

Afspoeling in beeld in het beheergebied van Noorderzijlvest 2024 en 2025

Rapport

Richard Folkersma en Hugo Bosland (CLM), Frederick
Roseboom (Delphy)



Water



Bodem



Klimaat



Onderzoeken

CLM-1300



Dit is een rapportage van CLM Onderzoek en Advies
en Delphy

Oktober, 2026

CLM-publicatienummer: 1300

Opdrachtgever: Waterschap Noorderzijlvest

Auteurs: Richard Folkersma en Hugo Bosland (CLM),
Frederick Roseboom (Delphy)

Foto omslag: het aanbrengen van reliëf in de grond is
een bewezen maatregel om oppervlakkige afspoeling
te verminderen.

CLM Onderzoek en Advies
Gutenbergweg 1
4104 BA Culemborg

Postbus 62
4100 AB Culemborg

www.clm.nl
0345 470 700

Afspoeling in beeld in het beheerge- bied van Noorder- zijlvest 2024 en 2025

Rapport over emissie
via oppervlakkige af-
spoeling en het effect
van maatregelen.

INHOUD

Samenvatting	6
1. Inleiding	8
1.1 Aanleiding	8
1.2 Doel	9
1.3 Leeswijzer	10
2. Werkwijze	11
2.1 De werving van telers	11
2.2 Afspoeling meten	11
2.3 Waterkwaliteit meten	12
2.4 Praktische toepasbaarheid	13
2.5 Neerslag	13
2.6 Bodem	13
3. Aardappelen Noordoost-Groningen 2024: voorvrucht en drempels	14
3.1 Proefopzet	14
3.1.1 Perceeleigenschappen	14
3.1.2 Proef 1: drempels	16
3.1.3 Proef 2: voorvrucht	16
3.2 Aanleg en verloop van de proeven	17
3.3 Resultaten waterkwantiteit	18
3.3.1 Neerslag- en afspoelingsgegevens	18
3.4 Resultaten waterkwaliteit	21
3.4.1 Effect maatregel proef 1 drempels	21
3.4.2 Effect maatregel proef 2 voorvrucht	22
3.4.3 Spuitschema en afgespoelde stoffen bij proef 1 drempels	23
3.4.4 Theoretische concentratie in sloot en percentage afspoeling	25

4. Uien Noordwest-Groningen 2024 en 2025: putjesrol	27
4.1 Proefopzet	27
4.1.1 Perceeleigenschappen 2024	27
4.1.2 Perceeleigenschappen 2025	28
4.1.3 Beschrijving maatregel	29
4.2 Aanleg en verloop van de proeven	29
4.2.1 2024	29
4.2.2 2025	30
4.3 Bodembeoordeling (2025)	31
4.4 Resultaten waterkwantiteit	32
4.4.1 Neerslag- en afspoelingsgegevens 2024	32
4.4.2 Neerslag- en afspoelingsgegevens 2025	33
4.5 Resultaten waterkwaliteit	34
4.5.1 Resultaten waterkwaliteit 2024	34
4.5.2 Effect maatregel op de waterkwaliteit 2025	35
4.5.3 Spuitschema 2024	36
4.5.4 Spuitschema 2025	38
4.5.5 Theoretische concentratie in sloot en percentage afspoeling 2024	39
4.5.6 Theoretische concentratie in sloot en percentage afspoeling 2025	40
5. Aardappelen Noordoost-Groningen 2025: vlak en ongelijk perceel	42
5.1 Proefopzet	42
5.1.1 Perceeleigenschappen	42
5.1.2 Beschrijving maatregel	43
5.2 Aanleg en verloop van de proeven	43
5.3 Resultaten waterkwantiteit	44
5.3.1 Neerslag- en afspoelingsgegevens	44
5.4 Resultaten waterkwaliteit	46
5.4.1 Effect maatregel	46
5.4.2 Spuitschema	47
5.4.3 Theoretische concentratie in sloot en percentage afspoeling	48
6. Conclusie en discussie	50
6.1 Conclusie	50
6.2 Aanbevelingen	52
6.3 Discussie	53
7. Kennisdeling	54
7.1 Betrekken van telers uit het project Op de kleintjes letten	54
7.2 Presentatie spuitlicentiebijeenkomst	54
7.3 Informeren van provincies, waterschappen, CropLifeNL, agrarische natuurcollectieven en ministeries	54
Bijlage 1: Verslag bodembeoordeling door Van Tafel naar Kavel	55

SAMENVATTING

Oppervlakkige afspoeling van landbouwpercelen kan een belangrijke emissieroute zijn voor gewasbeschermingsmiddelen naar het oppervlaktewater. In opdracht van Waterschap Noorderzijlvest hebben CLM Onderzoek & Advies en Delphy in 2024 en 2025 praktijkproeven uitgevoerd om deze route beter in beeld te brengen en het effect van enkele maatregelen te beoordelen. De metingen vonden plaats in aardappelen en uien op twee locaties in Noordoost-Groningen en op een locatie in Noordwest-Groningen. Daarbij is zowel de hoeveelheid afspoelend water gemeten als de aanwezigheid van gewasbeschermingsmiddelen in dat water onderzocht.

Op alle onderzochte percelen trad gedurende de teelt afspoeling op. In sommige maanden ging het om meer dan 1.000 liter per proefveld en over een teeltseizoen kon dit oplopen tot rond de 10.000 liter. Hoewel dit slechts een klein deel is van de totale hoeveelheid neerslag, blijkt de route relevant: vrijwel alle monsters van afspoelingswater bevatten gewasbeschermingsmiddelen, vaak stoffen die kort daarvoor in de teelt waren toegepast. De berekeningen van theoretische concentraties in de sloot laten zien dat afspoeling in bepaalde situaties kan leiden tot overschrijding van waterkwaliteitsnormen. Vooral de uienteelt viel op door relatief hoge concentraties van verschillende werkzame stoffen.

Van de onderzochte maatregelen gaf de toepassing van erosiestoppers, of drempeltjes tussen de aardappelruggen, het duidelijkste positieve effect. Bij de proef in Noordoost-Groningen in 2024 was de afspoeling in alle maanden lager op het deel met erosiestoppers dan op het deel zonder erosiestoppers. Over de hele meetperiode was de afspoeling zonder erosiestoppers ongeveer anderhalf keer zo hoog. Daarmee lijken erosiestoppers een effectieve maatregel om afspoelingsvolume, en daarmee waarschijnlijk ook de totale emissie van gewasbeschermingsmiddelen, te verminderen. Praktisch werd wel enige hinder ervaren bij het loofklappen, doordat de drempels in dit jaar relatief lang aanwezig bleven.

In Noordwest-Groningen is in uien gekeken naar het effect van een putjesrol. In 2024 kon de maatregel niet worden toegepast, maar in 2025 wel. De putjesrol zorgde in alle maanden voor iets minder afspoeling dan de controle, vooral kort na aanleg. Ook waren de somconcentraties van gewasbeschermingsmiddelen vaak lager bij het proefveld met putjes, al verschilde het effect per stof. De maatregel leverde volgens de ondernemer geen hinder op, maar de

aanleg kan lastig zijn bij harde grond en het effect lijkt na verloop van tijd af te nemen doordat de putjes vervlakken.

Voor niet-kerende grondbewerking met groenbemester en voor het kilveren en opnieuw draineren van een perceel konden binnen deze proefopzet geen duidelijke conclusies worden getrokken. De resultaten laten zien dat kleine verschillen in perceel, bodem, hoogte en meetopstelling veel invloed kunnen hebben op gemeten afspoeling. Kilveren en draineren kan in de praktijk wel bredere voordelen hebben, bijvoorbeeld door minder plasvorming en minder noodzaak om sleuven naar de sloot te trekken.

De belangrijkste conclusie is dat oppervlakkige afspoeling in het beheergebied van Noorderzijlvest daadwerkelijk optreedt en een relevante emissieroute vormt voor gewasbeschermingsmiddelen. Erosiestoppers in aardappelen laten het meest robuuste effect zien. De putjesrol in uien lijkt een kleiner, maar mogelijk relevant effect te hebben. Vervolgonderzoek met herhalingen is nodig om maatregelen statistisch betrouwbaar te beoordelen en beter te begrijpen welke rol stofeigenschappen, bodemstructuur, neerslagintensiteit en het moment van toepassing spelen.



1. INLEIDING

Oppervlakkige afspoeling van percelen kan een belangrijke emissieroute voor gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten naar oppervlaktewater zijn. De mate van afspoeling is afhankelijk van verschillende factoren, zoals de helling, hoogteverschillen binnen het perceel, de bodemkwaliteit en -eigenschappen, de hoeveelheid neerslag en de teeltmethode. Om deze route beter te kwantificeren en het effect van een aantal maatregelen op oppervlakkige afspoeling te onderzoeken heeft Waterschap Noorderzijlvest aan CLM Onderzoek & Advies en Delphy gevraagd om ook in hun beheersgebied de afspoeling te meten in 2024 en 2025. De afspoeling is gedurende de hele teelt gemeten in aardappelen en uien, op twee bedrijven in Noordoost-Groningen en op een bedrijf in Noordwest-Groningen. Het project is mede gefinancierd uit het Stimuleringsbudget emissiebeperking open teelten en veehouderij, wat beheerd wordt door STOWA.

1.1 Aanleiding

Om de doelen van de Kaderrichtlijn Water (KRW), het zevende Actieprogramma Nitraatrichtlijn (7^e NAP) en de ambities van de Toekomstvisie gewasbescherming 2030 te kunnen halen, is het wenselijk om alle emissieroutes van gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten in beeld te hebben en te kwantificeren. Op die manier kunnen ondernemers de juiste maatregelen treffen om deze emissies te minimaliseren.

Voor emissie vanaf het perceel zijn de routes drift en drainbuisafvoer goed te kwantificeren. Voor afspoeling vanaf percelen zijn nog onvoldoende kwantitatieve gegevens bekend om de vrachten van gewasbeschermingsmiddelen en de bijdrage aan normoverschrijdingen te kwantificeren.¹ Dit kan ook

¹ Kruijne R., Van Loon, A., Montforts, M., Tiktak, A., De Weerd, J. & Wenneker, M. (2020). Een inventarisatie van emissieroutes van gewasbeschermingsmiddelen naar oppervlaktewater en grondwater: Deltafact.

verschillen voor diverse teeltsystemen (ruggen-, bedden- en rijenteelt) en grondsoorten.

Op verschillende plaatsen in Nederland is al geëxperimenteerd met maatregelen die afspoeling van nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen verminderen, onder andere in Flevoland, Limburg en Friesland. Daarbij werden verschillende technieken gebruikt om afspoeling te kwantificeren (liters afspoelend water) en/of monsters te nemen om de kwaliteit van het water (concentraties gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten) te bepalen.

In Flevoland hebben CLM Onderzoek & Advies en Delphy een goede methode ontwikkeld om zowel de hoeveelheid afspoeling als de kwaliteit van het afspoelende water te meten.² Ook de effectiviteit en praktische haalbaarheid van maatregelen die afspoeling mogelijk verminderen worden onderzocht. Door het kwantificeren van de emissieroute afspoeling én het testen van maatregelen geven we ondernemers praktische handvatten om deze emissie te verminderen, zodat de waterkwaliteit verbetert en het halen van de doelen vanuit de KRW, het 7^e (en 8^e) NAP en de ambities van de Toekomstvisie dichterbij komen.

Waterschap Noorderzijlvest wil emissie door oppervlakkige afspoeling beter in beeld krijgen en heeft CLM Onderzoek & Advies en Delphy gevraagd om afspoeling te meten in hun beheergebied. De metingen zijn een onderdeel van het project 'Op de kleintjes letten'.

1.2 Doel

Het doel van de praktijkproeven is tweeledig. Bij onder het eerste doel is een aantal deelvragen opgenomen:

1. In verschillende gebieden en gewassen praktijkervaring opdoen met maatregelen die afspoeling verminderen en daaraan meten, om het effect zichtbaar te maken.
 - a. Hoe groot is het volume afspoeling op het perceel?
 - b. Welke stoffen worden aangetroffen en zijn die toegepast?
 - c. Hoe groot is de emissie van bestrijdingsmiddelen via afspoeling op het perceel en tot welke concentratie in de sloot kan de emissie leiden?
 - d. Welk effect heeft de aangelegde maatregel op het volume afspoelingswater en de kwaliteit daarvan?

² Folkersma, R., Bosland, H., Van Middelaar, J.C., Gooijer, Y., Stout, B., Vedelaar, N., Wander, J., Walsweer, A. (2024). Praktijkproeven perceelsafspoeling Flevoland. Effectiviteit en praktische toepasbaarheid van maatregelen tegen afspoeling.

