4 en 24 september en 8 oktober toegepast.

Wanneer we het hoeveelheid werkzame stof in het lekwater op het pilotveld (opvangbak) en het reguliere veld (second flush) met elkaar vergelijken, zien we dat er grofweg twee keer zoveel actieve stof uitspoelt op het pilotveld

(figuur 7). Wederom zien we dat de first flush een groot deel van de werkzame stof wegvangt.

Difenoconazool breekt in water heel snel af (de halfwaardetijd in water is 2,8 dagen). Een dag eerder/later toepassen of meten heeft op het al dan niet terugvinden van deze stof dus een heel groot effect.

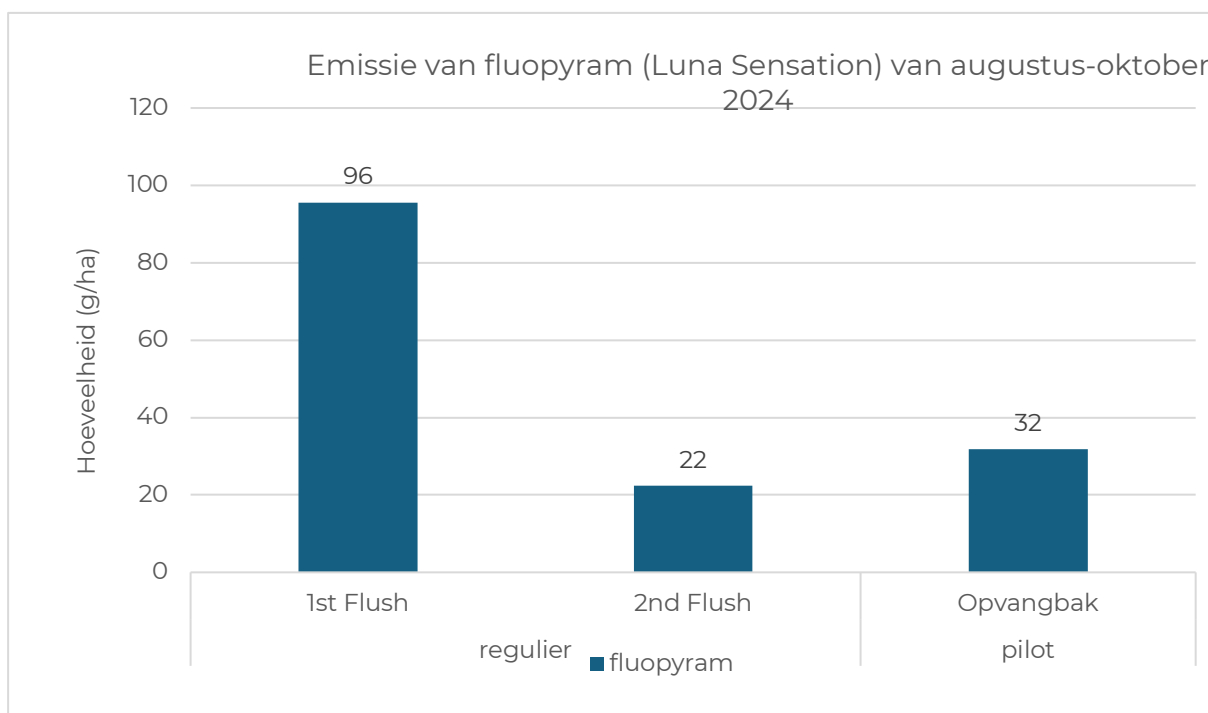


Figuur 7. Hoeveelheid (g/ha) van difenoconazool (uit middelen Amistar Top en Bifasto) in lekwater op het pilotveld en het reguliere veld, in de periode augustus-oktober.

Fluopyram

Fluopyram is op het reguliere veld op 2, 4 en 14 oktober toegepast en op het pilotveld op 2 en 15 oktober.

Wanneer we de hoeveelheid werkzame stof in het lekwater op het pilotveld (opvangbak) en het reguliere veld (second flush) met elkaar vergelijken, zien we dat er iets meer actieve stof uitspoelt op het pilotveld (figuur 8). Wederom zien we dat de first flush een groot deel van de werkzame stof wegvangt



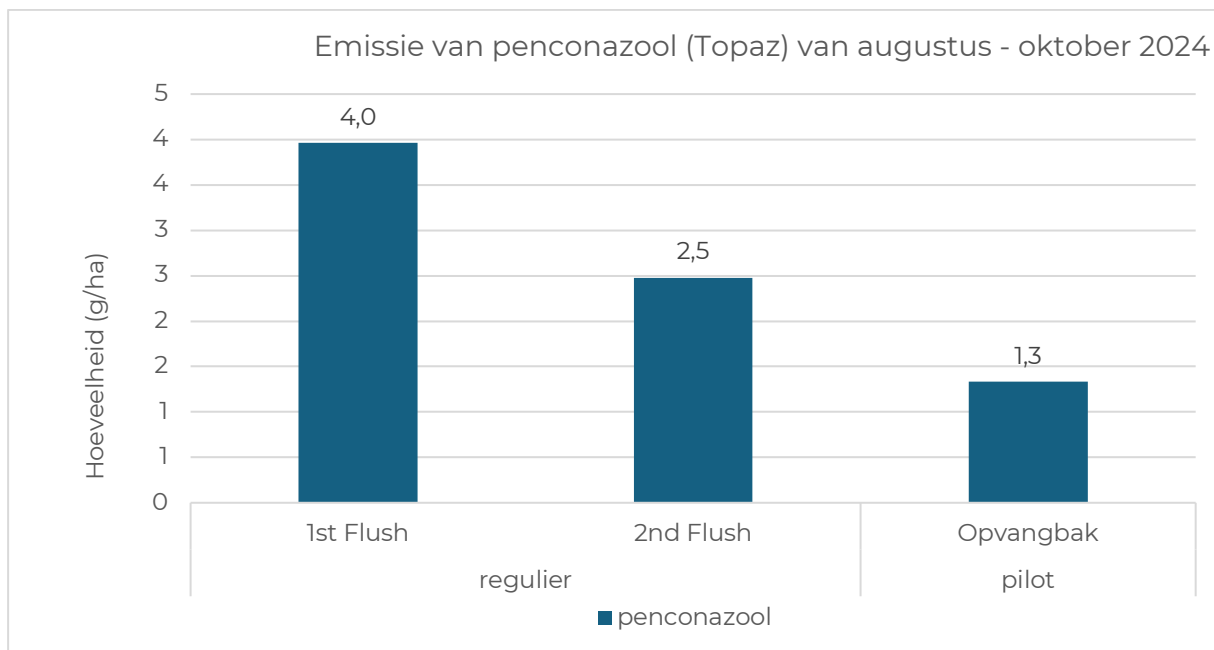
Figuur 8. Hoeveelheid (g/ha) van fluopyram (uit middel Luna Sensation) in leekwater op het pilotveld en het reguliere veld, in de periode augustus-oktober.

Penconazool

Penconazool is op het reguliere veld op 19 september toegepast en op het pilotveld op 18 september.

Wanneer we de hoeveelheid werkzame stof in het leekwater op het pilotveld (opvangbak) en het reguliere veld (second flush) met elkaar vergelijken, zien we dat er grofweg twee keer zoveel actieve stof uitspoelt op het reguliere veld. De hoeveelheden zijn echter in beide gevallen laag. Wederom zien we dat de first flush een groot deel van de werkzame stof wegvangt

Net als difenoconazool breekt ook penconazool in water heel snel af (de halfwaardetijd in water is 2 dagen).



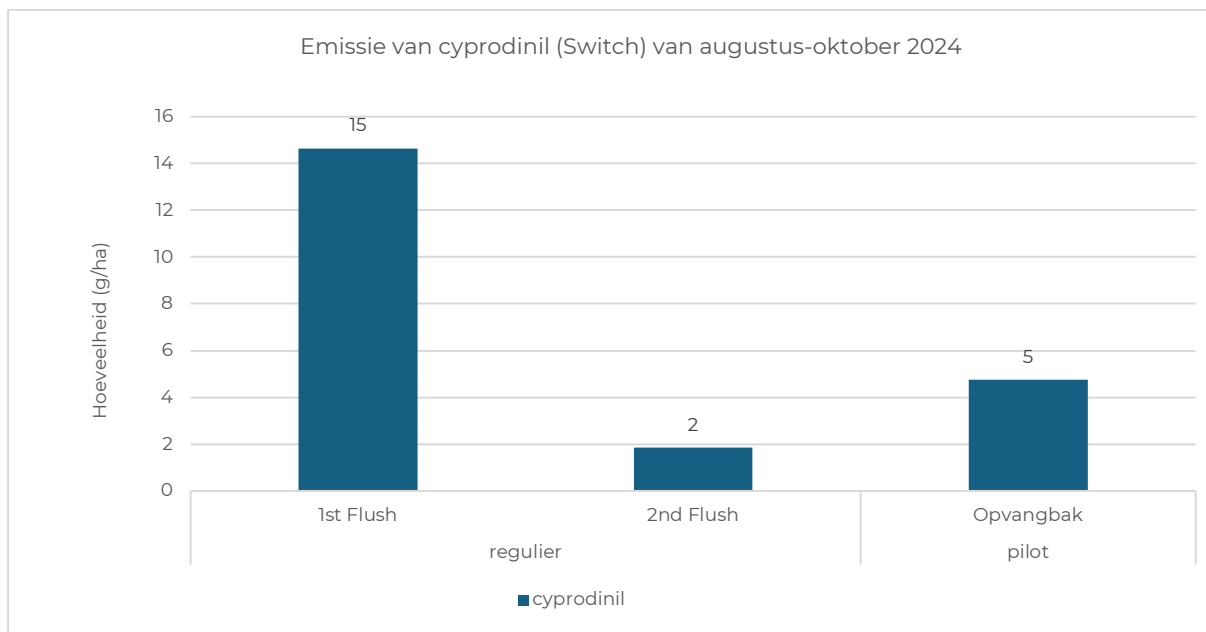
Figuur 9. Hoeveelheid (g/ha) van penconazool (uit middel Topaz) in lekwater op het pilotveld en het reguliere veld, in de periode augustus-oktober.

Stoffen met een lagere milieubelasting

Cyprodinil

Cyprodinil is op het reguliere veld op 12 september, 22 oktober en 8 november toegepast en op het pilotveld op 13 september, 22 oktober en 5 november.

Wanneer we de hoeveelheid werkzame stof in het lekwater op het pilotveld (opvangbak) en het reguliere veld (second flush) met elkaar vergelijken, zien we dat er ruim twee keer zoveel actieve stof uitspoelt op het pilotveld (figuur 10). Wederom zien we dat de first flush een groot deel van de werkzame stof wegvangt



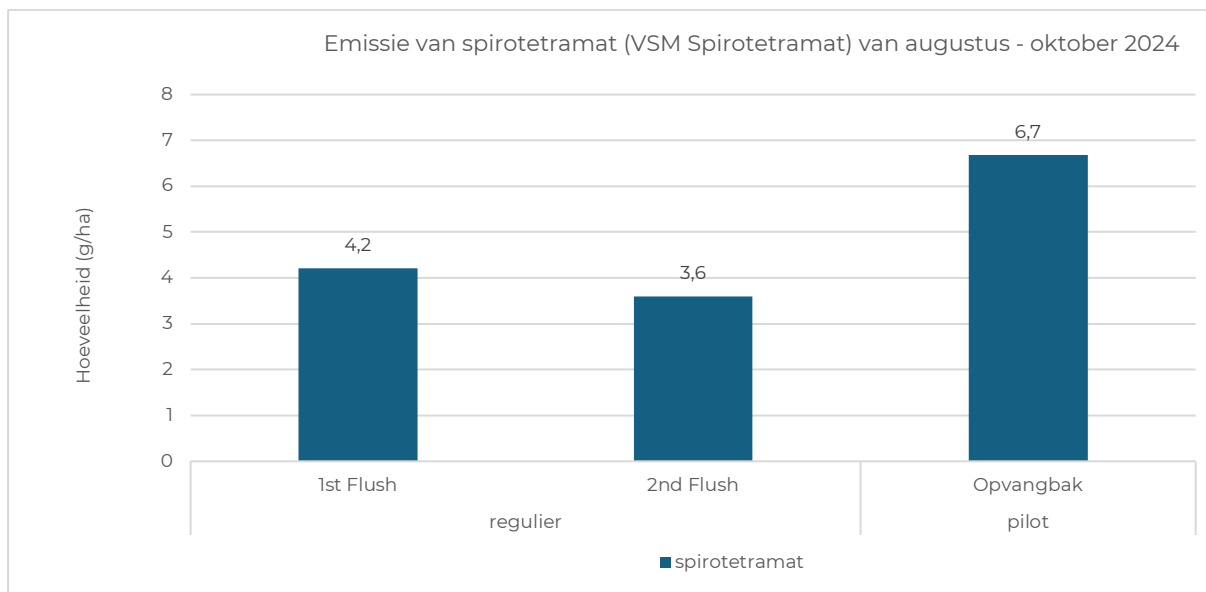
Figuur 10. Hoeveelheid (g/ha) van cyprodinil (uit het middel Switch) in leekwater op het pilotveld en het reguliere veld, in de periode augustus-oktober.

Spirotetramat

Spirotetramat is op het reguliere veld toegepast op 16 augustus, 5 en 25 september en 14 oktober en op het pilotveld op 25 augustus, 4 en 24 september en 15 oktober.

Wanneer we de hoeveelheid werkzame stof in het leekwater op het pilotveld (opvangbak) en het reguliere veld (second flush) met elkaar vergelijken, zien we dat er grofweg twee keer zoveel actieve stof uitspoelt op het pilotveld (figuur 11). Wederom zien we dat de first flush een groot deel van de werkzame stof wegvangt.

Spirotetramat heeft een extreem korte afbraaktijd in water (halfwaardetijd van spirotetramat in water is 0,78 dag).



Figuur 11. Hoeveelheid (g/ha) van spirotetramat (uit het middel VSM Spirotetramat) in lekwater op het pilotveld en het reguliere veld, in de periode augustus-oktober.