- e. Hoe ervaren de ondernemers de maatregel? Is de maatregel toepasbaar in de praktijk?
- 2. Deling van de in de praktijkproeven en eerdere projecten opgedane kennis. De doelgroep zijn in de eerste plaats deelnemers van de klankbordgroep van het project 'Op de kleintjes letten'.

1.3 Leeswijzer

De werkwijze is beschreven in hoofdstuk 2. In de hoofdstukken 3, 4 en 5 zijn de drie proeflocaties beschreven, inclusief de proefopzet, het verloop, de resultaten en de conclusies. Hoofdstuk 6 bevat de conclusies en discussie over het gehele project. Tot slot is de kennisdeling beschreven in hoofdstuk 7.



2. WERKWIJZE

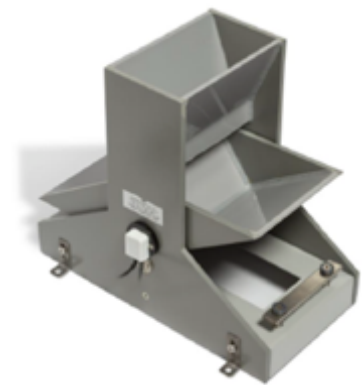
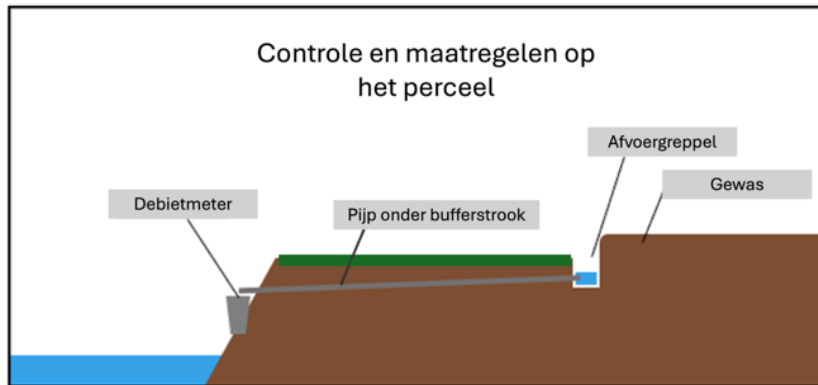
De praktijkproef is uitgevoerd met telers die zijn geworven via het project 'Op de kleintjes letten'. Gedurende de proef is de afspoeling op twee percelen per jaar continu gemeten en is de kwaliteit van het afspoelingswater in detail onderzocht. Daarnaast is gekeken naar de praktische toepasbaarheid van maatregelen en de invloed van neerslag op de resultaten.

2.1 De werving van telers

Werving van telers is gebeurd vanuit het overkoepelende project 'Op de kleintjes letten'. Namen en contactgegevens van telers die mee wilden doen met de praktijkproef zijn gedeeld door de projectleider van dat project. In samenwerking met deze projectleider zijn uiteindelijk de definitieve telers en percelen geselecteerd. In dit rapport zijn de namen van deelnemende telers niet weergegeven, maar is de regio waarin de proeflocatie ligt als aanduiding gebruikt.

2.2 Afspoeling meten

Om afspoeling continu te kunnen meten is afspoelend water opgevangen in een greppel en via een buis met debietmeter naar de sloot af te voeren (figuur 1). Door op een deel van het perceel een maatregel toe te passen kan het verschil in afspoeling (volume en gewasbeschermingsmiddelen) vergeleken worden. De meetresultaten geven samen met de ervaringen van de boer en de observaties van de onderzoekers een goede indicatie van de afspoeling. Om harde conclusies te trekken over de afspoeling en eventuele verschillen tussen maatregelen en percelen te kunnen bepalen zou een uitgebreidere opzet in herhalingen nodig zijn. In dit project is voor een beperktere opzet gekozen.



Figuur 1 Schematische weergave van de proefopzet (links). Met behulp van een debietmeter met kantelbak kan continue gemeten worden aan oppervlakkige afspoeling (rechts). De afvoergreppel is alleen via de pijp verbonden met de sloot

2.3 Waterkwaliteit meten

Op beide percelen werd de waterkwaliteit gemeten. Afspoelend water werd in 2024 opgevangen in een opvangsysteem met drie flessen (zie figuur 2). Hiermee werd een monster van 3 liter genomen uit de eerste 12 liter afgespoeld water. Het water uit de flessen werd in het laboratorium gemengd en geanalyseerd. In 2025 is een eenvoudiger systeem met één 4 liter fles toegepast. Dit systeem heeft minder hoogte nodig en is gebruiksvriendelijker voor de medewerkers die de monsters hebben genomen. Dit systeem bemonstert de eerste 4 liter afspoelend water.



Figuur 2 links: debietmeter en het wateropvangsysteem met 3 flessen (2024); Rechts: debietmeter en wateropvangsysteem met één fles (2025).

2.4 Praktische toepasbaarheid

De praktische toepasbaarheid van een maatregel is belangrijk voor de adoptie ervan op grote schaal. Andere belangrijke factoren zijn de hoeveelheid tijd en materiaal die nodig is om de maatregel aan te leggen, eventuele neveneffecten van een maatregel op de oogst en bodemkwaliteit en de mate van ervaren hinder tijdens het uitvoeren van andere aan de teelt gerelateerde werkzaamheden op het perceel. Dit soort variabelen zijn ook gemonitord gedurende de proef. Hiervoor is op verschillende momenten naar de ervaring van de ondernemer gevraagd en vastgelegd in het logboek. Tevens hebben de betrokken ondernemers hun ervaringen gedeeld bij de tussenpresentatie na het eerste jaar.

2.5 Neerslag

Er werd gebruik gemaakt van een weerpaal (Sencrop Raincrop, figuur 3) om de neerslag op de locatie van het perceel exact vast te kunnen leggen.



Figuur 3 Weerpaal Sencrop Raincrop (foto www.sencrop.com)

2.6 Bodem

De samenstelling en de gesteldheid van de bodem hebben grote invloed op het optreden van oppervlakkige afspoeling. Enkele maatregelen tegen afspoeling bewerken de bodem, wat de bodemgesteldheid kan beïnvloeden. Om zicht te krijgen op de invloed hiervan is in 2025 op een van de percelen de bodemgesteldheid beoordeeld door Van Tafel naar Kavel (bijlage 1).

3. AARDAPPELEN NOORDOOST-GRONINGEN 2024: VOORVRUCHT EN DREMPELS

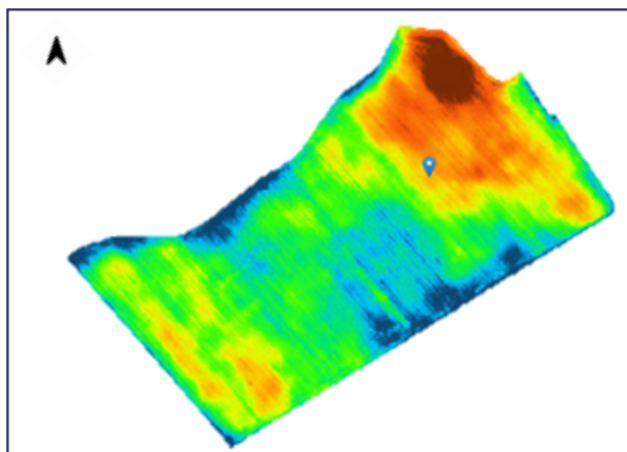
Om inzicht te verkrijgen in het effect van drempels tussen de aardappelruggen op oppervlakkige afspoeling, hebben CLM en Delphy in 2024 een praktijkproef in Noordoost-Groningen uitgevoerd. In dit hoofdstuk gaan we in op de proefopzet, de aanleg van de proef en de resultaten.

3.1 Proefopzet

3.1.1 Perceeleigenschappen

De proef ligt op een groot perceel van ongeveer 18 ha. Volgens de ondernemer verloopt de zwaarte van het perceel in zuidwestelijke richting van 15% tot 25% afslibbaar. Dat betekent dat het een lichte zavelgrond betreft. De proefvelden zijn zo gepositioneerd dat de bodem vrijwel niet verschilt tussen de velden.

Volgens de hoogtekartaart (figuur 4) varieert de hoogte van het perceel van 0,86 – 1,21 m +NAP. Langs het perceel stroomt het maar (rivier). Het perceel is niet rond of bol gekilverd.



Figuur 4 Hoogtekartaart van het perceel in Noordoost-Groningen. De kleur geeft de hoogte weer op een schaal van donkerblauw (laag) via geel, groen en oranje naar rood (hoog).

Na de bietenoogst van eind oktober 2023 is het zuidwestelijke gedeelte geploegd. Op het noordoostelijke gedeelte is een groenbemester gezaaid. Het betrof een mengsel van phacelia, vlas en klaver. Op dit gedeelte wordt niet-kerende grondbewerking toegepast, er is dus niet geploegd. In 2024 zijn op het hele perceel pootaardappels geteeld (Agria en Sinora). Op dit perceel zijn twee proeven aangelegd (Tabel 1 en Figuur 5): op de grens van het geploegde en niet geploegde deel is een proef aangelegd om het verschil van de bodembehandeling en voorvrucht te bepalen. Op dit deel (noordoost) van het perceel werden Agria's geteeld. Op het geploegde deel van het perceel is een proef aangelegd om het effect van drempeltjes (erosiestoppers) tussen de ruggen te bepalen. Op dit deel werden Sinora's geteeld. De aardappelruggen liggen richting het maar. Aan het eind van de ruggen ligt een greppel loodrecht op de ruggen. Tussen de greppel en het maar ligt nog een kopakker van zo'n 6 meter breed. In voorgaande jaren, vanaf 2020, is op het perceel respectievelijk gerst, aardappels, tarwe en bieten geteeld.³

Tabel 1. Eigenschappen proefvelden

Proef	Erosiestoppers (drempels)	Ras	Bewerking	Voorvrucht
1a	Erosiestoppers	Sinora	Ploeg	Biet
1b	Geen erosiestoppers	Sinora	Ploeg	Biet
2a	Erosiestoppers	Agria	Ploeg	Biet
2b	Erosiestoppers	Agria	NKG	Tarwe, met nateelt groenbemester



Figuur 5 Ligging van proef 1 (drempels) en proef 2 (voorvrucht). Niet op schaal.

³ Bron: www.boerenbunder.nl

3.1.2 Proef 1: drempels

Tussen de aardappelruggen worden op dit bedrijf standaard drempels aangelegd. Om het effect van drempels te kunnen meten zijn op veld 1b geen drempels aangelegd. De drempels zijn gemaakt met een machine die achter een ruggenfrees is aangebouwd (figuur 6). De hoogte van en de afstand tussen de drempels wordt bepaald door instellingen van de machine en de rijsnelheid tijdens het aanleggen. De drempels zorgen ervoor dat regen- of irrigatiewater tussen de drempels blijft staan en infiltreert, tenzij het waterniveau boven de drempels komt. In de sporen waar later in het seizoen gereden wordt met de selectiekar, om o.a. viruszieke planten op te sporen, werden geen drempels aangelegd. Dit zou voor te veel gehobbel zorgen en de werkzaamheden hinderen. De ondernemer brengt al een aantal jaren drempels aan tussen de aardappelruggen. Voor de proef zijn op het naastgelegen deel geen drempels aangebracht, om een vergelijking mogelijk te maken.



Figuur 6 links: het aanbrengen van drempeltjes tussen de aardappelruggen (foto van www.crkl.nl).
Rechts: de drempeltjes kort na het aanbrengen (28 mei 2024).

3.1.3 Proef 2: voorvrucht

Deze proef is aangelegd op de grens van het geploegde en het niet geploegde deel van het perceel. De drempels zijn ook hier aangelegd, omdat het aanbrengen van drempels standaardpraktijk is op dit bedrijf. Het gedeelte wat niet geploegd is en waar groenbemester geteeld is vergeleken met het deel waar wel geploegd is geen groenbemester is geteeld.

3.2 Aanleg en verloop van de proeven

Op 28 mei 2024 zijn beide proeven aangelegd, aan de kant van het maar. Gelijke stukken van 48 meter breed zijn uitgekozen, telkens één voor de controle en één voor de maatregel. Op de locatie van de proef is het perceel zo'n 280 meter breed. Er wordt verondersteld dat het afspoelende water vanaf ongeveer de helft van het perceel richting het maar stroomt. Omdat de stukken even groot zijn, wordt de aanname gedaan dat zonder maatregelen de afspoeling gelijk is.

De greppel die voor de ruggen langs loopt, is afgedamd aan weerszijden van elk proefveld, en er is in elk stuk een buis getrokken naar het maar. In het talud zijn de meetinstallaties geplaatst.

Normaalgesproken trekt de ondernemer geen buizen van de greppel naar het maar. Dat betekent dat de afspoeling door de proef kan toenemen. In het maar, benedenstrooms ten opzichte van het perceel, ligt een meetpunt van het Landelijk Meetnet Gewasbeschermingsmiddelen.