Conclusie

Van de zes onderzochte stoffen geldt voor vijf van de zes dat, wanneer we de hoeveelheid werkzame stof in het lekwater op het pilotveld (opvangbak) en het reguliere veld (second flush) met elkaar vergelijken, er meer actieve stof (in veel gevallen ongeveer tweemaal zoveel) uitspoelt op het pilotveld. Alleen voor penconazool geldt dit niet, maar daar zijn de hoeveelheden überhaupt erg laag. Verder zien we duidelijk dat de first flush een groot deel van de actieve stoffen opvangt.

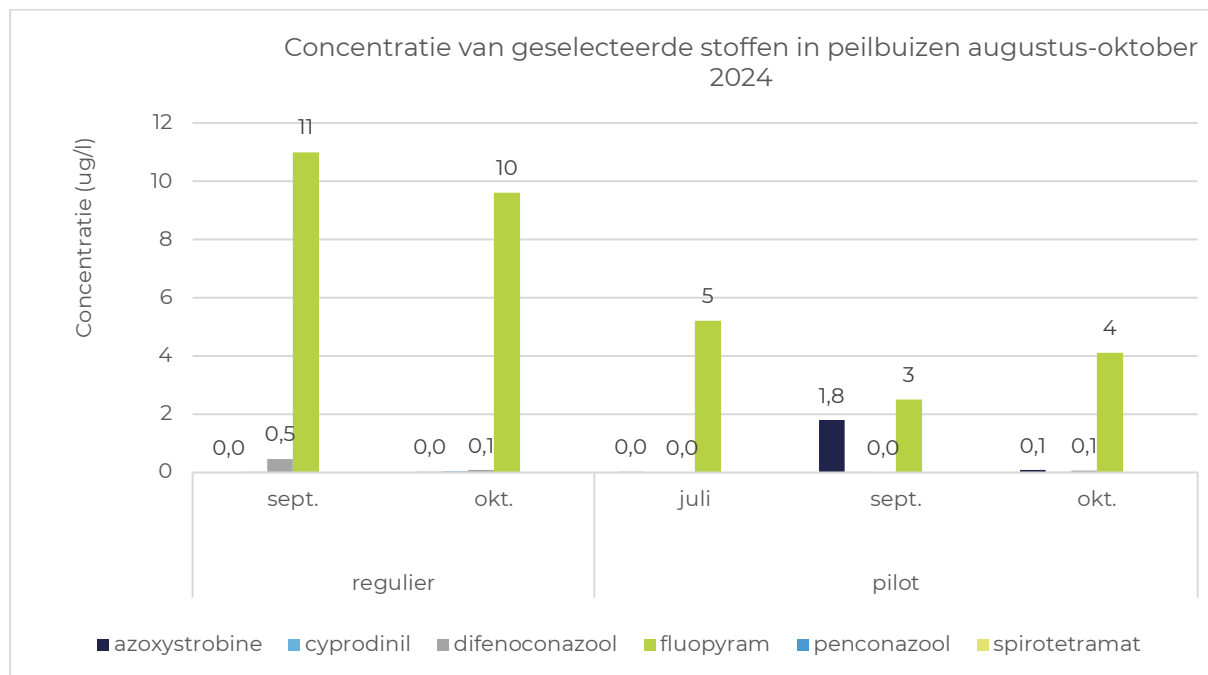
2.2.5 Emissie naar de bodem

Vanuit beide velden vindt bodeminfiltratie plaats. Op het reguliere veld is dat water van second flush in de wadi en op het pilotveld gaat het om het lekwater onder de trays. Deze locaties zijn bemonsterd via de peilbuizen en het betreft dus een momentopname van de gemeten concentraties.

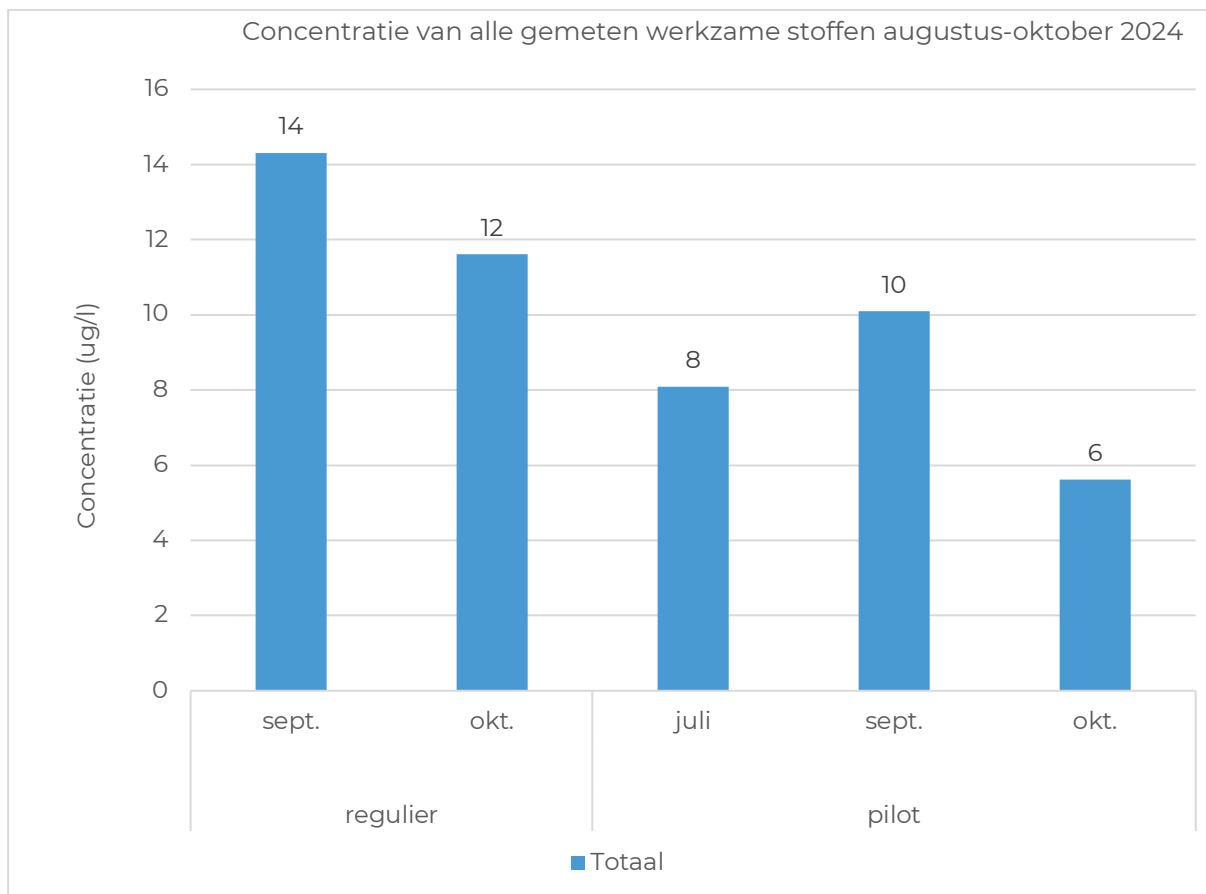
Figuur 12 toont de concentraties van de geselecteerde stoffen in de peilbuizen. Te zien is dat van de geselecteerde stoffen fluopyram (Luna Privilege) in de hoogste concentraties wordt gemeten en dat andere stoffen in aanzienlijk lagere concentraties voorkomen.

Figuur 13 toont de totale concentratie aan gewasbeschermingsmiddelen (dus meer werkzame stoffen dan de eerdere zes geselecteerde stoffen, inclusief stoffen die niet zijn toegepast). De totale concentratie aan middelen is beperkt hoger dan de opgetelde concentraties in de eerste grafiek, wat betekent dat de stoffen uit de eerste grafiek het grootste aandeel leveren in het totaal.

De grafieken laten zien dat de concentraties van stoffen (ug/l) in de peilbuis van de wadi bij het reguliere veld hoger zijn dan in de peilbuis op het pilotveld. Dit is tegengesteld aan de verwachting, aangezien de totale emissie in hoeveelheden (mg/ha) bij het pilotveld hoger is dan van de second flush op het reguliere veld. Het is niet duidelijk wat hiervan de oorzaak is; waarschijnlijk ligt de verklaring in de toepassingen uit het verleden en uit de omgeving.



Figuur 12. Concentratie van zes geselecteerde stoffen in de peilbuis onder de wadi en in de peilbuis onder het pilotveld, in de periode augustus-oktober.



Figuur 13. Cumulatieve concentratie in de peilbuis onder de wadi en in de peilbuis onder het pilotveld van alle werkzame stoffen in de periode augustus-oktober.

Conclusie peilbuizen

De concentratie van stoffen in de peilbuizen is lager op het pilotveld dan in de wadi bij het reguliere veld. Dit is tegengesteld aan de verwachting, omdat de totale hoeveelheid stoffen (paragraaf 2.2.3) in het lekwater op het pilotveld juist hoger is.

2.3 Nutriënten

Bij de analyse van nutriënten moet een aantal zaken in acht worden genomen:

- Meststoffen worden, ten opzichte van de gewasbeschermingsmiddelen, frequenter gedoseerd, één tot vier keer per week. De dosering per week is afhankelijk van het teeltstadium en de groeisnelheid.
- Door de frequente dosering van meststoffen is de concentratie in het water stabiel, m.n. in de maanden september en oktober, omdat in die periode stikstof wordt gedoseerd om de bloemaanleg te stimuleren.

- Op het reguliere veld is de teelt eerder gestart en is de bemesting ook eerder verhoogd dan op het pilotveld. De teelt is ook eerder afgerond.
- De resultaten zijn weergegeven voor de periode van 5 augustus tot 21 november.

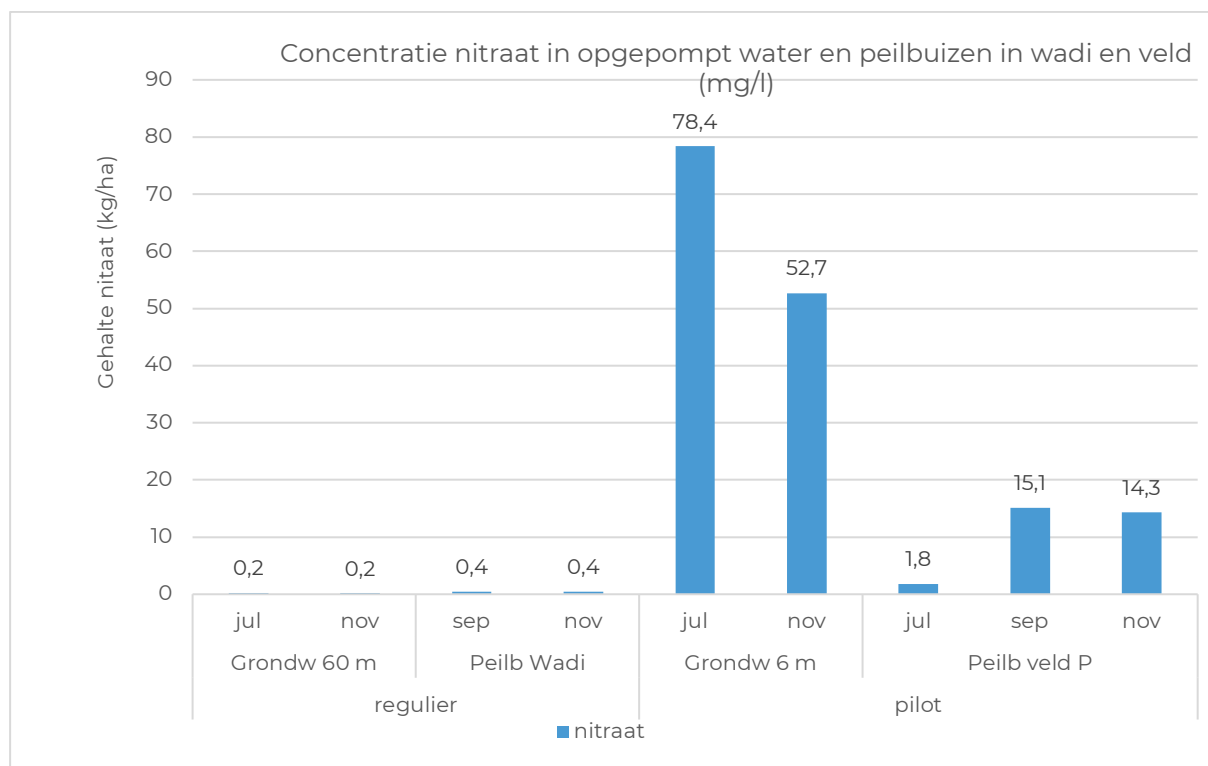
Nitraat

In tuinbouwteelten zoals aardbei is het gebruikelijk om voor bemesting nitraat (NO_3) toe te passen. Nitraat is een zeer goed oplosbare meststof, waardoor deze makkelijk uitspoelt.

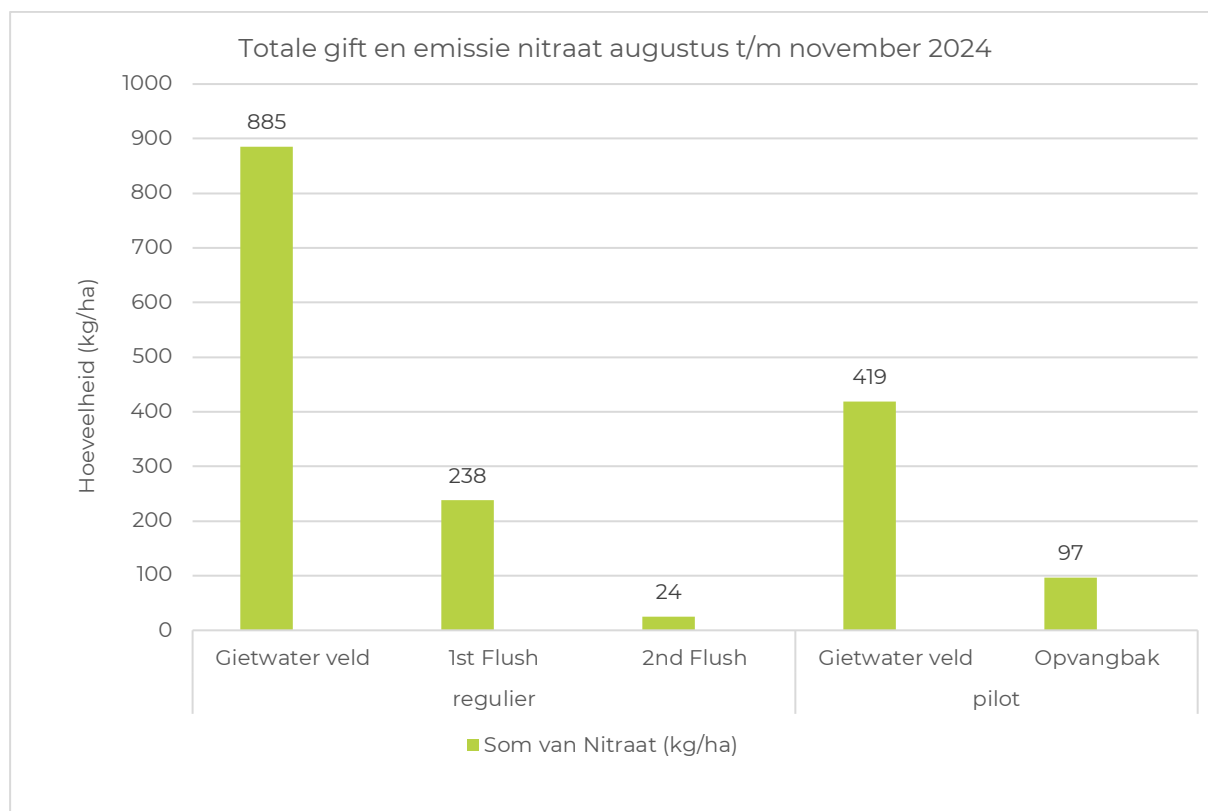
De norm voor grondwater verschilt van die voor oppervlaktewater. De norm voor grondwater is maximaal 50 mg nitraat/l. In beide systemen vindt emissie naar de bodem plaats.

De concentratie nitraat in het opgepompte water van 6 m diep is al vrij hoog, in augustus en november resp. 78 en 53 mg/l. Oftewel; puur het opgepompte water, zonder toevoegingen, komt boven de grondwaternorm van 50 mg/l nitraat uit. Het water wordt opgepompt vanonder het perceel naast het pilotveld, waar in 2024 mais is geteeld.

In de peilbuis onder het pilotveld varieerde het gehalte nitraat van 2 tot 15 mg/l. In de peilbuis onder de wadi was dat 0,4 mg/l, dus aanzienlijk lager (zie figuur 14). Deze metingen zijn momentopnamen. De vijf metingen in de peilbuizen lagen ver onder de norm voor grondwater van 50 mg/l.



Figuur 14. Concentratie nitraat in opgepompt water en in de peilbuizen (mg/l).



Figuur 15. De totale gift (gietwater) en emissie (first en second flush en opvangbak) van nitraat in de periode augustus t/m november op het reguliere veld en het pilotveld.

In figuur 15 is de cumulatieve input en output van nitraat te zien, voor beide systemen. Op het reguliere veld is tweemaal zoveel nitraat gedoseerd als op het pilotveld. Op het reguliere veld komt een deel daarvan op de verharding, waardoor meer nitraat onbenut blijft.

Ongeveer 30% van nitraat in het gietwater op het reguliere veld komt in de drain en vervolgens in first flush en second flush. In de figuur is te zien dat een groot deel wordt opgevangen in de first flush en zo beschikbaar voor komt recirculatie. Slechts 3% (24 kg) wordt afgevoerd via second flush naar de wadi. Op het pilotveld wordt 23% (97 kg) opgevangen in de opvangbak; dit is het deel dat infiltreert in de bodem. Dit is in kg vier keer zoveel als bij het reguliere veld in de second flush naar de wadi.

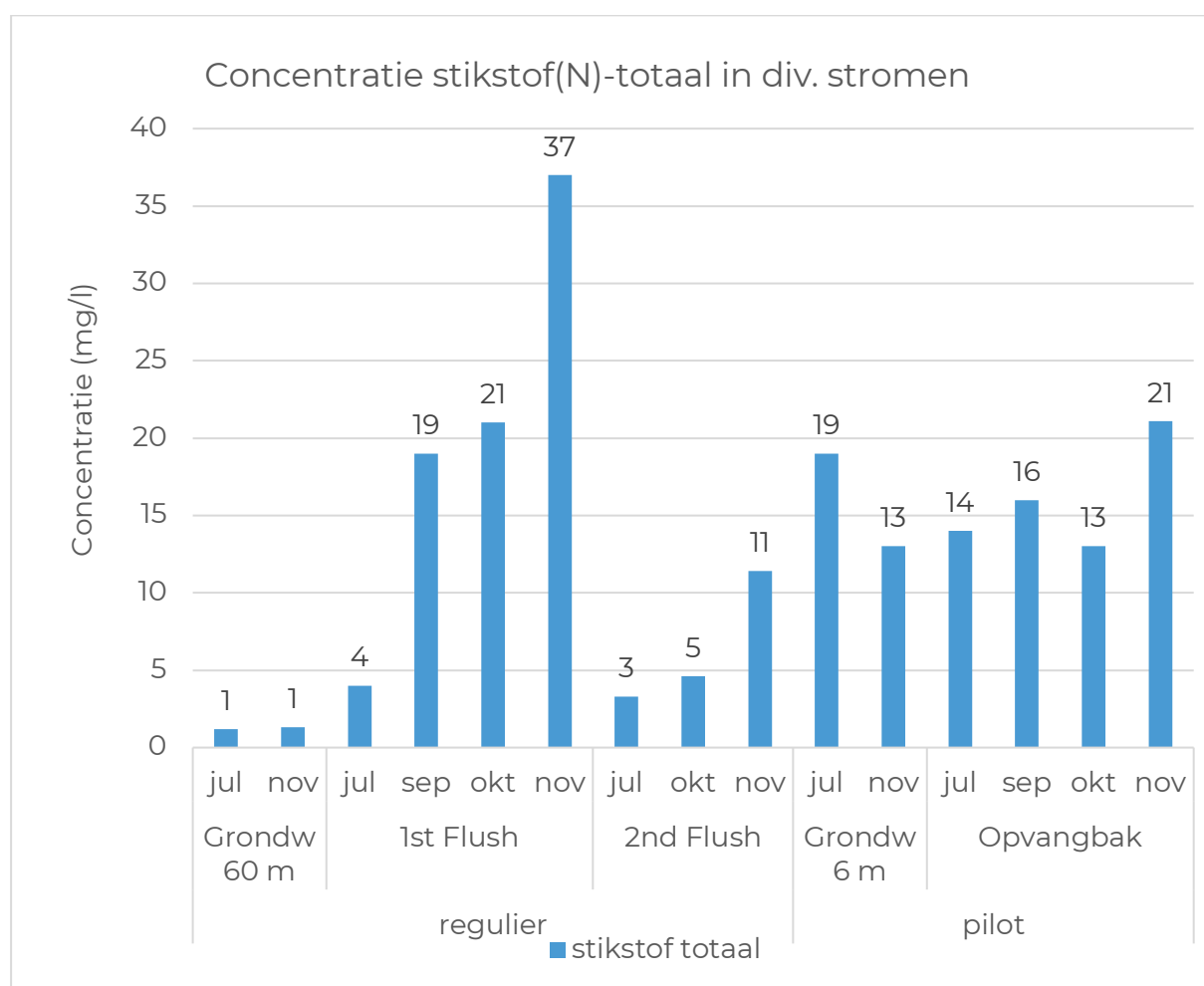
Het regenwater (niet in figuur) draagt maar zeer beperkt bij aan de totale hoeveelheid nitraat, te weten: 6 kg/ha op het reguliere veld en 0,4 kg op het pilotveld.

Concentratie N-totaal

Het oppervlaktewater moet voldoen aan de norm van het totaal aan stikstof in alle stikstofvormen, dit is 2,4 mg/l. In de analyserapporten van de uitgevoerde waterkwaliteitsanalyses wordt N-totaal vermeld: daarin zijn alle stoffen die stikstof bevatten opgesomd.

Alleen de N is berekend, zonder O (zuurstof) of H (waterstof). Stikstofmeststoffen kunnen diverse vormen van N bevatten. De meest gebruikte stikstofvorm in de bemesting is nitraat (zie paragraaf hierboven).

Op het pilotveld wordt geen water geloosd op oppervlaktewater. Op het reguliere veld komt incidenteel bij overstort drainwater in het oppervlaktewater. Dit betreft dan vaak first flush en second flush samen. Beide stromen bevatten meer N_{totaal} dan de norm voor oppervlaktewater van 2,4 mg/l (figuur 16).

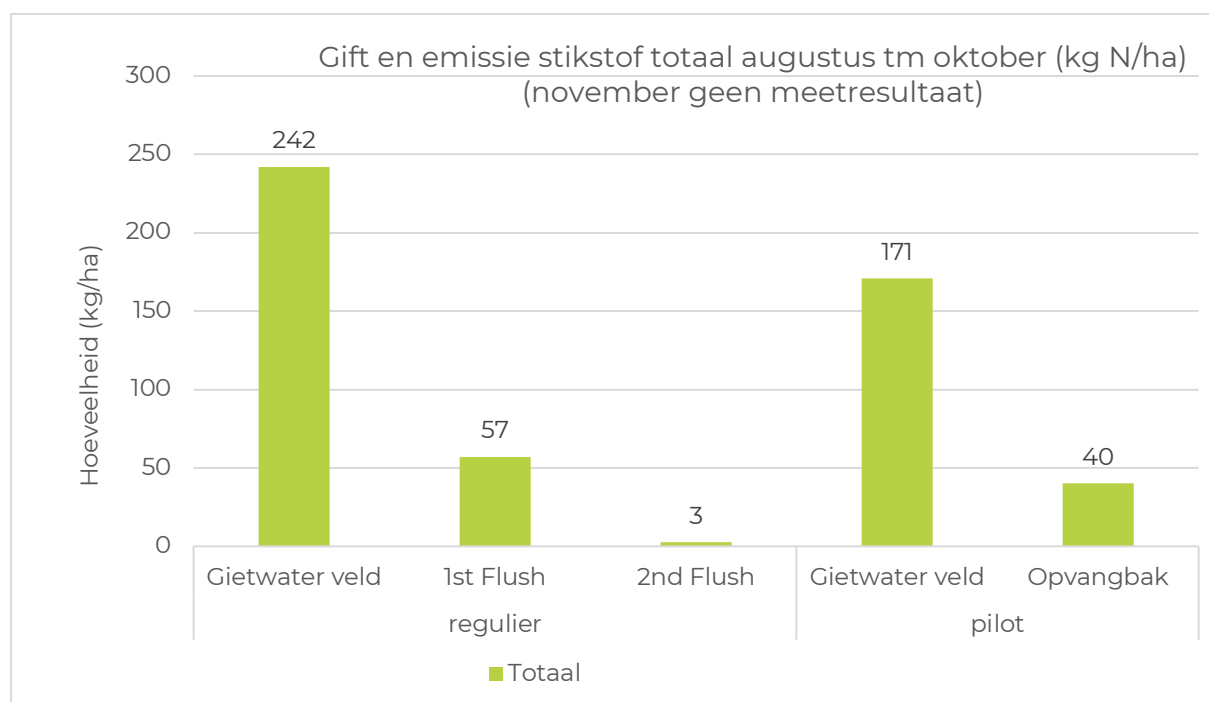


Figuur 16. De concentratie van stikstof (N) totaal in verschillende waterstromen op het reguliere veld en het pilotveld.

Hoeveelheid N-totaal

De totale hoeveelheid stikstof in de aardbeiplantenteelt is weergegeven in figuur 17. Opvallend is dat op het reguliere veld ongeveer 50% meer stikstof wordt bemest dan op het pilotveld. De reden kan liggen in verschil in ras en een andere watergeefstrategie.

De emissie van stikstof naar grondwater is 13 maal lager op het reguliere veld doordat veel stikstof wordt opgevangen in de 1st flush.



Figuur 17. Hoeveelheid N-totaal (in mg N/ha) in waterstromen.