Om te voorkomen dat de proef tot meer afspoeling kan leiden dan normaal en er overschrijdingen op het meetpunt gemeten worden, is besloten de meetopstelling aan te passen en is er extra bovenstrooms gemeten in het maar. Aan het begin van de buis, in de greppel, is een bochtje omhoog bevestigd (figuur 7). Hierdoor gaat water pas afspoelen als er al een laagje water in de greppel staat. Dit is ook meer conform de standaardsituatie van de teler, aangezien er normaal geen buizen getrokken worden. Er is zo goed mogelijk geprobeerd de inlaathoogte van de bochtjes gelijk te stellen aan het niveau van de bodem tussen de ruggen. Het bleek alleen wel dat het bochtje in het deel met de biet als voorvrucht (onderdeel 2a uit tabel 1) te hoog lag. Daardoor was duidelijk zichtbaar dat er minder water kon afspoelen ten opzichte van het deel waar een groenbemester had gestaan.



Figuur 7 In de greppel aan het eind van de ruggen begint de buis naar de sloot. Door een bochtje omhoog wordt voorkomen dat er te veel water afspoelt.

De waterkwantiteit van het afspoelingswater is van 28 mei t/m 23 oktober 2024 gemonitord. Op verschillende momenten zijn er monsters genomen om de waterkwaliteit te analyseren. Bij proef 1 was dat op 14 juni, 9 juli en 16 juli en bij proef 2 op 14 en 16 juli. Op het laatstgenoemde moment kon alleen een monster genomen worden op het deel waar de groenbemester als voorvrucht had gestaan. Op het andere deel was te weinig water aanwezig om een goed monster te kunnen nemen. Dit zou met het hoger liggende bochtje te maken kunnen hebben.

3.3 Resultaten waterkwantiteit

Deze paragraaf laat zien hoeveel liters water er zijn afgespoeld van de verschillende proefvelden en hoeveel neerslag er is gevallen. Ook wordt ingegaan op de verschillen in proef 1 (met en zonder drempels) en proef 2 (geploegd en NKG + groenbemester)

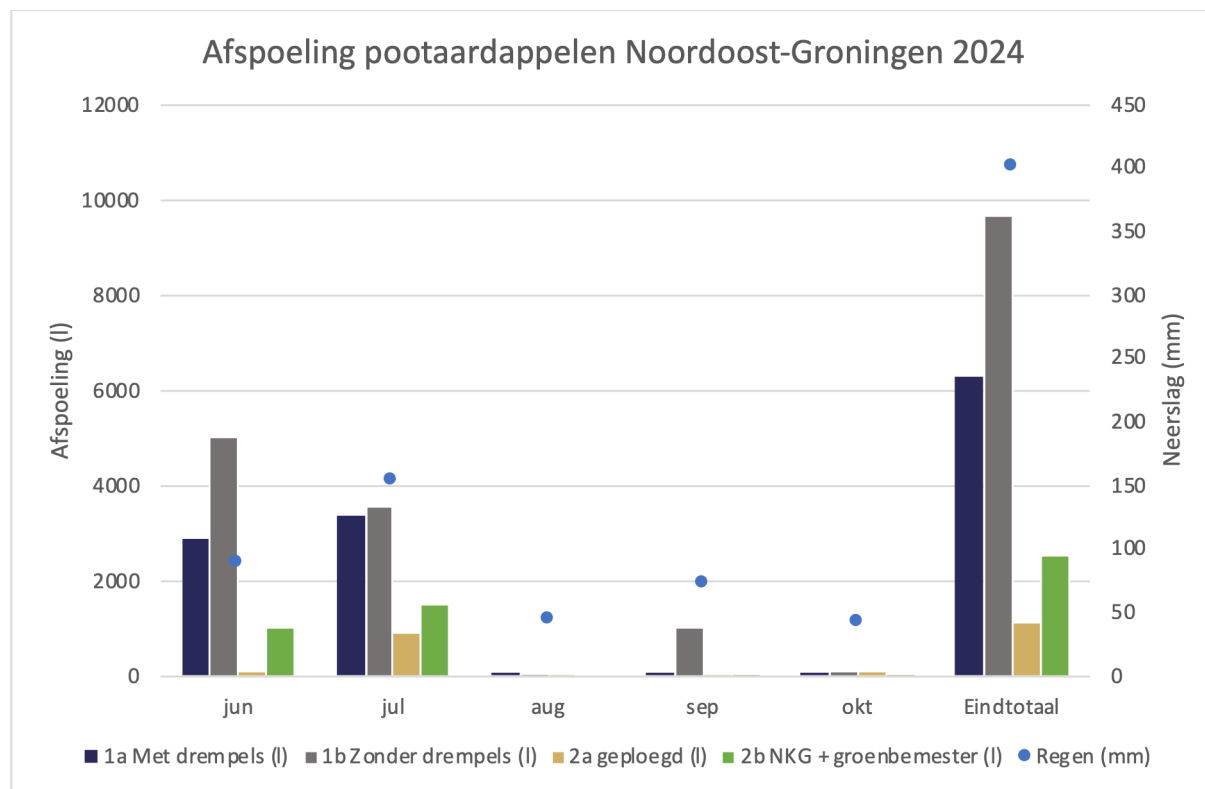
3.3.1 Neerslag- en afspoelingsgegevens

2024 was een zeer nat en warm jaar. Een zeer natte lente werd gevolgd door een zonnige zomer waarin de normale hoeveelheid neerslag viel, de herfst was daarentegen weer vrij nat.⁴

Figuur 8 geeft de afspoeling in liters weer (linker-as) en de neerslag in millimeters (rechter-as). Zowel de proef 1 (met en zonder drempels) als proef 2

⁴ <https://www.knmi.nl/nederland-nu/klimatologie/maand-en-seizoensoverzicht-ten/2024/jaar>

(geploegd en NKG + groenbemester) is hierin opgenomen. De neerslag staat met blauwe bolletjes weergegeven.



Figuur 8 Afspoeling (l) van de proef 1 en 2 (zie tabel 1) neerslag (mm) per maand.

Proef 1: met en zonder drempels

In elke maand is te zien dat de afspoeling lager is als de erosiestopper wordt toegepast. Er kan geconcludeerd worden dat de erosiestopper helpt om afspoeling te beperken. Aan het eindtotaal is te zien dat de afspoeling zonder erosiestopper ongeveer anderhalf keer hoger is dan met erosiestopper. Per maand kan het effect wel verschillend zijn. In juli is er nauwelijks verschil te zien, in september is het verschil groot. Een hypothese is dat dit met de intensiteit van de buien te maken heeft. In ieder geval lijken de drempels in september nog niet uitgewerkt of weggespoeld te zijn.

In de praktijk heeft de agrariër gemerkt dat de drempels dit jaar effect hadden. Het was aan de voorkant van het perceel, de kant van het maar, minder nat, terwijl water daar normaalgesproken naartoe stroomt. Dit jaar waren de drempels wel hoger of minder weggespoeld dan in andere jaren, waardoor er met het loofklappen hinder werd ervaren. Dat moest nu in een lagere versneling gebeuren. Misschien was er meer losse grond dan anders aanwezig tijdens de bewerking met de erosiestopper, waardoor de drempels hoger werden.

In het gewas was overigens niet te merken dat de drempels meer water vasthielden. De Sinora's hadden op een gegeven moment last van de droogte, zowel op het deel met als op het deel zonder drempels. De drempels zorgen er ook niet voor dat het gewas te nat was. Ze hielden dus niet te veel water vast

Proef 2: geploegd en NKG + groenbemester

De afspoeling van het deel met NKG als en groenbemester als voorteelt (2b) is in de meeste gevallen hoger dan de afspoeling van het deel wat na de bieten-teelt geploegd is (2a). Gedurende het hele jaar is de afspoeling zelfs twee keer zo hoog. In oktober is er heel weinig afspoeling, maar de afspoeling proefveld 2a is daar juist hoger dan van het 'groenbemester-deel' (2b). Er is niet aangetoond dat groenbemesters vooraf, de afspoeling beperken. Het kan zijn dat als gevolg van de ploegbewerking, er meer water in de bodem kan infiltreren. Een andere verklaring is de ongelijkheid in de meetopstelling. Zoals in paragraaf 3.2 staat beschreven, lag de ingang van de buis van proefveld 2a hoger dan de andere buizen. Hierdoor was er minder afspoeling. Vanwege deze fout in de meetopstelling kijken we eveneens naar een vergelijking tussen NKG + groenbemester (2b) in vergelijking met veld 1a. Beide veldjes hadden erosie-stoppers, maar het aardappelras, de voorvrucht en de voorbewerking verschillen. Aangenomen dat het verschil als gevolg van het aardappelras beperkt is, lijkt de voorbewerking NKG + groenbemester (2b) toch een lagere afspoeling te hebben. Een eenduidige conclusie over het effect van NKG en groenbemester-teelt kan lastig getrokken worden omdat de proef zonder herhalingen is aangelegd.

Opvallend is het grote verschil in liters afspoeling tussen proefveld 1a en 2a. De proefvelden liggen ongeveer 72 meter uit elkaar (hartafstand). Het aardappelras verschilt en het deel waar proef 1 ligt loopt iets meer af dan het deel waar proef 2 ligt (zie de hoogtekaart (figuur 4) gecombineerd met figuur 5). Verder zijn de proefvelden vergelijkbaar. Bij proefveld 2a is aanzienlijk minder afgespoeld dan bij 1a. Dit laat zien dat ogenschijnlijk kleine verschillen in het perceel en de meetopstelling de afspoeling behoorlijk kunnen beïnvloeden.

Neerslag en afspoeling

Om het aantal liters afspoeling in perspectief te plaatsen kan de volgende berekening uitgevoerd worden. Het deel van het perceel dat naar één debietmeter stroomt, is 48 meter breed. De lengte is de helft van de breedte van het perceel, dus ongeveer 140 meter. Dat komt neer op een oppervlak van 6.700 vierkante meter. Als er gedurende de teelt 5.000 liter afspoelt, is dat 0,75 liter per vierkante meter. Ter vergelijking: 400 mm neerslag is 400 liter per vierkante meter. Als je dit met de grafieken vergelijkt, wordt duidelijk dat de

afspoeling over de gehele periode in ieder geval minder dan 0,5% van de totale hoeveelheid neerslag is.

Er is een verband te zien tussen de hoeveelheid neerslag en de afspoeling. De twee maanden met de meeste neerslag, juni en juli, hebben ook de meeste afspoeling. En andersom hebben de maanden met de minste neerslag, augustus en oktober, ook de minste afspoeling.

3.4 Resultaten waterkwaliteit

Op 14 juni, 9 juli en 16 juli 2024 zijn er van dit proefonderdeel watermonsters genomen. Het meetpakket was niet op elk moment hetzelfde, omdat het werd afgestemd op de toegepaste gewasbeschermingsmiddelen en de beschikbare hoeveelheid monster. Op de verschillende datums is op respectievelijk 112, 98 en 108 werkzame stoffen van gewasbeschermingsmiddelen getoetst. De samenstelling van de meetpakketten wisselde dus soms. Nutriënten zaten niet in de pakketten.

3.4.1 Effect maatregel proef 1 drempels

Tabel 2 geeft van enkele veel gemeten stoffen de concentraties in µg/l weer. Het gaat om stoffen die op elk moment in het meetpakket zaten. De onderste rij bevat de totalen van de stoffen daarboven. Een '<' betekent dat de concentratie van de stof onder de detectielimiet was. Voor elk meetmoment is de hoogste concentratie in rood weergegeven, en de laagste in groen. De somconcentratie was op 14 juni hoger bij de erosiestoppers, maar op 9 juli en 16 juli lager.

Wanneer we inzoomen op de individuele stoffen valt op dat het effect van de erosiestoppers verschilt tussen stoffen, maar per stof wel bijna altijd consistent is. De concentratie cyazofamid is bijvoorbeeld altijd lager bij erosiestoppers, terwijl de concentratie dimethomorf altijd hoger is bij de erosiestoppers. Een verklaring kan gezocht worden in stofeigenschappen. Dimethomorf lost makkelijker op in water terwijl cyazofamid juist iets sterker bindt aan bodemdeeltjes⁵. Mogelijk spoelt cyazofamid af met bodemdeeltjes die meespoelen, welke door erosiestoppers geremd worden. Voor een duidelijke conclusie hierover is nadere analyse nodig.

⁵ Zie <https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/186.htm> en <https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/245.htm>

Tabel 2. De concentraties van enkele gewasbeschermingsmiddelen op verschillende meetmomenten voor proef 1. De controle-groep (1b) wordt vergeleken met de erosiestopper-groep (1a). De concentraties zijn weergegeven in µg/l. De hoogste waarden zijn rood, de laagste groen.