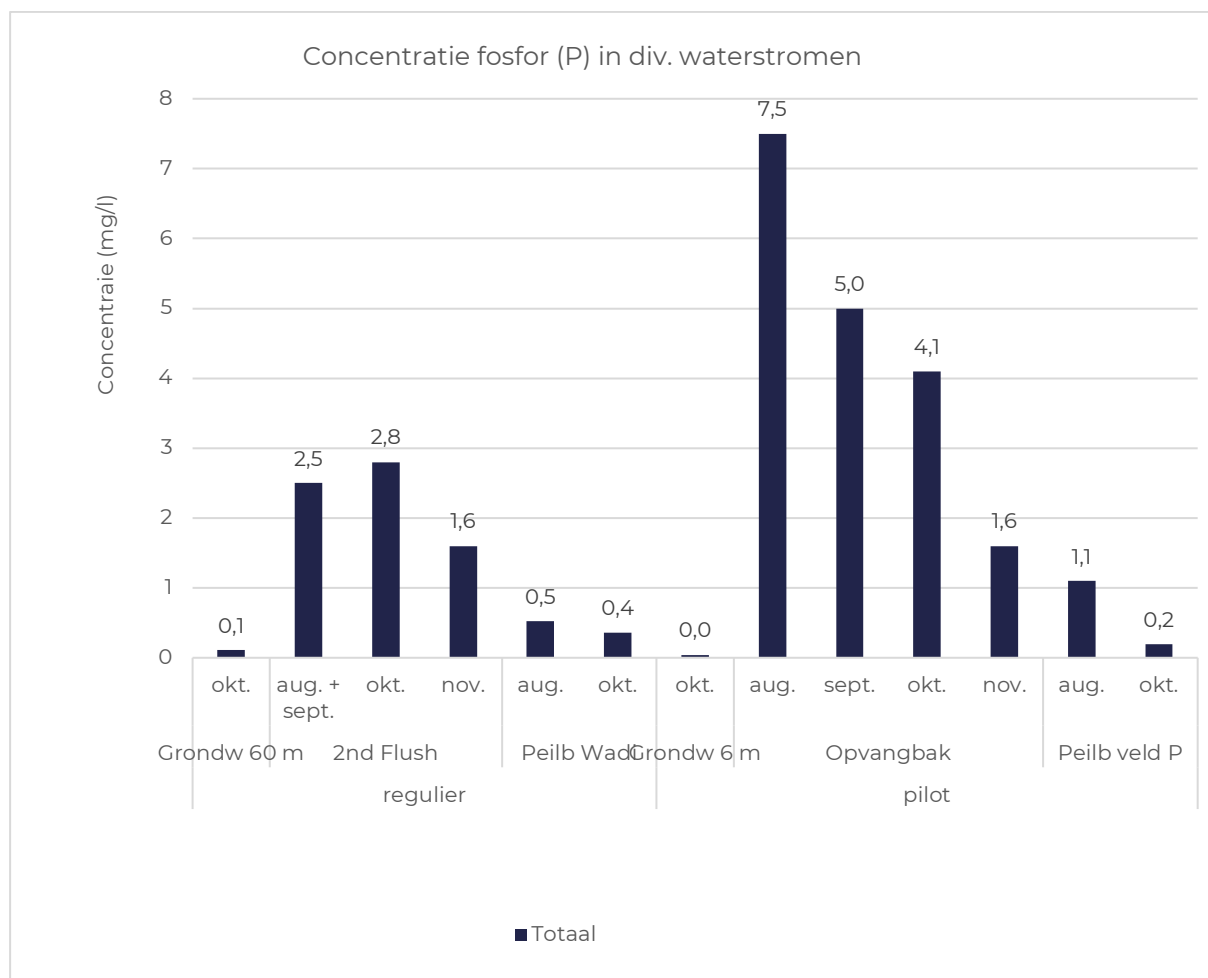
Fosfor

De norm voor grondwater is 2,0 mg P/l voor fosfor totaal.

Figuur 18 geeft de concentraties fosfor in diverse waterstromen weer. Te zien valt dat het opgepompte grondwater nauwelijks fosfor bevat.

De concentratie in het lekwater van beide velden dat in de bodem wordt geïn-filtreerd is in het teeltseizoen hoger dan de norm voor grondwater.

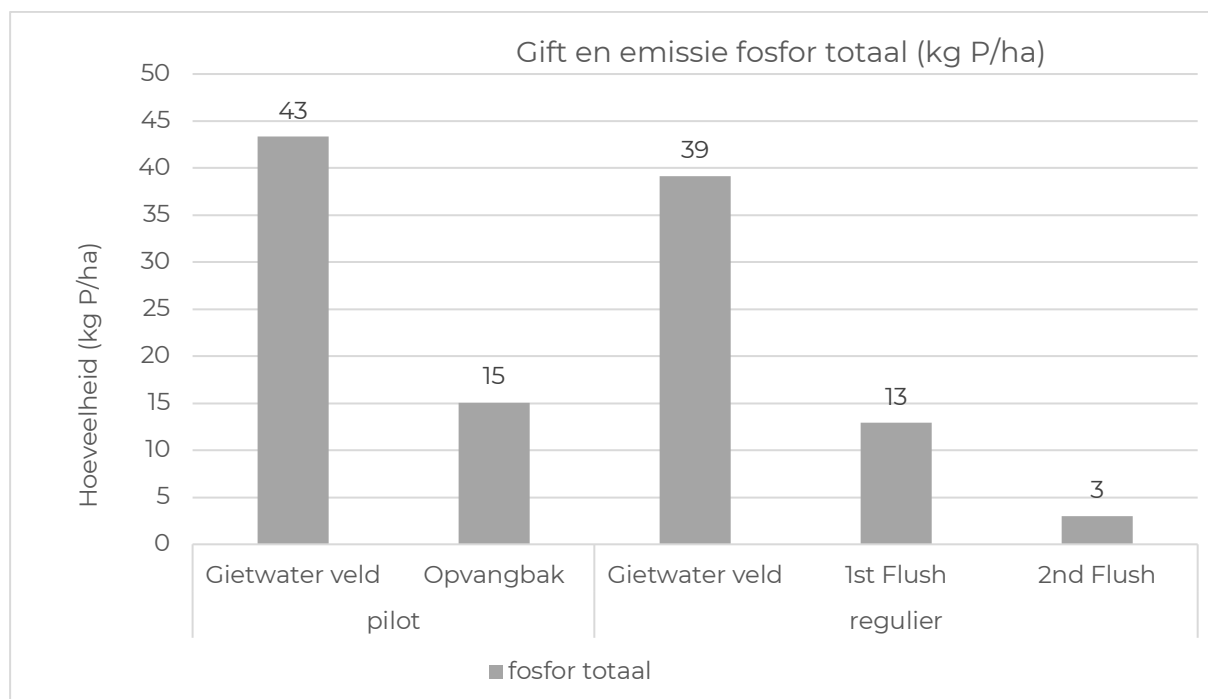
In de metingen in de peilbuizen (let op: dit is een momentopname) in zowel de wadi bij het reguliere veld als in het pilotveld blijkt dat de norm voor grondwater niet wordt overschreden.



Figuur 18. Concentratie fosfor in diverse waterstromen (mg/l).

Hoeveelheid fosfor

De dosering fosfor op beide velden is redelijk vergelijkbaar net als de hoeveelheden in de opvangbakken. Net als bij andere stoffen vangt de 1st flush een grootdeel van de fosfor in de drain op (figuur 18). De hoeveelheid fosfor in het lekwater op het pilotveld is vier keer hoger dan op het reguliere veld. In de peilbuizen wordt geen fosfor gemeten.



Figuur 19. De gift en emissie van fosfor totaal (kg P/ha).

Conclusies meststoffen

Er is een aanzienlijk verschil in de doseringen van stikstof (grotendeels nitraat) op beide velden, de dosering op het reguliere veld is twee keer zoveel. Omdat een groot deel van alle stoffen op het reguliere veld wordt opgevangen en gerecirculeerd via de 1st flush heeft dat een beperkte invloed op de conclusies over emissie.

Conclusie nitraat

Concentratie:

- Het opgepompte grondwater op het pilotveld bevat een hogere concentratie nitraat dan de norm voor grondwater.
- In het geïnfiltreerde lekwater is de concentratie op beide velden onder de norm voor grondwater.
- De concentraties nitraat in de peilbuizen van zowel het reguliere veld als het pilotveld bleven ruim onder de norm van 50 mg/l.

Hoeveelheid:

- De hoeveelheden van emissie van nitraat naar grondwater verschillen sterk, op het pilotveld wordt ruim viermaal zoveel geïnfiltreerd als op het reguliere veld in de wadi. Dit betekent dat er meer emissie van nitraat is op het pilotveld dan op het reguliere veld.

Conclusie stikstof (N) totaal

Concentratie:

- De concentratie in met name de first flush is aanzienlijk hoger dan de norm voor oppervlaktewater, wat bij overstort tot emissie kan leiden.
- Op het pilotveld is de concentratie lager dan in de first flush op het reguliere veld, en de kans op afspoeling naar oppervlaktewater is veel kleiner.

Hoeveelheid:

- Net als bij nitraat is de hoeveelheid stikstof totaal in het lekwater op het pilotveld circa dertien keer hoger dan op het reguliere veld.

Conclusie fosfor

Concentratie:

- De concentratie in het lekwater van beide velden dat in de bodem wordt geïnfiltreerd is in het teeltseizoen hoger dan de norm voor grondwater.
- De concentratie fosfor in de peilbuizen blijft onder de norm.

Hoeveelheid:

- De hoeveelheid fosfor in het lekwater op het pilotveld is vier keer hoger dan op het reguliere veld.

2.4 Waterkwantiteit

Resultaten waterkwantiteit

In tabel 7 en in figuur 20 staan de waterstromen van beide velden weergegeven. Op basis van deze getallen beschrijven we een aantal bevindingen. De data zijn meestal uitgedrukt in m³/ha en soms in mm (het aantal m³ gedeeld door 10 komt overeen met mm).

Water ingaand:

- Er is meer natuurlijke neerslag op het reguliere veld gemeten (250 mm). Het reguliere veld heeft bijna 40 mm (400 m³) meer neerslag verwerkt. Lokale verschillen kunnen groot zijn. Ter vergelijking: de neerslaggegevens van het nabijgelegen meetstation Volkel zijn 219 mm.
- De totale hoeveelheid gietwater op het reguliere veld is 5855 m³/ha. Deze totale hoeveelheid gietwater lijkt hoog t.o.v. het pilotveld, waar 33% minder volume gietwater wordt gebruikt.
- Hoewel een aanzienlijk deel van het gietwater op het reguliere veld vanuit recirculatie (31%) komt, is er per hectare toch ongeveer evenveel water opgepompt voor het gietwater als op het pilotveld.

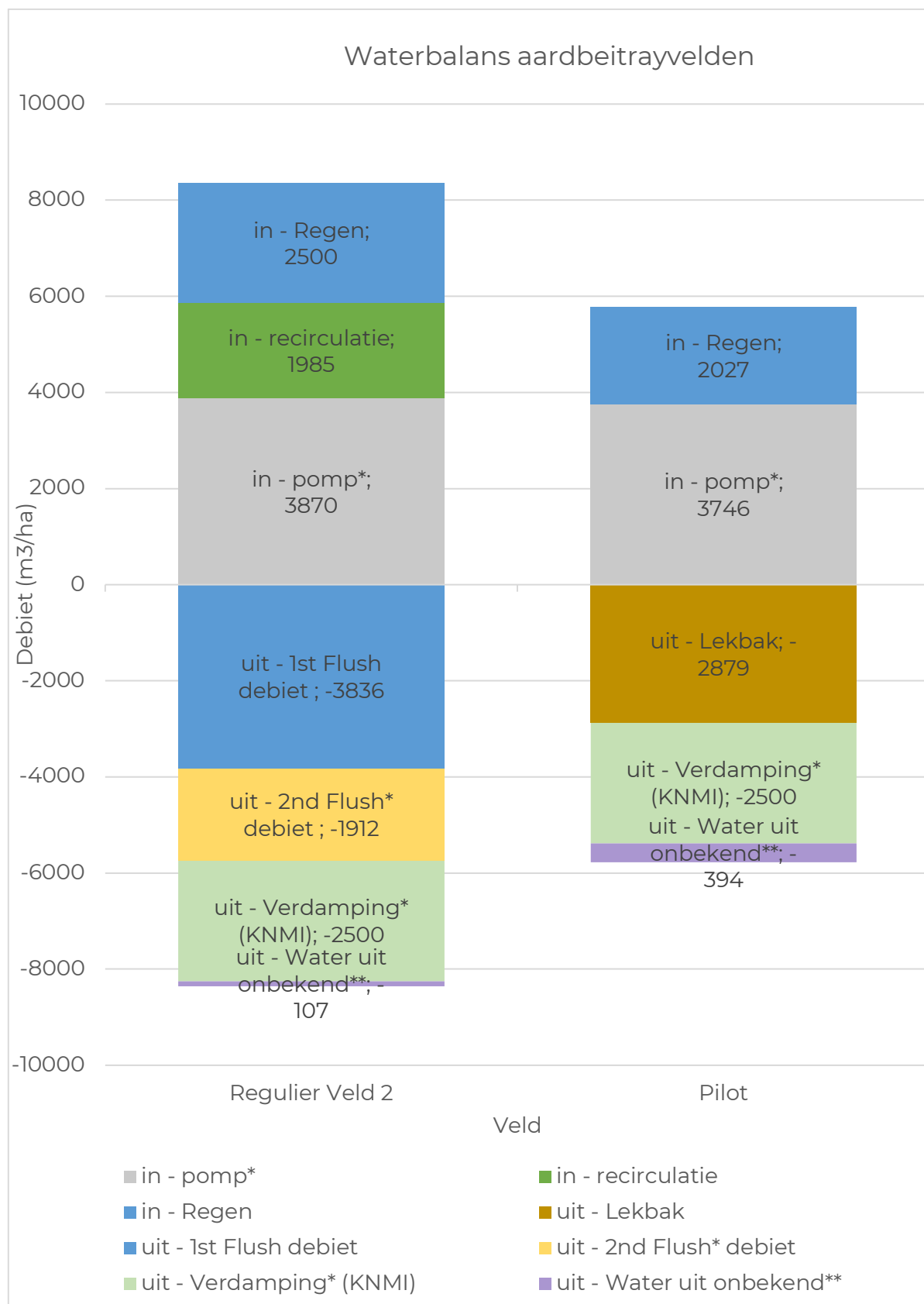
- Op het reguliere veld vindt recirculatie plaats van het first flush-water. De aanname is dat 100% van het first flush water wordt gerecirculeerd. Dit lijkt niet zo te zijn. Van veld 2 komt 3836 m³/ha in het first flush bassin. Echter de debietmeter van de ontsmetter van beide reguliere velden geeft aan dat er gemiddeld op de twee reguliere velden 2056 m³/ha wordt gerecirculeerd. Dit zou betekenen dat gemiddeld circa 46% uit het first flush bassin niet wordt gerecirculeerd.
- De capaciteit van de ontsmettingsunit is 500 m³ per dag. De maximaal gerealiseerde capaciteit is ongeveer 450 m³/dag.