Stof	Erosiestopper	Controle	Erosiestopper	Controle	Erosiestopper	Controle
	14-jun	14-jun	09-jul	09-jul	16-jul	16-jul
Acetamiprid	<	<	27	39	1	3,3
Azoxystrobin	0,029	0,046	0,048	0,063	<	<
Cyazofamid	0,18	0,22	53	71	23	41
Dimethenamid-P	0,26	0,33	0,11	0,13	<	<
Dimethomorf	16	4,2	15	7,6	17	10
Fluopicolide	4,3	2,5	4,7	2,7	26	26
Fluoxastrobin	0,011	0,014	<	<	<	<
Fosthiazaat	0,15	0,093	<	<	<	<
Imidacloprid	0,013	0,015	<	<	<	<
Metolachloor-S	0,47	0,08	<	<	<	<
Metribuzin	22	37	2,9	9	1,3	2,8
N,N-diethyl-3-methylbenzamide (DEET)	0,057	0,14	<	<	0,16	0,22
Propamocarb hydrochloride	17	6,4	2,8	4,9	1,1	1,7
SOM	60,5	51,0	105,6	134,4	69,6	85,0

De emissie van gewasbeschermingsmiddelen naar het oppervlaktewater is een resultaat van de concentratie werkzame stof in het water gecombineerd met de liters afspoeling. Omdat de afspoeling bij erosiestoppers over het algemeen lager was (met name in juni en september, zie figuur 8), kan voorzichtig geconcludeerd worden dat de emissie van gewasbeschermingsmiddelen naar het oppervlaktewater lager was bij erosiestoppers.

3.4.2 Effect maatregel proef 2 voorvrucht

Tabel 3 geeft van enkele veel gemeten stoffen de concentraties in µg/l weer. Het gaat om stoffen die op elk moment in het meetpakket zaten. Over het algemeen is er geen duidelijk verschil te zien tussen de twee verschillende voorvruchten. De som van de concentraties verschilt wel sterk, als gevolg van de hoge concentratie fosthiazaat op het plot met de groenbemester. Fosthiazaat is een nematodenbestrijdingsmiddel (merknaam Nemathorin 10G) welke kort voor de teelt mag worden toegepast. Dit middel is op 13 mei 2024 toegepast voorafgaand aan de teelt van Agria's, op beide proefvelden. De oorzaak van grote verschil in aangetroffen concentratie is niet gevonden. Wanneer fosthiazaat buiten beschouwing wordt gelaten is de somconcentratie bij 2b (NKG + groenbemester) met 18,74 µg/l iets lager dan bij 2a (geploegd, 23,31 µg/l).

Tabel 3. De concentraties van enkele gewasbeschermingsmiddelen op verschillende meetmomenten voor proef 2. De groenbemester-groep (2b) wordt vergeleken met perceel 2a (voorvrucht biet, geploegd). De concentraties zijn weergegeven in µg/l. De hoogste waarden zijn rood, de laagste groen.

Stof	Groenbemester 14-jun	Biet 14-jun	Groenbemester 16-jul
Acetamiprid	<	<	1,2
Azoxystrobin	0,038	0,053	<
Cyazofamid	<	<	7
Dimethenamid-P	0,24	0,16	<
Dimethomorf	0,92	4,5	13
Fluopicolide	0,017	0,47	19
Fluoxastrobin	0,028	<	<
Fosthiazaat	52	0,55	8,8
Imidacloprid	0,0074	0,015	<
Metolachloor-S	0,34	0,57	<
Metribuzin	17	13	1,5
N,N-diethyl-3-methylbenzamide (DEET)	0,067	0,13	0,16
Propamocarb hydrochloride	0,068	4,4	4,3
Pyridafol (afbraakproduct van Pyridaat)	0,015	0,0084	<
SOM	70,74	23,86	54,96

3.4.3 Spuitschema en afgespoelde stoffen bij proef 1 drempels

Zijn de aangetroffen stoffen recent toegepast? Hoeveel tijd is er verstreken tussen toepassing en afspoeling? Om zicht te krijgen op de relatie tussen toepassing en afspoeling is in Tabel 4 spuitschema weergegeven, gecombineerd met de waterkwaliteitsgegevens. Met geel is aangegeven als een stof niet in een meetpakket zat. Bij de samenstelling van het meetpakket is de bespuitingsdatum meegewogen evenals de mate waarin een stof een probleem vormt in het watersysteem en de beschikbare hoeveelheid monsterwater. Metobromuron is bijvoorbeeld alleen op meetmoment twee gemeten. Op de andere meetmomenten was onvoldoende monsterwater beschikbaar. Omdat paraffineolie geen groot probleem vormt in het watersysteem is deze stof bijvoorbeeld niet meegenomen. Een groene kleur wil zeggen dat de stofconcentratie onder de detectielimiet zat. Rood betekent dat de norm is overschreden. Daarbij moet wel bedacht worden dat dit de concentraties in het afspoelende water zijn, en niet de concentraties in de sloot. Een omrekening naar de concentratie in de sloot is te vinden in paragraaf 3.4.4 (tabel 5).

Tabel 4. Spuitschema van de teelt van Sinora's, gecombineerd met de aangetroffen stoffen op drie meetmomenten in 2024. De meetresultaten van het proefveld met drempels (1a) zijn weergegeven.

Sinora met drempels (proefveld 1a)				Concentratie [µg/l]			
Stof	Datum	Product	Dosering middel [l/ha of kg/ha]	1e meetmoment (14 juni)	2e meetmoment (9 juli)	3e meetmoment (16 juli)	Norm
Herbiciden							
Metobromuron	21-05-2024	Proman	2,5	ng	30,00	ng	10 (MTR)
Metribuzin	21-05-2024	Sencor SC	0,3	22,00	2,90	1,30	1,1 (MAC)
Pyraflufen-ethyl	10-08-2024	Quickdown	0,8	ng	ng	<	nvt
Insecticiden							
Paraffineolie	28-05-2024	Olie-H	3	ng	ng	ng	nvt
	03-06-2024	Kompaan	3,1	ng	ng	ng	nvt
	07-06-2024	Kompaan	4	ng	ng	ng	nvt
	14-06-2024	Olie-H	5	ng	ng	ng	nvt
	19-06-2024	Kompaan	4,5	ng	ng	ng	nvt
	24-06-2024	Kompaan	4,5	ng	ng	ng	nvt
	07-07-2024	Olie-H	1	ng	ng	ng	nvt
	19-07-2024	Olie-H	1	ng	ng	ng	nvt
Lambda-cyhalothrin	28-05-2024	Ninja	0,05	<	ng	ng	nvt
	03-06-2024	Karate Zeon	0,05	<	ng	ng	nvt
	07-06-2024	Ninja	0,05	<	ng	ng	nvt
	14-06-2024	Ninja	0,05	<	ng	ng	nvt
	19-06-2024	Karate Zeon	0,05	<	ng	ng	nvt
	24-06-2024	Ninja	0,05	<	ng	ng	nvt
	30-06-2024	Karate Zeon	0,05	<	ng	ng	nvt
	10-08-2024	Ninja	0,05	<	ng	ng	nvt
Acetamiprid	19-06-2024	Antilop	0,25	<	27,00	1,00	0,1 (MTR)
	07-07-2024	Gazelle	0,25	<	27,00	1,00	0,1 (MTR)
	19-07-2024	Antilop	0,25	<	27,00	1,00	0,1 (MTR)
	02-08-2024	Gazelle	0,25	<	27,00	1,00	0,1 (MTR)
Flupyradifuron	24-06-2024	Sivanto Prime	0,5	ng	ng	ng	nvt
Esfenvaleraat	07-07-2024	Sumicidin Super	0,2	<	ng	ng	nvt
	12-07-2024	Sumi-Alpha 2.5 EC	0,2	<	ng	ng	nvt
	26-07-2024	Sumicidin Super	0,5	<	ng	ng	nvt
Fungiciden							
Fluxapyroxad	13-05-2024	Allstar	0,8	ng	ng	0,19	3,6 (MAC)
Ametoctradin	07-06-2024	Orvego	0,8	ng	ng	ng	nvt
	19-06-2024	Orvego	0,8	ng	ng	ng	nvt
	02-08-2024	Orvego	0,8	ng	ng	ng	nvt
Dimethomorf	07-06-2024	Orvego	0,8	16,00	15,00	17,00	10 (MTR)
	19-06-2024	Orvego	0,8	16,00	15,00	17,00	10 (MTR)
	02-08-2024	Orvego	0,8	16,00	15,00	17,00	10 (MTR)
Cymoxanil	14-06-2024	Curzate Partner	0,2	ng	<	<	nvt
	29-06-2024	Proxanil	2	ng	<	<	nvt
	07-07-2024	Curzate Partner	0,2	ng	<	<	nvt
Cyazofamide	28-05-2025	Ranman Top	0,4	0,18	53,00	23,00	0,13 (MTR)
	14-06-2024	Ranman Top	0,5	0,18	53,00	23,00	0,13 (MTR)
	30-06-2024	Ranman Top	0,5	0,18	53,00	23,00	0,13 (MTR)
	12-07-2024	Ranman Top	0,5	0,18	53,00	23,00	0,13 (MTR)
	26-07-2024	Ranman Top	0,5	0,18	53,00	23,00	0,13 (MTR)
	10-08-2024	Ranman Top	0,5	0,18	53,00	23,00	0,13 (MTR)
Propamocarb	03-06-2024	InFinito	1,2	17,00	2,80	1,10	710 (MTR)
	24-06-2024	InFinito	1,2	17,00	2,80	1,10	710 (MTR)
	07-07-2024	InFinito	1,6	17,00	2,80	1,10	710 (MTR)
	19-07-2024	InFinito	1,2	17,00	2,80	1,10	710 (MTR)
Fluopicolide	03-06-2024	InFinito	1,2	4,30	4,70	26,00	0,71 (MAC)
	24-06-2024	InFinito	1,2	4,30	4,70	26,00	0,71 (MAC)
	07-07-2024	InFinito	1,6	4,30	4,70	26,00	0,71 (MAC)
	19-07-2024	InFinito	1,2	4,30	4,70	26,00	0,71 (MAC)
Fluopyram	12-07-2024	Propulse	0,4	ng	ng	7,70	32 (MAC)
Prothioconazool	12-07-2024	Propulse	0,4	ng	ng	<	nvt
Mefentrifluconazool	26-07-2024	Belanty	1,25	ng	ng	ng	nvt
Amisulbrom	02-08-2024	Canvas	0,5	<	<	<	nvt

Metribuzin en acetamiprid volgen een patroon dat te verwachten is: langer na de toepassing neemt de concentratie af. Wat opvalt is dat herbiciden vooral in het begin van het seizoen afspoelen. Dat komt overeen met het toepassingsmoment van herbiciden binnen deze teelt (aan het begin van het groeiseizoen).

Dimethomorf is in een vrij constante concentratie aanwezig. De stof is een week voor de eerste meting toegepast en drie tot vier weken voor de tweede en derde meting opnieuw. De stof breekt vrij langzaam af⁶, wat bijdraagt aan het risico op afspoeling. Cyazofamide is met name op 9 juli in hoge concentraties aangetroffen, waarschijnlijk als gevolg van de bespuiting op 30 juni. Het is echter onduidelijk waarom de gevonden concentratie op 14 juni veel lager was, terwijl twee weken daarvoor de eerste toepassing heeft plaatsgevonden. Cyazofamide breekt relatief snel af⁷, maar dat lijkt geen volledige verklaring te geven. Mogelijk speelt ook de intensiteit van de neerslag een rol, gezien cyazofamide slecht oplost in water en juist wat beter bindt aan de bodem. Afspoeling lijkt bij een dergelijke stof meer met meespoelende bodemdeeltjes te maken te hebben. De afspoeling van fluopicolide is opvallend hoog op 16 juli, terwijl de laatste toepassing op 7 juli heeft plaatsgevonden en het tussenliggende meetmoment (9 juli) een aanzienlijk lagere concentratie laat zien. Concluderend zien we dat de meeste stoffen die toegepast en gemeten zijn ook worden aangetroffen in het afspoelingswater. De concentratie neemt vaak af naarmate het toepassingsmoment verder in het verleden ligt, maar dat is niet altijd het geval. Stofeigenschappen en de intensiteit van de neerslag zouden ook een rol kunnen spelen.

3.4.4 Theoretische concentratie in sloot en percentage afspoeling

In deze paragraaf wordt de concentratie besproken die in theorie als gevolg van afspoeling in de sloot zou kunnen ontstaan. Ook wordt gekeken naar het percentage van de toegepaste hoeveelheid van een stof, dat afspoelt. Er is geen onderscheid gemaakt tussen de verschillende proeven.

Tabel 5 geeft de waarden voor drie meetmomenten weer. In de eerste kolom staan de namen van stoffen die veel zijn afgespoeld. In kolom twee staat de concentratie van het afspoelende water. Daarbij is de hoogst gevonden concentratie voor dat meetmoment genomen. Als er 'n.v.t.' staat weergegeven, was de concentratie onder de detectielimiet, of was de stof niet aanwezig in het meetpakket. Daarna staat de vracht weergegeven. Dit is de concentratie vermenigvuldigd met het aantal liter water dat in de dagen voor het

⁶ <https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/245.htm>

⁷ <https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/186.htm>

meetmoment van het proefveldje afspoelde. Vervolgens wordt weergegeven wat de concentratie in de sloot wordt, als die eerder berekende vracht erin terecht komt. Daarbij wordt ervanuit gegaan dat het volume van de sloot 210 liter per strekkende meter is, dat er vóór afspoeling nog geen stoffen in de sloot aanwezig zijn en dat er geen doorstroming is. Er is rekening mee gehouden dat het aantal liter water in de sloot door de afspoeling toeneemt. De theoretische concentratie wordt vergeleken met de norm. Als de norm wordt overschreden, is dat met rood weergegeven.

Ook de toegepaste hoeveelheid van de verschillende stoffen is berekend. Dit is de toegepaste hoeveelheid op het proefperceel, tot het moment waarop de monsters genomen zijn. In de laatste kolom staat het percentage van de toegepaste hoeveelheid, dat door afspoeling in de sloot terecht komt op het betreffende meetmoment.

Tabel 5. De theoretische concentratie in de sloot en het percentage dat door afspoeling in de sloot terecht komt.

Meetmoment 1										
stof	concentratie		vracht		theoretische concentratie in sloot		norm		toegepast [g]	% afgespoeld
Metribuzin	37,00	µg/l	69574	µg	5,82	µg/l	1,1	µg/l (MAC-MKN)	121	0,058
Acetamiprid	nvt	µg/l	nvt	µg	nvt	µg/l	0,1	µg/l (MTR)	0	nvt
Cyazofamide	0,22	µg/l	414	µg	0,03	µg/l	0,13	µg/l (MTR)	134	0,000
Meetmoment 2										
stof	concentratie		vracht		theoretische concentratie in sloot		norm		toegepast [g]	% afgespoeld
Metribuzin	9,00	µg/l	596	µg	0,06	µg/l	1,1	µg/l (MAC-MKN)	121	0,000
Acetamiprid	39,00	µg/l	2584	µg	0,25	µg/l	0,1	µg/l (MTR)	67	0,004
Cyazofamide	71,00	µg/l	4704	µg	0,46	µg/l	0,13	µg/l (MAC-MKN)	129	0,004
Meetmoment 3										
stof	concentratie		vracht		theoretische concentratie in sloot		norm		toegepast [g]	% afgespoeld
Metribuzin	2,80	µg/l	5804	µg	0,48	µg/l	1,1	µg/l (MAC-MKN)	121	0,005
Acetamiprid	3,30	µg/l	6840	µg	0,56	µg/l	0,1	µg/l (MTR)	67	0,010
Cyazofamide	41,00	µg/l	84983	µg	6,99	µg/l	0,13	µg/l (MAC-MKN)	183	0,046

Van verschillende stoffen wordt de norm overschreden. De overschrijding van cyazofamide op meetmoment 3 is het grootst. De berekende waarde is 54 keer groter dan de norm. Het percentage van de toegepaste hoeveelheid van een stof dat afspoelt is laag. Daarbij moet wel bedacht worden dat het hier om de afspoeling van ongeveer 1 week gaat. De afspoeling over het hele jaar (en de komende jaren) zal groter zijn.

NB: het bovenstaande voorbeeld is bedoeld om de betekenis van de gevonden concentraties te verhelderen en uitdrukkelijk niet om daadwerkelijke normoverschrijding te berekenen. In deze specifieke situatie is omvang van de waterloop groter dan aangenomen voor de berekening, waardoor de daadwerkelijke concentraties lager moeten uitvallen.

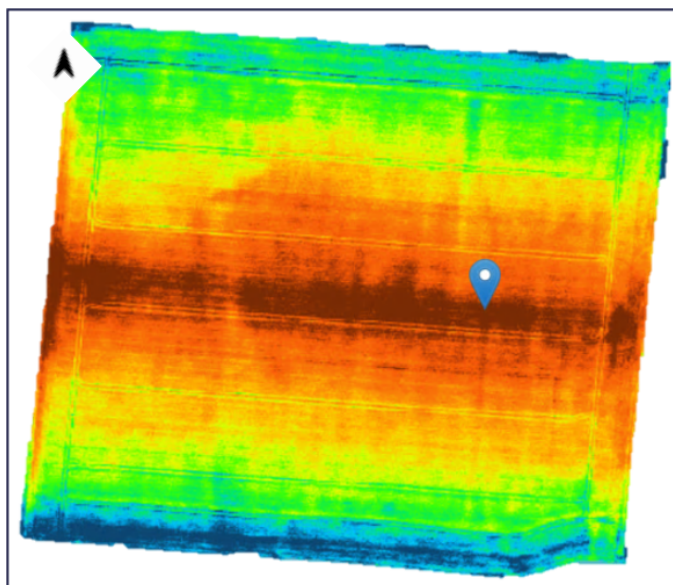
4. UIEN NOORDWEST-GRONINGEN 2024 EN 2025: PUTJESROL

In Noordwest-Groningen is twee jaar op rij gemeten aan afspoeling van een perceel uien met dripirrigatie. De uien werden geteeld op lage ruggen. Vanwege de teeltrotatie vond de teelt in 2025 op een ander perceel plaats dan in 2024. In 2025 is het effect van het aanbrengen van putjes tussen de ruggen getest. In 2024 zijn de putjes door omstandigheden niet aangebracht. In 2025 is dat wel gebeurd. In dit hoofdstuk gaan we in op de proefopzet, de aanleg van de proef en de resultaten.

4.1 Proefopzet

4.1.1 Perceeleigenschappen 2024

De proef ligt op een perceel van ongeveer 10 ha. De bodem bestaat uit lichte zavel.



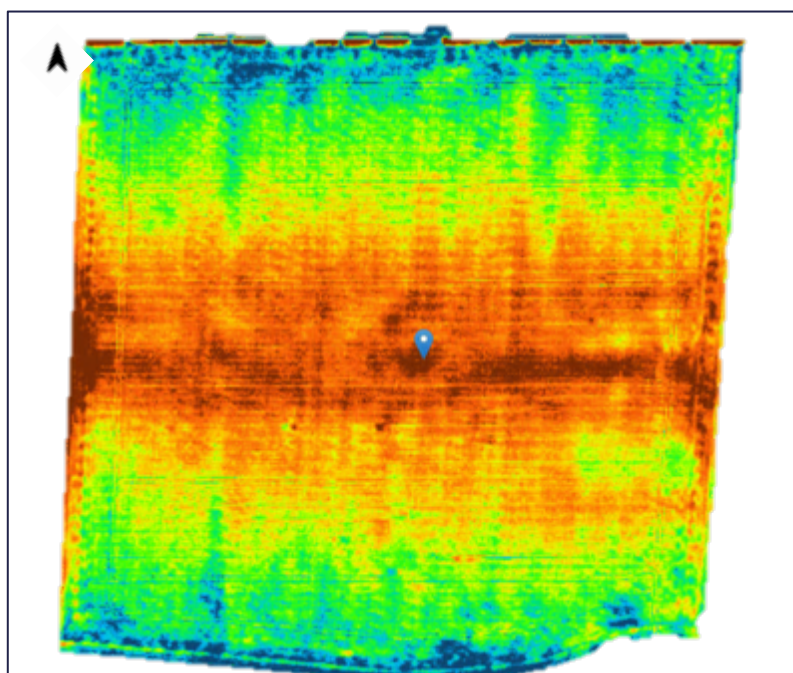
Figuur 9 Hoogtekaart van het perceel (2024) in Noordwest-Groningen. De kleur geeft de hoogte weer op een schaal van donkerblauw (laag) via geel, groen en oranje naar rood (hoog).

Het perceel ligt duidelijk bol, aflopend naar de sloten aan weerszijden. Volgens de hoogtekkaart (Figuur 9) varieert de hoogte van het perceel van 0,93 – 1,23 m +NAP. Water zal afspoelen naar het noorden of het zuiden. Aan de meeste kanten van het perceel ligt een bufferstrook van 3 meter breed. Aan de noordkant is de strook 7 meter breed. Aan die kant ligt een sloot in onderhoud bij het waterschap.

Vanaf 2020 zijn hier respectievelijk aardappelen, gerst, rietzwenkgras en op-nieuw aardappelen geteeld.⁸ In 2024 stonden er uien op lage ruggen. Op elke rug stonden twee rijen uien. Op het perceel werd dripirrigatie toegepast.

4.1.2 Perceeleigenschappen 2025

De proef ligt op een perceel van ongeveer 8,5 ha. De bodem bestaat net als het perceel in het voorgaande jaar uit lichte zavel.



Figuur 10 Hoogtekkaart van het perceel (2025) in Noordwest-Groningen. De kleur geeft de hoogte weer op een schaal van donkerblauw (laag) via geel, groen en oranje naar rood (hoog).

Het perceel ligt duidelijk bol, aflopend naar de sloten aan weerszijden. Volgens de hoogtekkaart (figuur 10) varieert de hoogte van het perceel van 0,81 – 0,96 m +NAP. Water zal afspoelen naar het noorden of het zuiden. De meetopstelling is geplaatst aan de zuidkant van het perceel.

⁸ Bron: www.boerenbunder.nl

Vanaf 2021 zijn hier respectievelijk aardappelen, gerst, tarwe en opnieuw aardappelen geteeld.⁹ In 2025 stonden er uien op lage ruggen. Op elke rug stonden twee rijen uien. Op het perceel werd dripirrigatie toegepast. Het perceel is voor de voor afspoeling relevante kenmerken vergelijkbaar met het perceel van 2024.

4.1.3 Beschrijving maatregel

Aan de noordkant (2024) en aan de zuidkant (2025) van het perceel zijn voor de ruggen langs twee greppels gegraven van ongeveer 50 meter lang. Vanaf elke greppel werd een buis naar de sloot getrokken. In het talud werden meetsystemen geplaatst. Het was de bedoeling dat op een deel van het perceel putjes zou worden aangebracht met de nieuwe putjesmachine. Deze machine drukt putjes in de grond tussen de ruggen, waarin water kan blijven staan (figuur 11). Door omstandigheden zijn de putjes in 2024 niet aangebracht. Wel is er door CLM en Delphy gemeten aan afspoeling. In 2025 is de maatregel wel aangebracht.



Figuur 11. Voorbeeld van de toepassing van de putjesmachine op een perceel met lilies.

4.2 Aanleg en verloop van de proeven

4.2.1 2024

Op 7 mei zijn de buizen, debietmeters en monstersystemen geplaatst. Omdat de greppels even lang waren, het water tussen de ruggen door kan stromen, en het perceel symmetrisch bol ligt, is de aanname gedaan dat zonder maatregelen van beide delen van het perceel evenveel afspoeling plaatsvindt. De proefvelden zijn 50 meter breed en 150 meter lang (gerekend vanuit het midden, het hoogste punt van het perceel; 0,75ha). Op 7 mei was de bodem nog

⁹ Bron: www.boerenbunder.nl

te nat om putjes aan te brengen. Uiteindelijk is het aanbrengen van de putjes helemaal niet gelukt, omdat het gewas als snel te dicht was om nog doorheen te kunnen rijden. Dat betekent dat er helemaal geen proef is uitgevoerd. De metingen zijn wel gedaan, om toch iets te kunnen zeggen over afspoeling.

Toen we op 24 oktober 2024 de meetinstallaties kwamen opruimen, bleken die kapot gemaaid te zijn. Waarschijnlijk is dat op 15 oktober gebeurd, omdat toen de sensoren gestopt zijn met meten. Uiteindelijk is de waterkwantiteit van 7 mei t/m 15 oktober gemonitord. Op 21 mei, 8 juli en 11 juli zijn er monsters genomen om de waterkwaliteit te analyseren.

4.2.2 2025

Op 11 april zijn de buizen, debietmeters en monstersystemen geplaatst. Het wafelpatroon is iets eerder toegepast, op zaterdag 5 april. De proefvelden zijn 43 ruggen breed (32,25 meter) en 150 meter lang (gerekend vanuit het midden, het hoogste punt van het perceel; 0,48 ha). Op de scheiding van de proefvelden ligt een spuitpad. In beide proefvelden ligt één wielspoor van het spuitspoor.

De putjes liggen zichtbaar in het perceel, maar wel minder diep dan gewenst (figuur 12). Door de droge kleigrond zakten de punten van de rol niet altijd volledig in de grond. Buiten de spuitsporen wordt er niet meer gereden door het gewas, behalve door een spotsprayer met een kortere spuitboom.