Water uitgaand:

- De totale hoeveelheid van uitgaand water moet gelijk zijn aan ingaand water.
- Het totale volume aan verdamping is voor beide velden gelijkgesteld op 2500 m³. Dit is enigszins vergelijkbaar met de hoeveelheid natuurlijke neerslag.
- Het volume gemeten bij de pomp uit de drainsloot voor de opsplitsing in first flush en second flush bedraagt 5748 m³. Daarvan is 67% opgevangen in het first flush bassin en 33% via de second flush route in de wadi.
- Het gietwater + neerslag op het reguliere veld is 8355 m³. Het gemeten volume water dat retour komt is 5748 m³. Ongeveer 68% van het water lijkt niet te worden gebruikt door het gewas. Op het pilotveld is het gietwater + neerslag 5775 m³ en het lekwater 2879 m³. Hier wordt 50% van het gietwater niet gebruikt door het gewas. Dit betekent dat het pilotveld efficiënter met gietwater lijkt om te gaan (aangenomen dat de totale verdamping op beide velden gelijk is). In vergelijking met andere teelten waarbij water wordt opgevangen zijn dit beide hoge percentages water die niet worden gebruikt door het gewas.
- In beide systemen wordt water geïnfiltreerd in de bodem. Op het pilotveld is dat 33% meer dan op het reguliere veld.
- Van 107 m³ is bij het reguliere veld de uitgaande route onbekend en op het pilotveld is dat 394 m³. Dit kan zijn ontstaan door:
 - › Meer verdamping dan de kengetallen KNMI (beide velden).
 - › Water dat wordt vastgehouden bij de groei van de planten. Planten bevatten circa 85% water (respectievelijk circa 8 en 14 m³ per hectare); ten opzichte van de hoeveelheid verdamping is dit aandeel is dus beperkt.
 - › Overstort uit drainsloot veld 2 (regulier veld); dit scenario heeft plaatsgevonden. Overstort uit first flush bassin (regulier veld). Het bassin was soms vol, dus dit scenario heeft mogelijk plaatsgevonden. In bijlage I is de neerslag van meer dan 10 mm per dag weergegeven. Bij een korte periode van neerslag is de kans op overstort reëel.
 - › Meeton nauwkeurigheden (beide velden)

Tabel 7. Vergelijking volume waterstromen van het pilotveld ten opzichte van het reguliere veld in de teeltperiode. Waterstromen met een * zijn berekende waterstromen.

Water in			
Waterstroom	Regulier (m³/ha)	Pilot (m³/ha)	Pilot t.o.v. regulier
Gietwater totaal	5855	3746*	33% minder
▪ Opgepompt	3870	3746*	Vrijwel gelijk
▪ Recirculatiewater first flush	1985	0	Geen recirculatie
Regenwater	2500	2027	Minder neerslag (is toeval)
Totaal water in	8904	5773	
Water uit			
Water uit drainsloot	Regulier (m³/ha)	Pilot (m³/ha)	Pilot t.o.v. regulier
First flush	3836	0	Geen opvang first flush
Second flush/bodeminfiltratie	1912	2879	50% meer bodeminfiltratie
Verdamping	2500	2500	n.v.t.; is op basis van kengetallen
Onbekende waterstroom uit	656*	394*	40% minder onbekend, vermoedelijk meer verdamping dan gras.
Totaal water uit	8904	5773	35% minder
Bijzonderheid			
Deel van first flush dat wel is opgevangen en niet gerecirculeerd	1956	0	Route onbekend



Figuur 20. Waterstromen in- en uitgaand op het reguliere veld en pilotveld van begin teelt tot en met 3 november. Waterstromen met een * zijn berekende waterstromen.

Conclusies waterverbruik

- Het totale waterverbruik voor gietwater op het pilotveld is 1/3^e lager dan op het reguliere veld.
- Voor het reguliere veld wordt ongeveer evenveel grondwater opgepompt als voor het pilotveld.
- Relatief veel giet- en regenwater komt retour uit het teeltsysteem, resp. bijna 70% op het reguliere veld en ca. 50% op het pilotveld.
- Het volume water dat geïnfiltreerd wordt in de bodem is bij het reguliere veld 1/3^e minder dan op het pilotveld. Op het reguliere veld wordt in het groeiseizoen een groot deel van gietwater en regen opgevangen in het first flush bassin.
- Het gietwater op het reguliere veld bestaat voor 1/3^e uit recirculatiewater van de first flush en voor 2/3^e uit opgepompt grondwater. Ruim de helft van het first flush water wordt gerecirculeerd.
- De capaciteit van de ontsmetter lijkt nu beperkend voor optimale recirculatie.

Efficiëntie per plant

Vooraf is ingeschat dat het pilotveld efficiënter is met watergebruik per oppervlakte, vanwege de hoge plantdichtheid. Met de data van deze proef is de efficiëntie berekend. Er is al vastgesteld dat op het pilotveld minder gietwater per ha is gebruikt.

In onderstaande tabel is aangenomen dat het plantgewicht gelijk is en het watergehalte in de plant 85%. De plantdichtheid op het pilotveld is bijna twee keer zo hoog als op het reguliere veld, waardoor ook iets meer water wordt vastgelegd in de planten. Op alle punten is de pilot efficiënter. De oppervlakte per plant is circa 44% minder en het watergebruik per plant gedurende de teelt is 64% minder dan op het reguliere veld. In principe laat een plant+potgrond op het pilotveld evenveel water door voor infiltratie naar de ondergrond als een plant+potgrond op het reguliere veld.

Tabel 8. Efficiëntie per plant voor landgebruik en waterverbruik.

veld	planten/ha	opp./plant (cm)	gewicht/plant (g)	watergehalte (%)	water in gewas (m3/ha)	gietwater/plant (l/pl)	waterinfiltratie (l/pl)
regulier	355000	28	25	85%	7,5	25	5
pilot	635000	16	25	85%	13,5	9	5
ratio reg/pilot	179%	56%	100%	100%	179%	36%	96%

Conclusies m.b.t. vergelijking waterkwantiteit

In onderstaande tabel zijn de conclusies over waterkwantiteit samengevat.

Tabel 9. Conclusies over verschillende aspecten omtrent de waterkwantiteit op het pilotveld, vergeleken met het reguliere veld (regulier als nulpunt gesteld).

Systeem	Regulier	Pilot	Toelichting
Volume gebruik grondwater	0	Gelijk	Op het reguliere veld is meer water gegeven. Hergebruik first flush bij dit reguliere veld vermindert gebruik grondwater in deze pilot niet zoveel als zou kunnen.
Volume aanvullen grondwater	0	Meer	Een groter deel van het gietwater+regenwater op het pilotveld gaat retour bodem.
Benutten regenwater	0	Minder	Regenwater wordt deels opgevangen in first flush op het reguliere perceel.
Opvang hoosbuien	0	Beter	▪ Geen kans op directe overstort uit drainsloot op oppervlaktewater. ▪ Veel minder kans op afstroming naar oppervlaktewater, tenzij bodem verzadigd is
Lozing buiten teeltseizoen	0	Beter	Bij pilotveld wordt grondwater aangevuld, bij het reguliere veld wordt het oppervlaktewater aangevuld.
Efficiëntie per plant op watergebruik	0	Beter	Door de hoge plantdichtheid op het pilotveld is daar minder verlies op ruimte tussen planten
Robuustheid systeem (storingen, fouten, lekkage verharding)	0	Beter	Op het pilotveld geen watertechniek, behalve beregeningsinstallatie. Daardoor veel minder kans op 'overstort' op oppervlakte water.

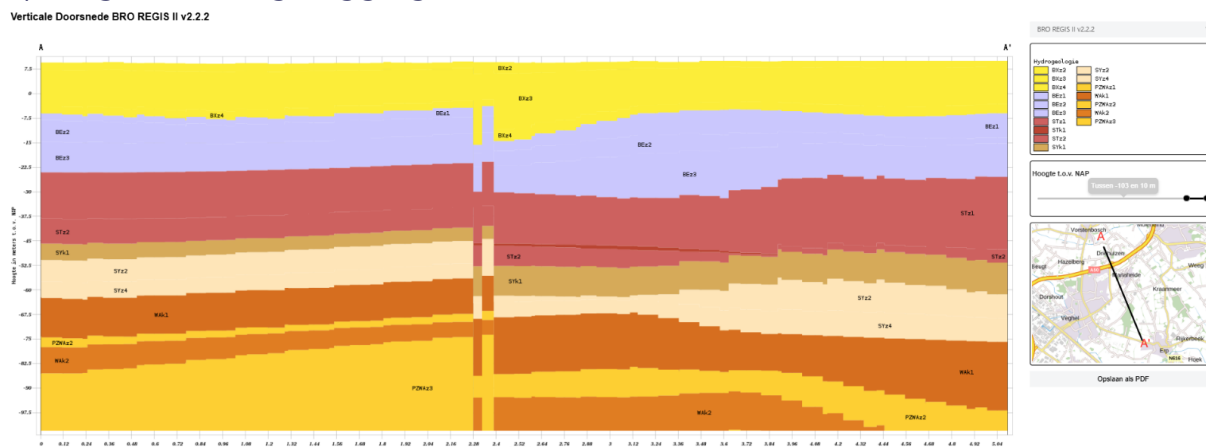
2.5 Bodem en grondwater

Deze paragraaf bevat de beschrijving, de data, de resultaten en conclusie over de grondwaterstanden met behulp van de peilbuizen in dit onderzoek.

➔ **Alle informatie is verzameld en verwerkt door Aa en Maas in onderstaande tekst.**

De ondergrond van pilotlocatie en het reguliere perceel zijn vergelijkbaar. De bodems zijn leemarme zandige gronden, soms zwak lemig met fijn zand. De bovenste 15-20 m van de ondergrond zijn onderdeel van de formatie van Bostel. Deze formatie bestaat voornamelijk uit zand met daar lokaal horizontale leemlaagjes. Tussen de 15 en 40 m ligt de formatie van Beegden (afzettingen van de Maas, bestaande uit zand en grind). Daaronder ligt de formatie van Sterksel, ook dit is een oude rivierafzetting (voorloper van de Rijn) bestaande uit grof zand en grind. De kleilaag die het freatische grondwater scheidt van het watervoerende pakket is de formatie van Strampoy op een diepte van circa 50-70 m. In het gebied komen breuken voor waardoor er een horizontale sprong in de hoogteligging van de formaties voor kan komen.

Verticale Doorsnede BRO REGIS II v2.2.2



Figuur 21. Geologische dwarsdoorsnede van het gebied op basis van REGIS II (bron: <https://www.broloket.nl/ondergrondgegevens>)

Op het reguliere perceel wordt grondwater gebruikt om te beregenen indien het beschikbare water in de bassins niet voldoende is. Dit wordt onttrokken op een diepte van circa 60 uit de Sterksel formatie, waarschijnlijk boven de weerstandslaag. De onttrekking bevindt zich dus in het freatisch grondwater. De freatische grondwaterstand is de waar het grondwater in directe verbinding staat met de atmosfeer en dus niet onder druk staat. Dit betekent dat het niet wordt gescheiden door een ondoorlatende laag, zoals klei.

Een grondwateronttrekking in het freatische systeem heeft een sterk lokaal effect waarbij het effect afhankelijk van de ondergrond en aanwezig oppervlaktewatersysteem wordt gedempt.

De onttrekking zal lokaal zorgen voor een grote verlaging van de grondwaterstanden. Doordat er sprake is van een goed doorlatende ondergrond zal vanuit de omgeving makkelijk water kunnen toestromen waardoor het effect van de onttrekking zich zal beperken tot de directe omgeving van het perceel.

Water wat in en rond het perceel infiltreert zal ook naar de onttrekking stromen. Ook is het mogelijk dat door de lokale verlaging van grondwaterstanden extra oppervlaktewater naar het grondwater infiltreert.

Op de pilotlocatie wordt alleen grondwater onttrokken voor de berekening van de percelen omdat hier geen bassins aanwezig zijn. Op deze locatie is op een diepte van 6 m een horizontaalfilter geplaatst waaruit grondwater wordt onttrokken uit de Boxtel formatie. Doordat op deze locatie een lang horizontaalfilter wordt gebruikt, zal de verlaging van de grondwaterstanden als gevolg van een vergelijkbare onttrekking lager zijn dan bij het reguliere perceel. Daarnaast zal het effect van de onttrekking op deze locatie ruimtelijk beperkt worden doordat er extra water zal gaan infiltreren vanuit de waterlopen in de directe omgeving.

Op beide percelen wordt grondwater onttrokken voor de berekening van de gewassen. Op het reguliere veld wordt het grondwater alleen gebruikt als er geen water in de bassins beschikbaar is en op het pilotveld wordt er alleen met grondwater beregend. De eerste 3 mm neerslagoverschot wordt opgevangen in de bassins waar het water gezuiverd wordt. Alles meer dan 3mm/dag neerslagoverschot wordt afgevoerd naar een wadi en infiltreert naar het grondwater. Op de pilotlocatie infiltreert het neerslagoverschot en het teveel aan beregeningswater onder de trayvelden naar de bodem en het grondwatersysteem.

Omdat op bij het reguliere perceel een deel van het water wordt hergebruikt zal bij vergelijkbare teeltmethode minder grondwater onttrokken worden dan op het pilot perceel. Aangezien op het reguliere perceel het neerslagoverschot ook infiltreert naar het grondwater zal in de pilot geen extra grondwateraanvulling plaatsvinden. Als de wadi niet wordt gebruikt draagt het pilot perceel lokaal bij aan de grondwateraanvulling. De kanttekening hierbij is dat deze grondwateraanvulling veel reststoffen van gewasbestrijdingsmiddelen en voedingsstoffen zullen bevatten.

2.5.1 Beschrijving van de meetlocaties

Op het reguliere veld wordt op 3 locaties de grondwaterstanden gemeten (Figuur 21). De locaties GWERP-001 en GWERP-002 staan in het midden van een trayperceel. De ondergrond onder deze percelen zou volgens voorschriften waterdicht afgewerkt moeten zijn. De peilbuizen zijn direct onder de verharding geplaatst op een diepte van circa 1.5 onder maaiveld (Tabel 10). De buizen zijn afgewerkt met een straatpot.