Figuur 12 (Links) de putjes op 11 april 2025, 6 dagen na het aanbrengen en (rechts) op 23 mei.

Gedurende de proef moest op een moment een sensor vervangen worden. Daarnaast is op verschillende momenten de meetopstelling gecontroleerd en schoongemaakt (figuur 13). Ook zijn de greppels enkele keren opengescheept op punten waar deze dicht was gereden. De uien zijn rond 25 augustus geoogst. Op 25 september is de proef opgeruimd.



Figuur 13. De proefopstelling tijdens inspectie op 6 juni 2025. De buis die het water naar de debietmeter voert ligt op het laagste punt, te zien bij het gele bordje aan het einde van de greppel.

4.3 Bodembeoordeling (2025)

Op 21 juli 2025 is de bodem op het perceel uien beoordeeld door Van Tafel naar Kavel (zie bijlage 1 voor het rapport). Hiervoor zijn 7 profielkuilen gegraven. Aanleiding hiervoor is het vermoeden dat de extra grondbewerking waar de aanleg van putjes mee gepaard gaat de bodemstructuur negatief zou kunnen beïnvloeden. Kort samengevat leidde het onderzoek tot de onderstaande conclusies:

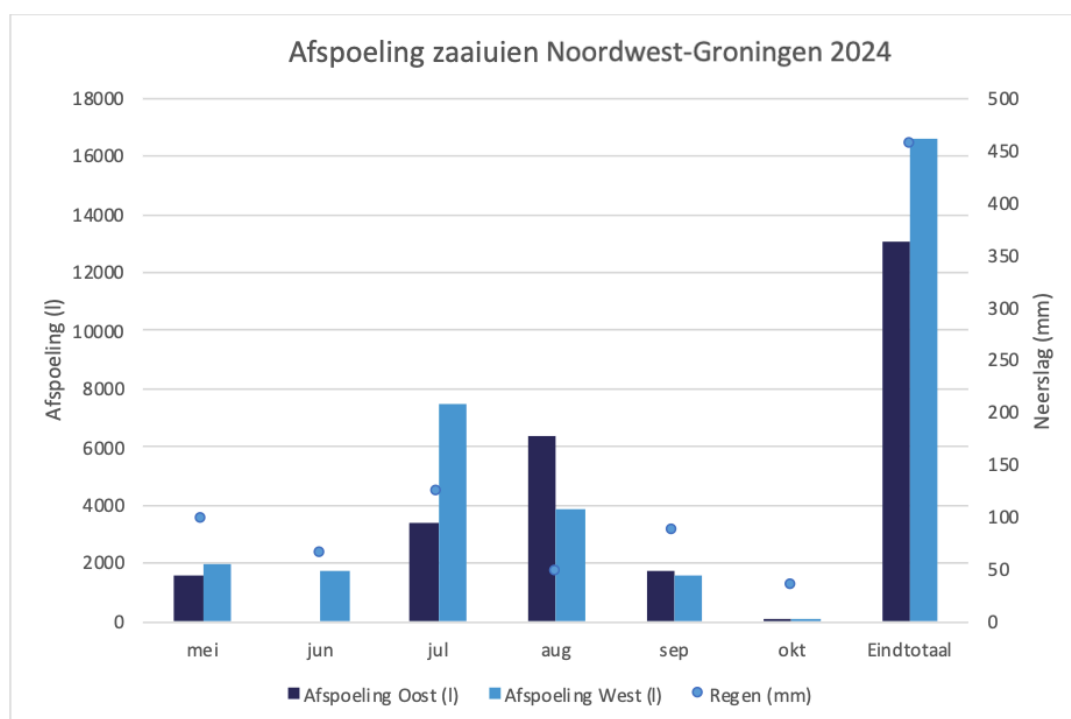
- De bodemstructuur is bij 5 van de 7 profielkuilen onvoldoende.
- De bodem is in de meeste gevallen vrij compact, met kluiten waar de wortels niet in doordringen en roestkleuring.
- Er is vaak een breukvlak te zien op 10 cm, door de bewerking met de woeltand. Ook is het gevolg van bewerking te zien op 40 cm diepte.
- De bodemstructuur is bij het veld met de putjesrol nog iets slechter dan bij de controle. Mogelijk heeft dit te maken met de voorgeschiedenis van dit deel van het perceel.
- Er is geen duidelijke aanwijzing dat de putjesrol de bodemstructuur heeft verslechterd.

4.4 Resultaten waterkwantiteit

4.4.1 Neerslag- en afspoelingsgegevens 2024

Zoals vermeld in paragraaf 3.3.1 was 2024 was een zeer nat en warm jaar. Een zeer natte lente werd gevolgd door een zonnige zomer waarin de normale hoeveelheid neerslag viel, de herfst was daarentegen weer vrij nat.¹⁰

Figuur 14 geeft de afspoeling weer van het perceel in Noordwest-Groningen. Zoals vermeld is het niet gelukt hier een proef uit te voeren. De donkerblauwe balk geeft de afspoeling van het noordoostelijke deel van het perceel aan, de lichtblauwe balk van het noordwestelijke deel. De neerslag is met blauwe bolletjes weergegeven en moet op de rechter-as uitgelezen worden.



Figuur 14 Afspoeling in liters van het volledige proefveld en neerslag in millimeters.

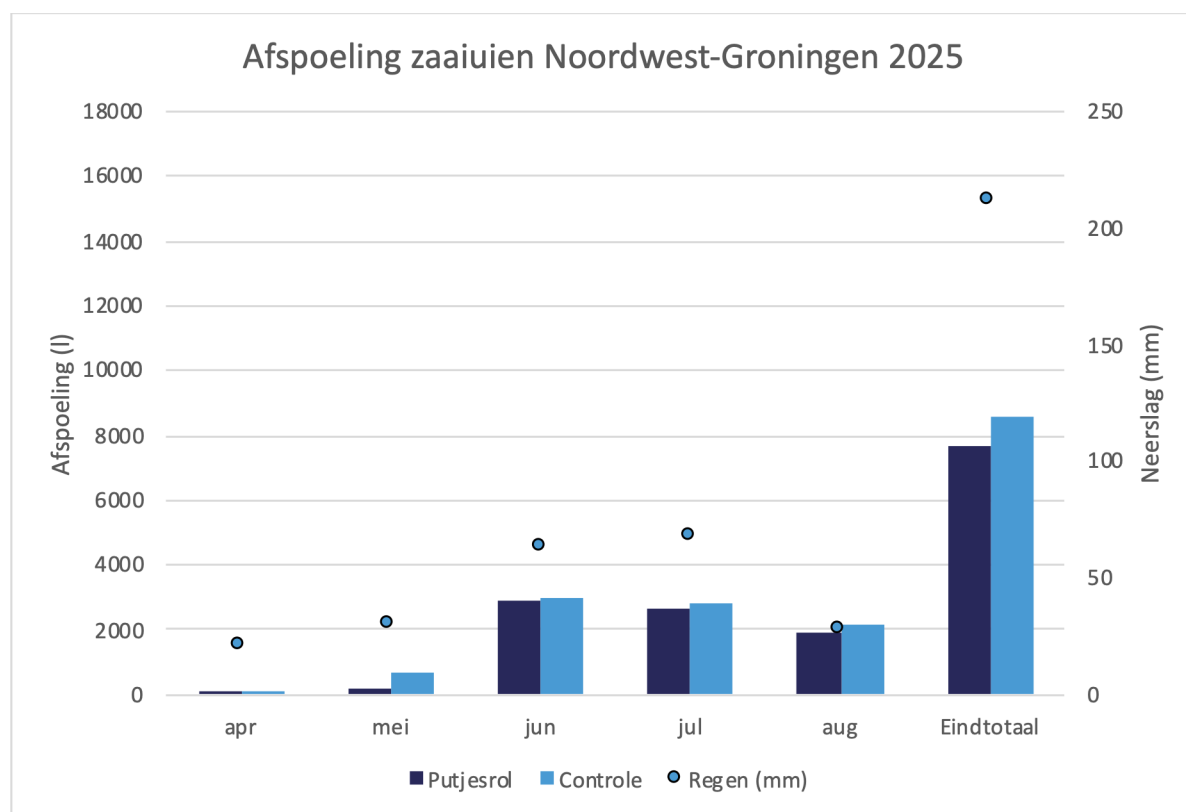
Over het hele jaar verschilt de afspoeling tussen de twee delen niet veel. Per maand zijn er wel grote verschillen. Juli en augustus laten een gespiegeld beeld zien. In juni is er in het oostelijke deel zelfs helemaal geen afspoeling gemeten. Dit laat opnieuw de grote meeton nauwkeurigheid van dit onderzoek zien. Om conclusies te kunnen trekken, zijn meer herhalingen nodig.

¹⁰ <https://www.knmi.nl/nederland-nu/klimatologie/maand-en-seizoensoverzicht-ten/2024/jaar>

Het verband tussen de hoeveelheid afspoeling en neerslag is hier minder duidelijk dan bij de proef in Noordoost-Groningen in 2024. In augustus viel bijna de minste neerslag, terwijl de afspoeling daar zeker niet het minst is. Normaalgesproken zou dripirrigatie vrijwel geen afspoeling veroorzaken. Mogelijk is echter sprake van lekkage van druppelslangen als gevolg van doorknagen door hazen. In 2025 is dit geobserveerd, mogelijk speelde dit ook 2024.

4.4.2 Neerslag- en afspoelingsgegevens 2025

2025 was een zeer warm, droog en zeer zonnig jaar¹¹. Een zachte en zeer droge lente werd gevolgd door een zeer warme, zonnige en droge zomer. Zowel in de lente als in de zomer viel er minder neerslag dan het langjarig gemiddelde. In figuur 15 is te zien dat ook op het proefperceel de neerslag beperkt was. Over het algemeen was de neerslag per maand lager dan in 2024, alleen de maand juni is vergelijkbaar met het voorgaande jaar. In de maanden juni en juli trad er de meeste afspoeling op.



Figuur 15. Afspoeling in liters en neerslag in millimeters over de periode 11 april tot 25 augustus 2025.

¹¹ <https://www.knmi.nl/nederland-nu/klimatologie/maand-en-seizoensoverzicht-ten/2025/jaar>

In alle maanden spoelde er iets meer af bij de controle dan bij het proefveld met putjes. Met name in de maand mei was het effect groot (663 versus 227 liter). Waarschijnlijk is het effect van putjes kort na aanleg groter. Over de volledige teelt is het verschil opgelopen tot 926 liter. De putjes lijken de afspoeling een klein beetje te hebben beperkt.

Op diverse momenten spoelde er water af tijdens irrigatie, als gevolg van lek-kende druppelleidingen. De ondernemer gaf aan dat het hier om knaag-schade door hazen gaat. Om te voorkomen dat de metingen hierdoor verstoord werden is alleen de afspoeling meegenomen die optrad tijdens of kort na buien die door de weerpaal geregistreerd zijn.

De ondernemer heeft gedurende de teelt geen hinder gehad van de putjes.

4.5 Resultaten waterkwaliteit

In deze paragraaf beschrijven we de waterkwaliteitsmetingen en het effect van de maatregelen daarop. In het eerste deel is de proef van 2024 beschreven. In het daaropvolgende deel de proef van 2025.

4.5.1 Resultaten waterkwaliteit 2024

Op 21 mei, 8 juli en 11 juli 2024 zijn er van dit proefonderdeel watermonsters genomen. Daarnaast is er op 24 juni een monster in de sloot genomen, bovenstrooms ten opzichte van het proefperceel. De samenstelling van de meetpakketten wisselde soms.

Tabel 6 geeft van enkele veel gemeten stoffen de concentraties in µg/l weer. Het gaat om stoffen die op elk moment in het meetpakket zaten. De onderste rij bevat de totalen van de stoffen daarboven. Een '<' betekent dat de concentratie van de stof onder de detectielimiet was. Voor elk meetmoment is de hoogste concentratie in rood weergegeven, en de laagste in groen. Voor de kolom 'sloot' geldt dat die in rood is weergegeven als de norm overschreden wordt.

In veel gevallen liggen de aangetroffen concentraties dicht bij elkaar, zoals verwacht op proefvelden die gelijk behandeld zijn. Toch zijn er ook opvallende verschillen. Zo is s-metolachloor op 11 juli nog wel in een zeer hoge concentratie aangetroffen op proefveld 2, maar nauwelijks nog op proefveld 1. Met name door deze stof en de iets lagere concentratie fluoxastrobin is de somconcentratie op proefveld 1 aanzienlijk lager dan op proefveld 2. Duidelijk het grootste deel van de somconcentratie én van de verschillen daarin toe te schrijven zijn aan enkele stoffen die in zeer hoge concentraties zijn aangetroffen. Het is niet

duidelijk geworden waar de hoge emissie door is ontstaan. Wel heeft de ondernemer aangegeven dat de onkruiddruk op het perceel vrij hoog was.