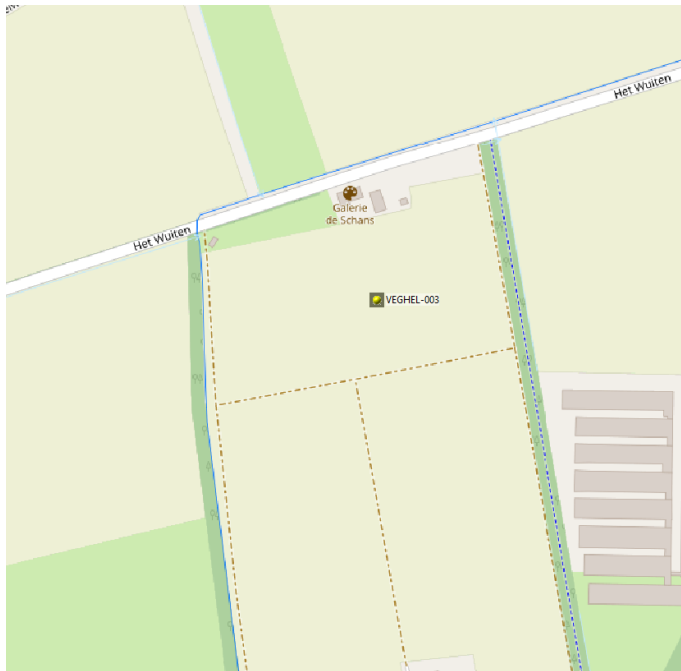
Op de pilotlocatie staat 1 peilbuis (VEGHEL-003, zie Figuur 22). Deze peilbuis is circa 2 meter diep en afgewerkt met een straatpot.

Tabel 10. Gegevens peilbuizen pilot

FEWS ID	X	Y	Maaiveld	Bovenkant peilbuis	Bovenkant filter	Onderkant filter	1 ^e meting	Laatste (betrouwbare) meting
GWERP-001	168830	401921	10,08	9,92	9,43	8,43	1-8-2023	13-8-2024
GWERP-002	169173	401865	10,21	10,06	9,58	8,58	1-8-2023	21-12-2023
GWERP-003	169020	402159	10,13	10,80	9,36	8,36	1-8-2023	20-1-2025 (nog actief)
VEGHEL-003	167155	406174	9,54	9,41	8,42	7,42	1-8-2023	20-1-2025 (nog actief)



Figuur 22. Meetlocaties regulier veld

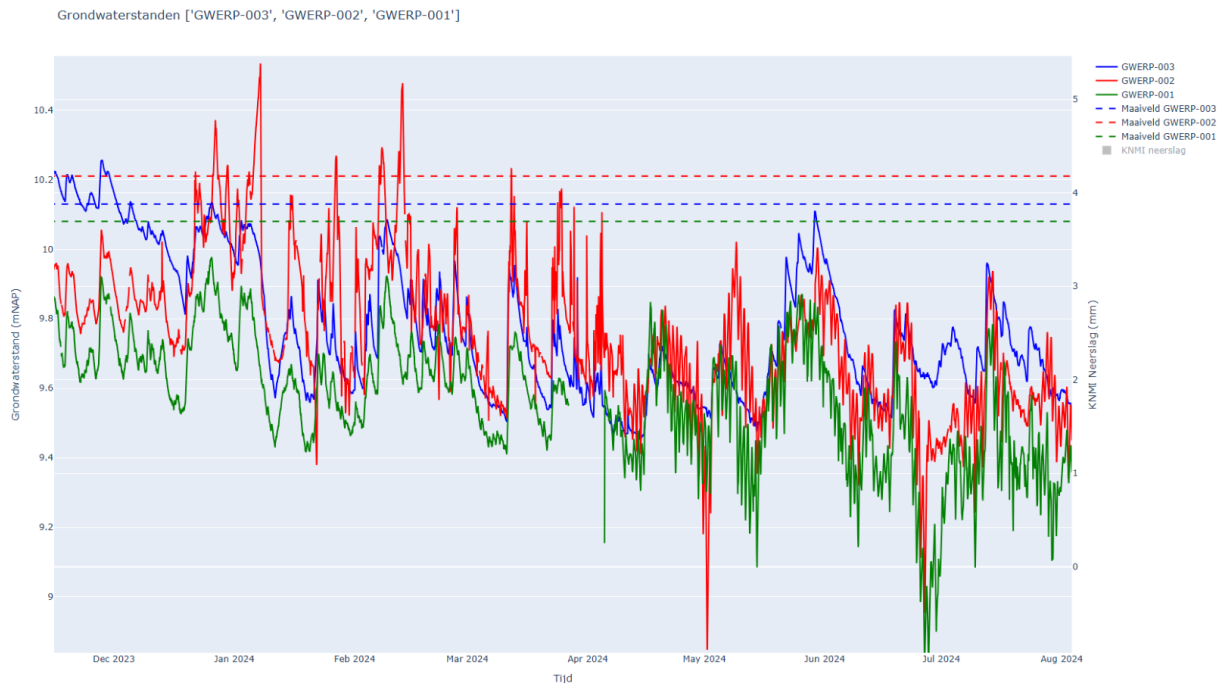


Figuur 23. Meetlocatie pilotveld.

2.5.2 Bevindingen

Metingen

In Figuur 24 valt op dat de dagelijkse dynamiek van de peilbuizen GWERP-002 en GWERP-003 vanaf begin april sterk veranderd. Uit nadere analyse blijkt dat dit wordt veroorzaakt door de overgang naar nieuwe telemetrie. Op 10 april 2024 is de sensor vervangen van een relatieve sensor waarbij zowel waterdruk als luchtdruk wordt gemeten naar een absolute sensor waar alleen de waterdruk wordt gemeten. De grondwaterstand wordt dan berekend met behulp van een luchtdruk meting in de buurt. Hierdoor is een foute dagelijkse dynamiek in de reeks zichtbaar tot 25 cm. De verwachting is dat de gemiddelde waarde van de reeks wel klopt.



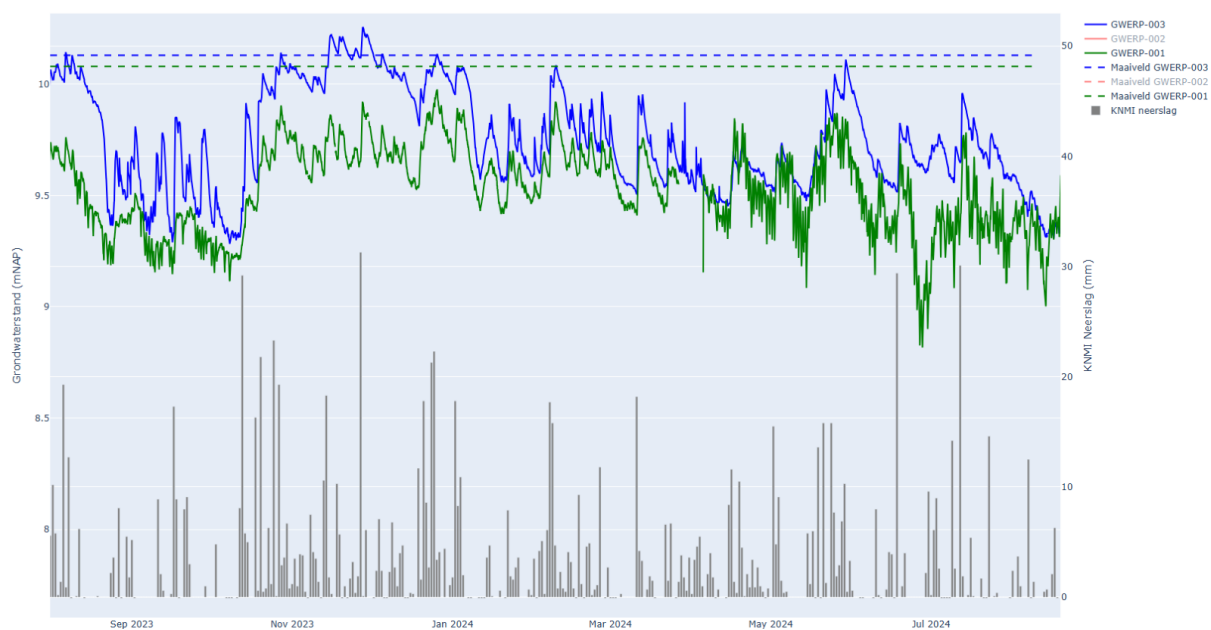
Figuur 24. Verloop grondwaterstanden reguliere velden

Vanaf 20-08-2024 is een trendbreuk te zien in de metingen van GWERP-001 en GWERP-002 waarna de gemeten waarden van de sensor ruim boven maaiveld komen. De laatste controle handmeting is uitgevoerd op 29-05-2024. Een aanvullende handmeting van 11-11-2024 laat zien dat de sensor op dat moment de verkeerde waarde meet. De meetwaarden vanaf 20-08-2024 kan daarom niet gebruikt worden voor analyse.

In december 2023 is geconstateerd dat er rond de peilbuis GWERP-002 water op maaiveld stond. De peilbuis vertoont in de maanden daarna onlogische en niet betrouwbare patronen. Waarschijnlijk is de straatpot lek en loopt er na een neerslagevent water in de peilbuis. Dit zou de grote stijgingen van de grondwaterstand verklaren na een neerslagevent. De reeks is hierom beperkt te gebruiken.

Grondwaterstroming

De gemiddelde grondwaterstand van GWERP-003 is hoger dan GWERP-001 en GWERP-002. Dit is vooral zichtbaar in de zomer. Dit betekent dat er een grondwater van vanuit de wadi naar de onder de percelen stroom. Het is waarschijnlijk dat een deel van het water dat infiltreert in de wadi deels onttrokken wordt ten behoeve van beregning.

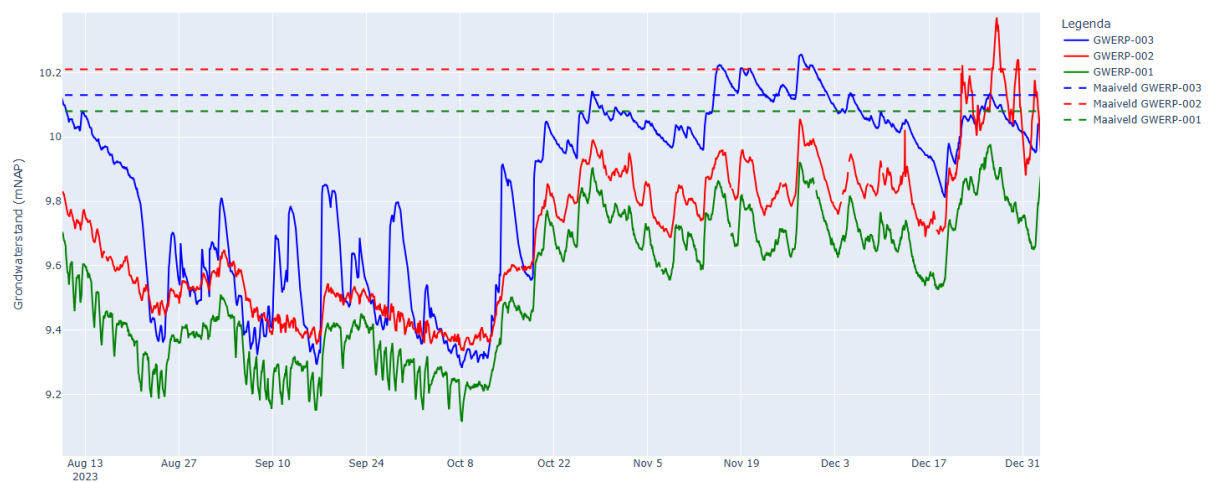


Figuur 25. Verloop grondwaterstanden en neerslag (KNMI) reguliere velden

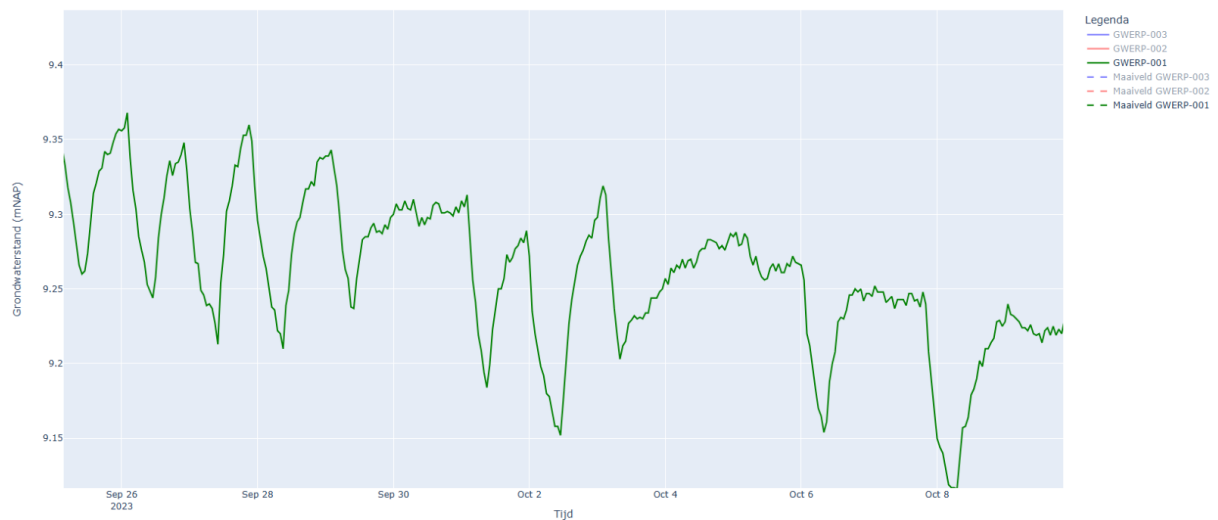
Effecten beregening en vollopen wadi

In Figuur 25 zijn een tweetal gebeurtenissen te zien:

1. Alle drie de peilbuizen worden beïnvloed door de grondwateronttrekking die vlakbij plaatsvindt. Op basis van de metingen is het waarschijnlijk dat de onttrekking in de buurt staat van GWERP-001. De effecten van de beregening zijn terug te zien in tijdelijke snelle verlaging van de grondwaterstand met meestal een iets langzamer herstel. Het verloop van de gemeten grondwaterstand zit er dan uit als een zaagtand (Figuur 26). De effecten van de onttrekking zijn ook zichtbaar in GWERP-003, de peilbuis naast de wadi. Wat hier wel opvalt is dat dit vooral zichtbaar is bij lagere grondwaterstanden. Als de wadi gevuld is, wordt het effect van de grondwateronttrekking gedempt. Op basis van de grondwaterstanden is in 2023 grondwater onttrokken in de periode begin augustus tot medio oktober.
2. In de peilbuis GWERP-003 is in de periode augustus-oktober het effect van het vullen van de wadi zichtbaar door snelle verhoging van de grondwaterstanden. Deze momenten komen samen met neerslag-events. De stijging is groter dan in andere perioden. Mogelijk is hier de wadi gevuld weer leeg laten lopen. Deze sterke daling en stijging is niet zichtbaar in groeiseizoen van 2024.

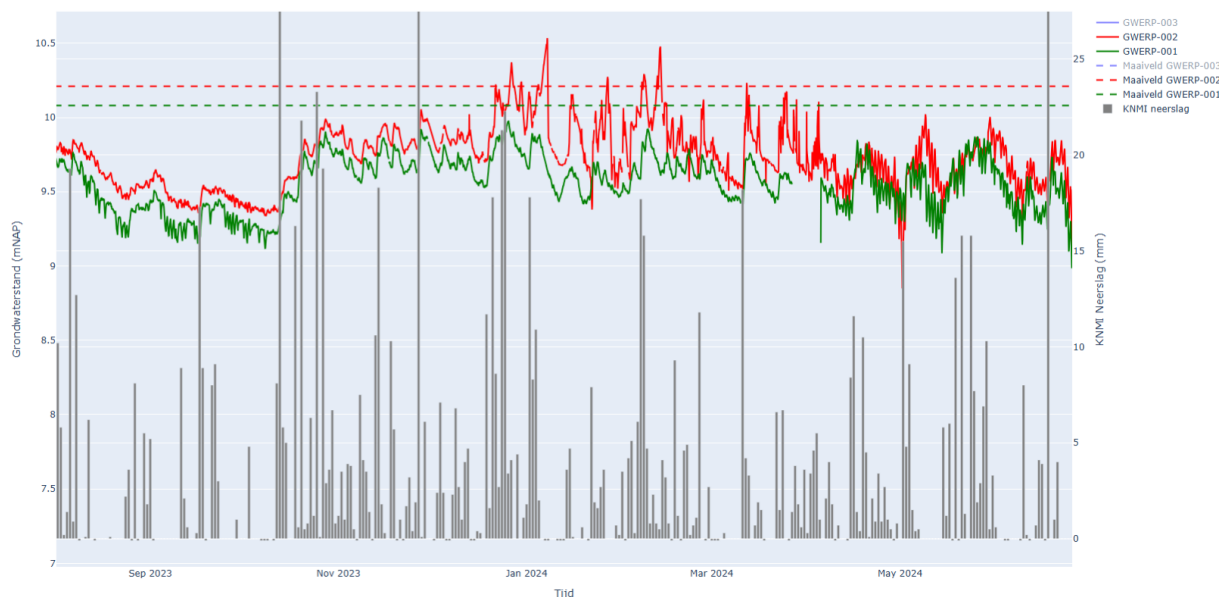


Figuur 26. Verloop grondwaterstanden reguliere velden – effecten beregening en vollopen wadi.



Figuur 27. Verloop grondwaterstanden reguliere velden – effecten beregening

In Figuur 27 is het verloop van de grondwaterstanden en de gemeten neerslag van op het station Volkel (KNMI) weergegeven. Hier is te zien dat de grondwaterstanden reageren op het de neerslag. Lokaal zou geen grondwateraanvulling mogelijk moeten zijn in verband met de aangelegde verharding onder de trayvelden waardoor de aanvulling dus horizontaal zou moeten zijn. Het verloop van de gemeten grondwaterstanden komt echter overeen met typische een freatische grondwaterstand met aanvulling. Hierom is het vermoeden dat de verharding niet volledig ondoorlatend is.

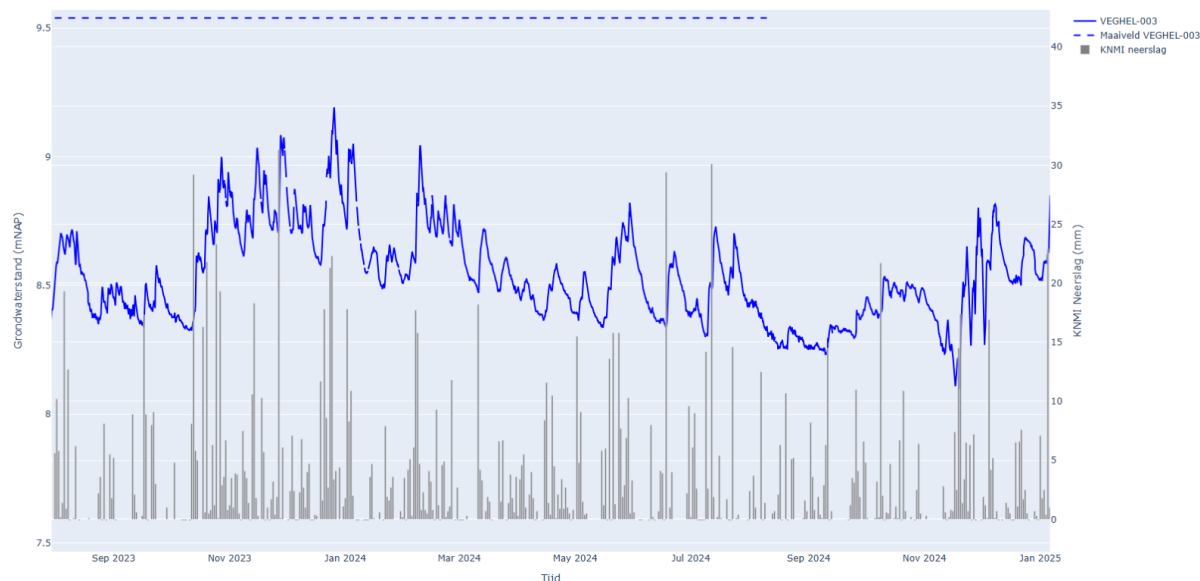


Figuur 28. Verloop grondwaterstanden en neerslag (KNMI) reguliere velden

De waterbalans gegevens zijn beschikbaar voor het groeiseizoen 2024 wat is gestart op 18-07-2024 voor het reguliere veld en op 31-07-2024 voor het pilotveld. Dit betekent dat er maar 1,5 maand overlap beschikbaar is voor de grondwaterstanden en de waterbalans van het reguliere veld. Aangezien in deze periode ook het issue van de te grote dagelijkse dynamiek speelt, is het niet mogelijk om uitspraken te doen over de relatie tussen de waterbalans gegevens en de gemeten grondwaterstanden.

Pilotlocatie

De grondwaterstanden van de pilotlocatie zijn zichtbaar in Figuur 29. Het verloop toont een normaal patroon van een freatische grondwaterstand. Het directe effect van de grondwateronttrekking lijkt hier minder goed zichtbaar. Dit waarschijnlijk veroorzaakt doordat de onttrekking bij het pilot perceel door middel van horizontale drains plaatsvindt waardoor de lokale verlaging minder groot is.



Figuur 29. Verloop grondwaterstanden pilotlocatie.

In Figuur 30 en Figuur 31 zijn de grondwaterstanden van de pilotlocatie weer-gegeven als voor het reguliere veld. Op de linker as zijn de grondwaterstanden van het reguliere veld weergegeven, op de rechter as de grondwaterstanden van het pilotveld. De dynamiek van de reeksen is heel vergelijkbaar, terwijl op de pilotlocatie geen sprake is van een waterdichte verharding. De beperkte verschillen in dynamiek tussen de reeksen kan twee oorzaken hebben:

- De verharding onder de trayvelden op het reguliere veld is niet waterdicht. Hierdoor treedt er bij neerslag of beregening alsnog grondwateraanvulling op.
- De doorlatendheid van de bodem is hoog waardoor de grondwaterstanden via horizontale stroming worden beïnvloed.

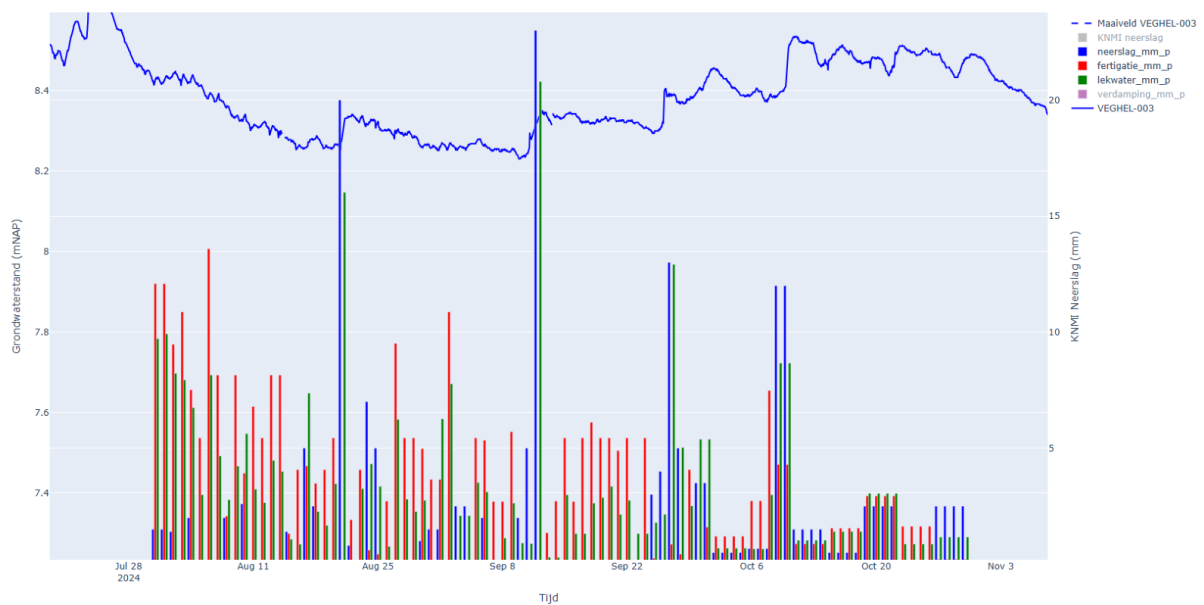
Met de huidige beschikbare data is niet uit te sluiten welke van deze twee oorzaken met meest waarschijnlijk is.



Figuur 30. Verloop grondwaterstanden regulier en pilotlocatie (GWERP-001 en VEGHEL-003)



Figuur 31. Verloop grondwaterstanden regulier en pilotlocatie (GWERP-002 en VEGHEL-003)



Figuur 32. Verloop grondwaterstanden en waterbalans groeiseizoen 2024.

In Figuur 32 is de grondwaterstand weergegeven in combinatie met de gemeten neerslag, beregening (fertigatie) en lekwater. Het lekwater is het neerslag en beregeningswater wat door de plant op de bodem valt en naar het grondwater kan stromen. Wat opvalt is dat een groot deel van het beregeningswater doorlekt naar de bodem en dus niet door de plant wordt opgenomen.

2.5.3 Conclusies op hoofdlijnen

- De grondwatermetingen onder de trayvelden van het reguliere veld hebben een aantal problemen gehad waardoor niet over de gehele periode betrouwbare metingen beschikbaar zijn.
- De peilbuizen GWERP-001 en GWERP-002 zijn mogelijk niet waterdicht afgewerkt waardoor water vanaf de trayvelden de peilbuis ingestroomd kan zijn. Dit heeft mogelijk effect gehad op de waterkwaliteitsmetingen.
- Het verloop van de grondwaterstanden onder de trayvelden op de pilotlocatie en de reguliere locatie is niet onderscheidend. Op basis van de grondwaterstanden kan daarom geen conclusie getrokken worden of de pilot een positief effect heeft op de grondwaterstanden. Hiervoor zal naar de totale waterbalans van het watersysteem gekeken moeten worden.
- Het lekverlies van het beregeningswater bij de pilotlocatie lijkt erg groot. Hierdoor wordt veel van het onttrokken grondwater voor beregening weer aan het grondwater toegevoegd. De waterkwaliteit is wel veranderd door het toevoegen van voedingsstoffen en gewasbeschermingsmiddelen.

3. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN



Op basis van de resultaten van het pilotveld en het reguliere veld kunnen we een aantal conclusies en aanbevelingen doen.

Dit onderzoek was een eerste verkennend onderzoek naar de milieuprestaties van het pilotsysteem. Het onderzoek kan leiden tot een van de volgende uitkomsten:

- Het inzicht dat het pilotsysteem betere milieuprestaties heeft dan reguliere trayveld systemen en dat er dus gekeken kan worden wat er nodig is aan onderzoek en onderbouwing voor de wet- en regelgeving;
- Het inzicht dat het pilotsysteem slechtere milieuprestaties heeft dan reguliere trayveld systemen, dat het systeem niet gewenst is en dat er dus geen aanpassingen aan wet- en regelgeving nodig zijn;
- Het resultaat dat het nog onzeker is of er sprake is van betere of slechtere milieuprestaties dan reguliere trayveld systemen, en dat er een andere proefopzet nodig is.

3.1 Conclusies

Met de bevindingen van teeltjaar 2024 trekken we de volgende conclusies over de onderzoeksvragen:

Hoe verhoudt het pilotsysteem (trays op rails) zich tot het reguliere systeem van trayvelden op het gebied van:

WATERVERBRUIK EN INFILTRATIE

- Het totale waterverbruik voor gietwater op het pilotveld is $\frac{1}{3}^e$ lager dan op het reguliere veld.
- Voor het reguliere veld wordt evenveel grondwater opgepompt als voor het pilotveld.
- Relatief veel giet- en regenwater komt retour uit de teeltsystemen, resp. bijna 70% op het reguliere veld en circa 50% op het pilotveld.
- Het volume water dat geïnfiltreerd wordt in de bodem is bij het reguliere veld $\frac{1}{3}^e$ minder dan op het pilotveld. Op het reguliere veld wordt in

het groeiseizoen een groot deel van de regen opgevangen in het first flush bassin.

- Het gietwater op het reguliere veld bestaat voor 1/3^e uit recirculatiewater van de first flush en voor 2/3^e uit opgepompt grondwater. Ruim de helft van het first flush water wordt gerecirculeerd.
- De capaciteit van de ontsmetter lijkt nu beperkend voor optimale recirculatie.
-

Emissies van gewasbeschermingsmiddelen naar het milieu?