Tabel 6. De concentraties van enkele werkzame stoffen op verschillende meetmomenten in 2024. De proefvelden (zonder maatregel) zijn aangegeven met het cijfer 1 en 2. De concentraties zijn weergegeven in µg/l. De hoogste waardes zijn rood, de laagste groen.

Stof	1	2	1	2	1	2	sloot	Norm
	21-mei	21-mei	08-jul	08-jul	11-jul	11-jul	24-jun	
Acetamiprid	<	<	0,76	0,54	0,089	0,085	0,041	0,1
Azoxystrobine	0,11	0,17	0,041	0,067	0,083	0,081	0,044	4,1
Bentazon	<	<	2,3	4,8	0,29	0,53	<	450
Cyazofamid	0,0049	0,0093	<	<	<	0,14	0,0088	0,13
Dimethenamid-P	0,043	0,066	9	5,7	2	0,65	0,012	1,6
Esfenvaleraat	0,67	0,43	<	<	<	<	<	0,0017
Fluopicolide	1,6	3,8	3	3,3	2,7	2,1	0,17	0,71
Fluoxastrobine	<	0,0042	0,16	<	50	57	0,029	0,64
Fluroxypyr	<	0,03	2,6	3,2	0,45	0,4	<	28
Metolachloor-S	0,02	<	1800	1600	0,05	260	0,09	2,1
Metribuzin	0,022	0,056	<	<	<	<	0,36	1,1
Pendimethalin	17	11	<	<	<	2,4	<	0,024
Prosulfocarb	2,8	3,6	<	<	0,06	0,06	0,6	0,55
Pyridafol (afbraak	<	<	0,67	1	0,12	0,13	<	0,00039
Tebuconazool	0,07	0,07	<	<	<	<	<	14
SOM	22,3	19,2	1818,5	1618,6	55,8	323,6	1,4	

4.5.2 Effect maatregel op de waterkwaliteit 2025

Op 28 mei, 27 juni, 21 en 22 juli en 4 augustus zijn er van dit proefonderdeel watermonsters genomen. Op 27 juni is alleen het controleveld bemonsterd, omdat er geen afspoeling was opgetreden bij het veld met putjes. Dit meetmoment is daarom buiten beschouwing gelaten in Tabel 7. In deze tabel zijn de resultaten weergegeven van de stoffen waarvan in totaal (d.w.z. de som van alle meetpunten en meetmomenten) meer dan 1 µg/l is aangetroffen. Wanneer er een verschil is tussen de maatregelen is de laagste waarde groen weergegeven en de hoogste waarde rood.

Op het controle proefveld is op alle meetmomenten - uitgezonderd de eerste - een (flink) hogere somconcentratie gevonden dan bij het putjesrol proefveld. Alleen op het meetmoment in mei was de somconcentratie bij de putjesrol hoger. Dit is met name veroorzaakt door het herbicide pendimethalin en het herbicide fluroxypyr (-meptyl). Beide stoffen binden sterk aan bodemdeeltjes. Mogelijk heeft de extra grondbewerking t.b.v. de putjes gezorgd voor meer afspoeling van bodemdeeltjes met deze twee stoffen. Het herbicide dimethenamid-P is juist minder afgespoeld bij de putjes. Deze stof is goed wateroplosbaar en bindt minder sterk aan de bodem. Mogelijk geven deze stoffeigenschappen een verklaring voor het verschillende gedrag m.b.t.

afspoeling. Hoewel de meeste stoffen bij het controleveld minder afspoelen, zijn er ook stoffen waarbij het precies omgekeerd is. Mogelijk ligt er een verklaring in de stoffeigenschaften. Natuurlijke variatie kan echter ook niet uitgesloten worden. Voor een duidelijke conclusie zijn meer herhalingen nodig.

Opnieuw vallen de (zeer) hoge concentraties van een aantal toegepaste stoffen op. In vergelijkbaar onderzoek door Bosland et al. (2025)¹² werden aanzienlijk lagere concentraties gevonden in de teelt van peen. Het lijkt er dan ook op dat de teelt van uien erg gevoelig is voor emissie via afspoeling, mogelijk vanwege het zeer open gewas in vergelijking met aardappelen.

Tabel 7. De concentraties van werkzame stoffen waarvan in totaal meer dan 1 µg/l is aangetroffen, gegroepeerd per meetmoment en maatregel. De hoogste waarden zijn rood, de laagste groen. De som bevat ook stoffen waarvan in totaal minder dan 1 µg/l is gevonden.

Stof	Maatregel:	1e (28-5-2025)		3e (21-7-2025)		4e (22-7-2025)		5e (4-8-2025)	
		controle	putjesrol	controle	putjesrol	controle	putjesrol	controle	putjesrol
Azoxystrobin		0,071	0,077	2490	440	270	160	290	70
Fluoxastrobin		<0,04	<0,04	230	55	20	13	85	52
Pendimethalin		10,33	15,4	14,47	4,3	3,3	2,01	0,28	0,28
Fluroxypyr		41	54	29	27	7,5	7,9	5,2	2,5
Kresoxim-methyl		<0,1	<0,1	97	7,7	8,6	1,9	0,47	0,18
Prothioconazool		<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	62	36
Bentazon		13	13	14	27	5	6,6	3,5	2,1
Dimethenamid-P		34	20	<0,05	6,2	13	4,5	5	0,72
Oxathiapiproline		<0,05	<0,05	47	9,8	4	2,6	11	5
Pyridafol (metab. Pyridaat)		6	5,4	3,3	5,4	1,7	1,8	0,33	0,28
Fluopicolide		0,66	0,61	1,8	1,5	1,8	1,8	2,7	5
Propamocarb hydrochloride		<0,03	<0,03	2	0,28	0,26	0,2	2,4	5,3
Fluxapyroxad		0,59	0,57	0,44	0,87	1,5	1,3	0,76	0,71
Metribuzin		<0,1	0,44	<0,1	2,1	<0,1	1,3	<0,1	1,1
Benthiavalicarb-isopropyl		<0,05	<0,05	2,5	0,19	0,93	0,48	0,23	0,07
Metamitron		0,25	1,8	0,21	0,77	<0,07	0,2	<0,07	<0,07
Prosulfocarb		0,8500434	1,22235484	<0,3	1,1	<0,3	<0,3	<0,03	<0,03
Fluopyram		0,2	0,2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,3
1-Naftaleensulfonzuur		<0,5	<0,5	2,2	0,7	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Metolachloor		0,02826001	0,24938101	<0,2	0,66	<0,2	<0,2	<0,02	1,4
Ethofumesate		0,11	0,97	0,22	0,25	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06
Boscalid		0,1	0,12	0,18	0,17	0,13	0,14	0,11	0,077
SOM:		107,31	114,26	2935,81	591,91	338,43	206,43	469,48	183,22

4.5.3 Spuitschema 2024

Tabel 8 en Tabel 9 laten het spuitschema zien. In tabel 8 staan de bespuitingen met herbiciden en insecticiden, in tabel 9 staan de fungiciden. Met geel is aangegeven als een stof niet in een meetpakket zat. Een groene kleur wil zeggen dat de stofconcentratie onder de detectielimiet zat. Rood betekent dat de

¹² <https://www.clm.nl/publicaties/praktijkproeven-perceelafspoeling-flevoland-2021-2024/>

norm is overschreden. Daarbij moet wel bedacht worden dat dit de concentraties in het afspoelende water zijn, en niet de concentraties in de sloot.

Tabel 8. Spuitschema in 2024 van herbiciden en een groeiregulator, gecombineerd met de aangetroffen stoffen op drie meetmomenten en een meting in de sloot.

Zaaiuien (controle)				Concentratie [µg/l]				
Stof	Datum	Product	Dosering middel [l/ha of kg/ha]	1e meetmoment (21 mei)	2e meetmoment (8 juli)	3e meetmoment (11 juli)	Sloot (24 juni)	Norm
Herbiciden								
Bentazon	09-06-2024	Basagran	0,04	<	4,80	0,53	<	450 (MAC)
Clethodim	28-05-2024	Centurion Plus	1	ng	ng	ng	ng	nvt
Dimethenamide-P	28-05-2024	Wing P	0,75	0,07	5,70	0,65	0,01	1,6 (MAC)
	10-06-2024	Wing P	1	0,07	5,70	0,65	0,01	1,6 (MAC)
	19-06-2024	Wing P	0,5	0,07	5,70	0,65	0,01	1,6 (MAC)
Fluroxypyr-meptyl	09-06-2024	Starane Top	0,03	0,03	3,20	0,40	<	28 (MAC)
Glyfosaat	15-03-2024	Touchdown Quattr	2	ng	ng	ng	ng	nvt
Isoxaben	09-05-2024	AZ 500	0,2	ng	ng	ng	ng	nvt
Pendimethalin	30-04-2024	Stomp 400 SC	0,5	11,00	<	2,40	<	0,024 (MAC)
	22-04-2024	Stomp 400 SC	0,5	11,00	<	2,40	<	0,024 (MAC)
	09-05-2024	Stomp 400 SC	0,5	11,00	<	2,40	<	0,024 (MAC)
	28-05-2024	Stomp 400 SC	0,75	11,00	<	2,40	<	0,024 (MAC)
	28-05-2024	Wing P	0,75	11,00	<	2,40	<	0,024 (MAC)
	10-06-2024	Wing P	1	11,00	<	2,40	<	0,024 (MAC)
	19-06-2024	Wing P	0,5	11,00	<	2,40	<	0,024 (MAC)
Prosulfocarb	30-04-2024	Boxer	0,5	3,60	<	0,06	0,60	0,55 (JG)
	22-04-2024	Boxer	0,5	3,60	<	0,06	0,60	0,55 (JG)
	09-06-2024	Boxer	0,05	3,60	<	0,06	0,60	0,55 (JG)
Pyridaat	09-06-2024	Lentagran WP	0,05	<	1,00	0,13	<	0,00039 (MTR)
Groeiregulator								
Maleinehydrazide	13-08-2024	Crown MH	8,3	ng	ng	ng	ng	nvt

Tabel 9. Spuitschema in 2024 van insecticiden en fungiciden, gecombineerd met de aangetroffen stoffen op drie meetmomenten en een meting in de sloot.

Zaaiuien (controle)				Concentratie [µg/l]				
Stof	Datum	Product	Dosering middel [l/ha of kg/ha]	1e meetmoment (21 mei)	2e meetmoment (8 juli)	3e meetmoment (11 juli)	Sloot (24 juni)	Norm
Insecticiden								
Spirotetramat	13-06-2024	Batavia	0,75	ng	0,16	<	ng	1 (MAC)
	11-07-2024	Batavia	0,75	ng	0,16	<	ng	1 (MAC)
	21-07-2024	Batavia	0,75	ng	0,16	<	ng	1 (MAC)
Fungiciden								
Azoxystrobin	08-07-2024	Amistar	1	0,17	0,07	0,08	0,04	4,1 (MAC)
	30-07-2024	Amistar	1	0,17	0,07	0,08	0,04	4,1 (MAC)
	08-08-2024	Zoxis 250 SC	0,8	0,17	0,07	0,08	0,04	4,1 (MAC)
	16-08-2024	Zoxis 250 SC	0,8	0,17	0,07	0,08	0,04	4,1 (MAC)
benthiavalicarb-isopropyl	01-06-2024	Zorvec Endavia	0,5	ng	ng	ng	ng	nvt
	27-06-2024	Zorvec Endavia	0,5	ng	ng	ng	ng	nvt
	05-07-2024	Zorvec Endavia	0,5	ng	ng	ng	ng	nvt
Fluopyram	02-08-2024	Luna Experience	0,5	ng	ng	ng	ng	nvt
Fluoxastrobin	01-06-2024	Fandango	1	0,0042	<	57,00	0,03	0,64 (MAC)
	05-07-2024	Fandango	1,25	0,0042	<	57,00	0,03	0,64 (MAC)
oxathiapiprolin	01-06-2024	Zorvec Endavia	0,5	ng	ng	ng	ng	nvt
	27-06-2024	Zorvec Endavia	0,5	ng	ng	ng	ng	nvt
	05-07-2024	Zorvec Endavia	0,5	ng	ng	ng	ng	nvt
	08-07-2024	Orondis Plus	0,2	ng	ng	ng	ng	nvt
	30-07-2024	Orondis Plus	0,2	ng	ng	ng	ng	nvt
	08-08-2024	Orondis Plus	0,2	ng	ng	ng	ng	nvt
Prothioconazool	01-06-2024	Fandango	1	ng	ng	ng	ng	nvt
	05-07-2024	Fandango	1,25	ng	ng	ng	ng	nvt
Tebuconazool	02-08-2024	Luna Experience	0,5	0,07	<	<	<	14,00

De meeste stoffen worden na bespuiting aangetroffen; daarna neemt de concentratie af. Bij pendimethalin schommelt de concentratie meer. Dit heeft waarschijnlijk met stofeigenschappen te maken. Pendimethalin hecht sterk aan bodemdeeltjes. De afspoeling van bodemdeeltjes, inclusief pendimethalin, is waarschijnlijk gekoppeld aan de intensiteit van regenbuien.