Er zijn zes stoffen onderzocht die in de periode augustus-oktober op vrijwel dezelfde momenten, in dezelfde doseringen, zijn gespoten op zowel het reguliere veld als het pilotveld. Het gaat om azoxystrobin, difenoconazole, fluopyram, penconazole, cyprodinil en spirotetramat. Voor deze stoffen trekken we de volgende conclusies:

- De cumulatieve hoeveelheden van werkzame stoffen zijn hoger in het lekwater van het pilotveld, dan in het lekwater van het reguliere veld in de 2nd flush.
- Van de zes onderzochte stoffen geldt voor vijf van de zes dat, wanneer we per stof een vergelijking maken van de hoeveelheid werkzame stof in het lekwater op het pilotveld (opvangbak) en het reguliere veld (second flush), er meer actieve stof (in veel gevallen ongeveer tweemaal zoveel) uitspoelt op het pilotveld. Alleen voor penconazole geldt dit niet, maar daar zijn de hoeveelheden überhaupt erg laag.
- Verder laten deze data zien dat de first flush, zoals bedoeld, een groot deel van de werkzame stoffen die van het veld spoelt opvangt.
- De concentratie van stoffen in de peilbuizen is lager op het pilotveld dan in de wadi bij het reguliere veld. Dit is tegengesteld aan bovenstaande bevindingen.

Emissies van nutriënten naar het milieu

Hoeveelheid:

- Zowel de hoeveelheid fosfor, nitraat als N-totaal in het lekwater is hoger op het pilotveld dan op het reguliere veld (respectievelijk 4x, 4x en 13x hoger).

Concentraties:

Nitraat

- Het opgepompte (ondiepe) grondwater op het pilotveld bevat een hogere concentratie nitraat dan de norm voor grondwater.
- In het geïnfiltreerde lekwater is de concentratie op beide velden onder de norm voor grondwater van 50 mg/l.

- De concentraties nitraat in de peilbuizen van zowel het reguliere veld als het pilotveld bleven ruim onder de norm.

Stikstof (N) totaal

- De concentraties in m.n. de 1st flush is aanzienlijk hoger dan de norm voor oppervlaktewater, wat bij overstort tot emissie kan leiden.
- Op het pilotveld is de concentratie lager dan in de 1st flush op het reguliere veld, en de kans op afspoeling naar oppervlaktewater is veel kleiner.

Fosfor

- De concentratie in het lekwater van beide velden dat in de bodem wordt geïnfilteerd is in het teeltseizoen hoger dan de norm voor grondwater, 2,0 mg P/l
De concentratie fosfor in de peilbuizen blijft onder de norm.

Samengevat

Op het pilotveld vindt meer emissie van gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten naar het milieu plaats dan op het reguliere veld.

Voor het pilotveld wordt evenveel later opgepompt en meer water teruggebracht in de bodem. Daarnaast is het waterverbruik op het pilotveld efficiënter dan op het reguliere veld. Op pilot infiltreert regenwater in de bodem buiten het teeltseizoen.

3.2 Kanttekeningen

Onderstaande punten moeten in acht worden genomen bij de resultaten van deze praktijkproef. Deze zaken hebben invloed op hoe de twee getoetste systemen door verschillende partijen gewaardeerd worden. We benoemen ze hier slechts kort, omdat ze over het algemeen buiten de scope van de onderzoeksvraag vallen.

- De proef is een praktijkproef wat inhoudt dat de uitvoering en het verloop afhankelijk is van de mogelijkheden in de praktijk. Het is gebleken dat dat het moeilijk is om een gelijke watergift, bemesting en gewasbescherming toe te passen. Dit leidt tot andere verschillen in de data dan wanneer de behandelingen wel gelijk waren. Waarschijnlijk leidt het niet tot een groot verschil in de conclusie.
- Het doel van de huidige proef was om het functioneren van het pilotveld te onderzoeken.
- De 2nd flush van het reguliere veld in deze proef wordt opgevangen in een wadi, wat een bovenwettelijke maatregel is, terwijl dat op veel reguliere velden op oppervlaktewater wordt geloosd.

- Er zijn zeer veel data verzameld waar veel meer informatie uit te halen is dan alleen antwoorden op de onderzoeksvragen. Het rapport beperkt zich – zoveel mogelijk – tot de onderzoeksvragen.
- Zo geeft de proef ook veel inzicht over het functioneren van het reguliere veld. We zien dat de first flush veel nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen opvangt waardoor emissie naar het milieu sterk vermindert.
- Het **hergebruik** van de first flush creëert voor de teler een risico op resistentie voor gewasbeschermingsmiddelen. Dit risico is er niet bij het pilotveld. Met het oog op waterbeschikbaarheid en beregeningsverboden is het hergebruik van water echter wel aan te bevelen.
- Bij het reguliere veld is meer kans op calamiteiten bij storingen, onderhoud en bijv. hoosbuien. Het grootste risico is overstort op oppervlaktewater. Dit is niet makkelijk vast te leggen in cijfers.
- Het pilotsysteem bevat minder techniek en waterstromen en is in die zin **robuuster** dan het reguliere systeem. Alleen bij een verzadigde bodem is er kans op afstroming naar oppervlaktewater.
- Het pilotveld kost de ondernemer minder ruimte (want meer planten per vierkante meter en minder randvoorzieningen) en ligt op open grond in plaats van een verharding, waardoor het een andere status zou hebben binnen de ruimtelijke ordening. Echter, zoals in paragraaf 1.2 benoemd wordt, is het systeem van het pilotveld op dit moment niet toegestaan en wijkt het af van het **huidige wettelijke kader**.
- De ervaring van de teler was dat de **plantkwaliteit** op het pilotveld beter is, omdat de planten boven de grond hangen. Deze bevinding wordt gestaafd door onderzoek.
- CLM maakt alleen de vergelijking tussen een aantal aspecten van beide systemen. Het wegen van de resultaten op de verschillende onderdelen behoort niet tot de opdracht.

3.3 Samenvattende vergelijking

Op basis van deze praktijkproef kunnen we een aantal onderdelen van het pilotveld vergelijken met een regulier veld. Daarnaast zitten er nog andere voor- en nadelen aan het pilotsysteem.

De praktijkproef laat zien dat het pilotveld met betrekking tot emissie op enkele fronten beter, maar op andere fronten slechter presteert dan een regulier veld. Het grootste deel van de directe emissie gaat op beide velden naar het grondwater. De emissie naar het milieu is veelal groter bij het pilotveld. Daarentegen heeft het pilotveld aanzienlijke voordelen op het gebied van teelttechniek. Een overzicht van deze aspecten is te vinden in tabel 11.

Tabel 11. Vergelijking van het pilotsysteem ten opzichte van het reguliere systeem. Het reguliere systeem is het uitgangspunt (0) en aangegeven is of het pilotsysteem op diverse aspecten beter of slechter functioneert.

Aspecten	Regulier	Pilot	Toelichting
Emissie van gewas-beschermingsmidde-len naar grondwater	0	Slechter	De first flush in het regu-liere systeem vangt veel op waardoor de second flush/wadi schoner is.
Emissie van gewas-beschermingsmidde-len naar oppervlaktewater	0	Beter (Op korte termijn)	Op regulier veld is inci-denteel overstort bij cala-miteiten. Op pilotveld is geen directe emissie, ten-zij er afstroming plaats-vindt. Er vindt afbraak plaats in de bodem. Emis-sies naar grondwater ko-men op langere termijn ook in oppervlaktewater.
Emissie van nitraat naar grondwater	0	Slechter	De first flush in regulier system vangt veel op.
Emissie van stikstof (totaal) naar opper-vlaktewater	0	Beter (op korte termijn)	Vanuit de pilot is geen di-recte lozing op opp. wa-ter, tenzij er afstroming plaatsvindt. Emissies naar grondwater komen op langere termijn ook in op-pervlaktewater.
Waterefficiëntie	0	Met huidige teeltmethode beter	Op het pilotveld is minder water gegeven. Teeltma-nagement heeft hierop een grote invloed.
Volume gebruik grondwater	0	Gelijk	De first flush wordt gere-circuleerd en toegevoegd aan grondwater.
Volume aanvullen grondwater	0	Meer	Een groter volume van het gietwater+regenwa-ter vanuit het pilotveld gaat retour bodem.
Benutten regenwater	0	Minder	Regenwater wordt deels opgevangen in first flush bij het reguliere veld, bij het pilotveld infiltreert dit in de bodem.

Aspecten	Regulier	Pilot	Toelichting
Opvang hoosbuien	0	Beter	▪ Geen kans op directe overstort uit drainsloot op oppervlaktewater bij het pilotveld. ▪ Veel minder kans op afstroming naar oppervlaktewater, tenzij bodem verzadigd is
Grondwaterstand	0	Aanvullen Aa en Maas	Er is geen verschil in de grondwaterstanden zichtbaar.
Aspecten die geen deel uitmaakten van het huidige onderzoek:			
Robuustheid van systeem (kans op calamiteiten)	0	Beter	In de pilot zijn minder waterstromen en minder watertechniek.
Plantgezondheid	0	Beter	In de pilot wordt geen water hergebruikt en de planten staan van de grond af.
Resistentiemanagement (GBM)	0	Beter	In de pilot wordt geen water met middelen hergebruikt.
Spuittechniek	0	Beter	In de pilot wordt er met betere bedekking en minder drift gespoten.

3.4 Aanbevelingen

Een herhaling van de praktijkproef in dezelfde vorm zien wij niet als nuttig, want daarvoor zijn er te veel teelt- en omgevingsfactoren van invloed. We zien meer potentie in een proefopzet op een beperkte oppervlakte op praktijkvelden waarbij de omgevingsfactoren geminimaliseerd worden. Dit kan door onderzoek naar enkele, op precieze hetzelfde moment uitgevoerde bespuitingen, waarna op een aantal vaste momenten metingen worden gedaan in de opvangbak en de drain. Het is hierdoor ook mogelijk om herhalingen van de behandelingen op te nemen in de proefopzet.

Verder zijn er zowel qua techniek als teeltmanagement goede opties om de emissie vanaf verschillende type velden te verminderen:

1. **Teeltmanagement:**

We verwachten dat er zowel bij de watergift, de meststoffen als de gewasbeschermingsmiddelen ruimte om te besparen is.

- a. De watergift op beide velden lijkt hoog. Een groot deel van het gietwater komt retour naar het opvangsysteem of naar de bodem. Minder drain leidt in beide systemen direct tot minder emissie, resp. door betere benutting van first flush en minder infiltratie in de bodem. Op beide velden hoeft dan minder water opgepompt te worden. Op het reguliere veld heeft een lagere watergift het ook een direct effect op de benodigde opvangcapaciteit.
- b. Ook zien we in de proef dat er veel nitraat wegspoelt. Dit is zowel voor de teler als voor de omgeving onwenselijk. Er is ruimte om de nitraatgift te verlagen door bijvoorbeeld meer organische meststoffen op te nemen in het bemestingsplan.
- c. Qua gewasbeschermingsmiddelen is het mogelijk om middelen op basis van micro-organismen of van natuurlijke oorsprong op te nemen in het gewasbeschermingsplan waardoor enkele chemische stoffen kunnen worden vermeden.

2. **Techniek:**

Zowel het pilotveld als het reguliere veld bevatten elk nuttige elementen, en elementen die nog geoptimaliseerd kunnen worden:

- a. De toedieningstechnieken voor water, meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen zijn verder te optimaliseren. Zo kan de waterverdeling van de sproeiers gelijkmatiger.
- b. De spuittechniek voor gewasbeschermingsmiddelen is op het pilotveld efficiënter dan op het reguliere veld. Deze techniek kan – deels - ook toegepast worden op het reguliere veld.
- c. Ontwerp van nieuwe reguliere trayvelden aanpassen zodat de eerste 3mm van het hele veld wordt opgevangen. Dit kan door de afstand tot drainsloot voor hele veld gelijkjer te maken. Een andere optie is om meer dan de eerst 3mm op te vangen. Hierdoor zal door overstort en via de second flush minder emissie optreden.
- d. Wateropslag van overvloedige neerslag in en buiten seizoen in een bassin/natuurlijk bassin in samenwerking met waterschappen.

- e. Als de wadi ook buiten het teeltseizoen gebruikt kan worden voor opvang van regenwater beperkt dat het lozen van grote volumes van verhard oppervlak op oppervlaktewater.
- f. Wellicht is het mogelijk om een tray te ontwerpen die draint op een goot waarin water wordt opgevangen en verzameld i.p.v. een geheel gesloten bodem. Door dit te combineren met een first flush systeem is hergebruik van gietwater mogelijk. Zo worden aspecten van beide systemen gecombineerd.
- g. Onderzoek naar de mogelijkheden om storingen en fouten te verder te beperken.

Met de kennis uit deze proef, en andere lopende onderzoeken van bijvoorbeeld Delphy en WUR, is het een aanbeveling om een praktijkproef met een aantal telers te starten die zich focust op een robuuste aardbeienteelt (IPM-strategie) op een “gecombineerd” systeem met zo min mogelijk input.

REFERENTIES

Melis T, et al. (2024). Pilot onderzoek naar kweken van aardbeienplanten op trays. Resultaten meetjaar 2023. In opdracht van Waterschap Aa en Maas, Van den Elzen, provincie Noord-Brabant, gemeente Meierijstad.

Melis T, et al. (2023). Pilot onderzoek naar kweken van aardbeienplanten op trays. Resultaten meetjaar 2022. In opdracht van Waterschap Aa en Maas, Van den Elzen, provincie Noord-Brabant, gemeente Meierijstad.

Bijlage I

Neerslag van meer dan 10 mm per dag, waarbij van overstort gebruik gemaakt moet worden.

datum	(m³/ha)	(mm)
03-09-2024	300	30
10-10-2024	280	28
11-09-2024	180	18
08-08-2024	170	17
17-07-2024	120	12
26-09-2024	110	11
22-10-2024	110	11

CLM Onderzoek en Advies

Postadres

Postbus 62
4100 AB Culemborg

Bezoekadres

Gutenbergweg 1
4104 BA Culemborg

T 0345 470 700

www.clm.nl

Laat het goede groeien.