4.5.4 Spuitschema 2025

Tabel 10 laat het spuitschema van 2025 zien. Met geel is aangegeven als een stof niet in een meetpakket zat, of wanneer de norm hoger ligt dan de meetgrens. Een groene kleur wil zeggen dat de stofconcentratie onder de detectielimiet zat. Rood betekent dat de norm is overschreden. Daarbij moet wel bedacht worden dat dit de concentraties in het afspoelende water zijn, en niet de concentraties in de sloot. Ook is voor twee stoffen (prosulfocarb en prothioconazool) alleen een jaargemiddelde norm (JG-MKN) beschikbaar, die bij gebrek aan een acute norm is toegepast op een enkele meting.

Tabel 10. Spuitschema op het controle perceel uien in 2025, met de aangetroffen concentraties op vijf meetmomenten en een vergelijking met de normen voor oppervlaktewater.

Kloosterburen zaaiuien controle INZV0830				Concentratie [µg/l]					Norm [µg/l]	soort norm
Stof	Datum	Product	Dosering middel [l/ha of kg/ha]	1e meetmoment (28 mei)	2e meetmoment (27 juni)	3e meetmoment (21 juli)	4e meetmoment (22 juli)	5e meetmoment (4 aug.)		
Herbiciden										
prosulfocarb	27-03-2025	Boxer	0,5	0,85	1,22	<0,3	<0,3	<0,03	0,55	JG-MKN(!)
pendimethalin	27-03-2025	Stomp 400 SC	0,5	10,33	4,99	14,47	3,30	0,28	0,02	MAC-MKN
	11-04-2025	Stomp 400 SC	0,5	10,33	4,99	14,47	3,30	0,28		
	12-06-2025	Wing P	1	10,33	4,99	14,47	3,30	0,28		
bentazon	11-04-2025	Basagran	0,25	13,00	91,00	14,00	5,00	3,50	450,00	MAC-MKN
pyridaat*	11-04-2025	Lentagran WP	0,5	6,00	12,00	3,30	1,70	0,33	0,10	MTR
	12-06-2026	Lentagran WP	0,5	6,00	12,00	3,30	1,70	0,33		
fluroxypyr (-meptyl)	11-04-2025	Starane Top	0,075	41,00	98,00	29,00	7,50	5,20	2,00	MTR
	12-06-2025	Starane Top	0,2	41,00	98,00	29,00	7,50	5,20		
dimethenamid-P	12-06-2025	Wing P	1	34,00	57,00	<0,05	13,00	5,00	1,60	MAC-MKN
Insecticiden										
isoxaben	17-04-2025	AZ 500	0,2	ng	ng	ng	ng	ng	0,11	MTR
fungiciden										
esfenvaleraat	26-04-2025	Sumicidin Super	0,2	<0,2	<0,2	<2	<2	<0,2	0,002	MAC-MKN
azoxystrobin	31-05-2025	Amistar	1	0,07	97,00	2490,00	270,00	290,00	4,10	MAC-MKN
	21-07-2025	Amistar	1	0,07	97,00	2490,00	270,00	290,00	4,10	
Oxathiapiproline	31-05-2025	Orondis Plus	0,2	<0,05	27,00	47,00	4,00	11,00	geen norm	
	06-06-2025	Zorvec Epicaltrin	0,2	<0,05	27,00	47,00	4,00	11,00	geen norm	
	21-07-2025	Orondis Plus	0,2	<0,05	27,00	47,00	4,00	11,00	geen norm	
prothioconazool	23-06-2025	Fandango	1,25	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	62,00	3,70	JG-MKN(!)
	16-07-2025	Fandango	1,25	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	62,00		
fluoxastrobin	23-06-2025	Fandango	1,25	<0,04	<0,04	230,00	20,00	85,00	0,64	MAC-MKN
	16-07-2025	Fandango	1,25	<0,04	<0,04	230,00	20,00	85,00		

* De gemeten concentraties betreffen Pyridafol (afbraakproduct van Pyridaat)

Alle gemeten stoffen die zijn toegepast zijn aangetroffen. Voor esfenvaleraat geldt dat niet kan worden vastgesteld of de stof in concentraties groter dan de norm is aangetroffen, omdat de meetgrens hoger ligt dan de norm. Voor de meeste herbicidetoepassingen geldt dat het meetmoment meerdere maanden na toepassing is. Toch hebben begin juli ook nog een aantal toepassingen plaatsgevonden, die bij pyridaat, fluroxypyt en dimethenamid-P tot

een duidelijke verhoging van de concentratie leiden. De toepassing van het fungicide azoxystrobin (Amistar) leidt op 21 juli tot een hoge emissie. De afspoeling lijkt te hebben plaatsgevonden op dezelfde dag als de bespuiting. Ook de meting de volgende dag en die van enkele weken later laten nog zeer hoge concentraties zien. Azoxystrobin is een redelijk persistente stof, met een halfwaardetijd van zo'n 78 dagen¹³. Het is dus goed mogelijk dat de stof nog lang in hoge concentraties op het perceel aanwezig blijft.

4.5.5 Theoretische concentratie in sloot en percentage afspoeling 2024

In dit gedeelte wordt de concentratie besproken die in theorie als gevolg van afspoeling in de sloot zou kunnen ontstaan. Ook wordt gekeken naar het percentage van de toegepaste hoeveelheid van een stof, die afspoelt.

Tabel 11 geeft de waarden voor drie meetmomenten weer. In de eerste kolom staan de namen van drie stoffen die veel zijn afgespoeld. In kolom twee staat de concentratie in het afspoelende water. Daarbij is de hoogst gevonden concentratie voor dat meetmoment in Noordwest-Groningen genomen. Als er 'n.v.t.' staat weergegeven, was de concentratie onder de detectielimiet, of was de stof niet aanwezig in het meetpakket. Daarna staat de vracht weergegeven. Dit is de concentratie vermenigvuldigd met het aantal liter water dat in de dagen voor het meetmoment van het proefveld afspoelde. Vervolgens wordt weergegeven wat de concentratie in de sloot wordt, als die eerder berekende vracht erin terechtkomt. Daarbij wordt ervanuit gegaan dat het volume van de sloot 210 liter per strekkende meter is, dat er vóór afspoeling nog geen stoffen in de sloot aanwezig zijn en dat er geen doorstroming is. Er is rekening mee gehouden dat het aantal liter water in de sloot door de afspoeling toeneemt. De theoretische concentratie wordt vergeleken met de norm. Als de norm wordt overschreden, is dat met rood weergegeven.

Ook de toegepaste hoeveelheid van de verschillende stoffen is berekend. Dit is de toegepaste hoeveelheid op het proefperceel, tot het moment waarop de monsters genomen zijn. In de laatste kolom staat het percentage van de toegepaste hoeveelheid, dat door afspoeling in de sloot terechtkomt op het betreffende meetmoment.

¹³ <https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/54.htm>

Tabel 11. De theoretische concentratie in de sloot en het percentage dat door afspoeling in de sloot terechtkomt op het uienperceel in 2024.

Meetmoment 1										
stof	concentratie		vracht		theoretische concentratie in sloot		norm		toegepast [g]	% afgespoeld
Pendimethalin	17,00	µg/l	13094	µg	1,16	µg/l	0,024	µg/l (MAC-MKN)	450	0,003
Prosulfocarb	3,60	µg/l	2773	µg	0,25	µg/l	0,55	µg/l (JG)	600	0,000
Fluoxastrobin	0,00	µg/l	3	µg	0,00	µg/l	0,64	µg/l (MAC-MKN)	0	nvt
Meetmoment 2										
stof	concentratie		vracht		theoretische concentratie in sloot		norm		toegepast [g]	% afgespoeld
Pendimethalin	nvt	µg/l	nvt	µg	nvt	µg/l	0,024	µg/l (MAC-MKN)	872	nvt
Prosulfocarb	nvt	µg/l	nvt	µg	nvt	µg/l	0,55	µg/l (JG)	630	nvt
Fluoxastrobin	0,16	µg/l	56	µg	0,01	µg/l	0,64	µg/l (MAC-MKN)	169	0,000
Meetmoment 3										
stof	concentratie		vracht		theoretische concentratie in sloot		norm		toegepast [g]	% afgespoeld
Pendimethalin	2,40	µg/l	1799	µg	0,16	µg/l	0,024	µg/l (MAC-MKN)	872	0,000
Prosulfocarb	0,06	µg/l	45	µg	0,00	µg/l	0,55	µg/l (JG)	630	0,000
Fluoxastrobin	57,00	µg/l	42736	µg	3,80	µg/l	0,64	µg/l (MAC-MKN)	169	0,025

Van verschillende stoffen wordt de norm overschreden. De overschrijding van pendimethalin op meetmoment 3 is het grootst. Het percentage van de toegepaste hoeveelheid van een stof dat afspoelt is laag. Daarbij moet wel bedacht worden dat het hier om de afspoeling van ongeveer 1 week gaat. De afspoeling over het hele jaar (en de komende jaren) zal groter zijn.

Het bovenstaande voorbeeld is bedoeld om de betekenis van de gevonden concentraties te verhelderen en uitdrukkelijk niet om daadwerkelijke normoverschrijding te berekenen. In deze specifieke situatie is omvang van de waterloop groter dan aangenomen voor de berekening, waardoor de daadwerkelijke concentraties lager moeten uitvallen.

4.5.6 Theoretische concentratie in sloot en percentage afspoeling 2025

Ook met de aangetroffen concentraties in 2025 is berekend wat de theoretische concentratie in de sloot zou zijn. Hiervoor zijn de metingen van het controle proefveld gebruikt. Tabel 12 bevat drie stoffen die in het eerder besproken spuitschema opvallen vanwege de relatief hoge concentraties. Tabel 12 laat zien hoe deze concentraties vertaalt kunnen worden naar het oppervlaktewater. Er is voor de laatste drie meetmomenten gekozen omdat fluoxastrobin pas later in het seizoen is toegepast.

Tabel 12. De theoretische concentratie in de sloot en het percentage dat door afspoeling in de sloot terechtkomt op het uienperceel in 2025.

Meetmoment 3										
stof	concentratie		vracht		theoretische concentratie in sloot		norm		toegepast [g]	% afgespoeld
Pendimethalin	14,47	µg/l	3726	µg	0,53	µg/l	0,024	µg/l (MAC-MKN)	314	0,001
azoxystrobin	2490,00	µg/l	641175	µg	91,21	µg/l	4,1	µg/l (MAC-MKN)	242	0,265
fluoxastrobin	230,00	µg/l	59225	µg	8,42	µg/l	0,64	µg/l (MAC-MKN)	302	0,020
Meetmoment 4										
stof	concentratie		vracht		theoretische concentratie in sloot		norm		toegepast [g]	% afgespoeld
Pendimethalin	3,30	µg/l	8395	µg	0,90	µg/l	0,024	µg/l (MAC-MKN)	314	0,003
azoxystrobin	270,00	µg/l	686880	µg	73,73	µg/l	4,1	µg/l (MAC-MKN)	242	0,284
fluoxastrobin	20,00	µg/l	50880	µg	5,46	µg/l	0,64	µg/l (MAC-MKN)	302	0,017
Meetmoment 5										
stof	concentratie		vracht		theoretische concentratie in sloot		norm		toegepast [g]	% afgespoeld
Pendimethalin	0,28	µg/l	604	µg	0,07	µg/l	0,024	µg/l (MAC-MKN)	314	0,000
azoxystrobin	290,00	µg/l	625240	µg	70,03	µg/l	4,1	µg/l (MAC-MKN)	242	0,258
fluoxastrobin	85,00	µg/l	183260	µg	20,53	µg/l	0,64	µg/l (MAC-MKN)	302	0,001

Bij alle drie stoffen wordt op elk van de getoonde meetmomenten de norm ruimschoots overschreden. Het afgespoelde percentage van de totale toepassing op het proefveld varieert tussen de 0,0002% en 0,02%, maar schiet ook uit tot een kleine 0,3% bij azoxystrobin. Deze berekening laat zien dat normoverschrijdingen als gevolg van oppervlakkige afspoeling in de teelt van uien op dit perceel een reëel risico voor de waterkwaliteit vormen.



5. AARDAPPELEN NOORDOOST-GRONINGEN 2025: VLAK EN ONGELIJK PERCEEL

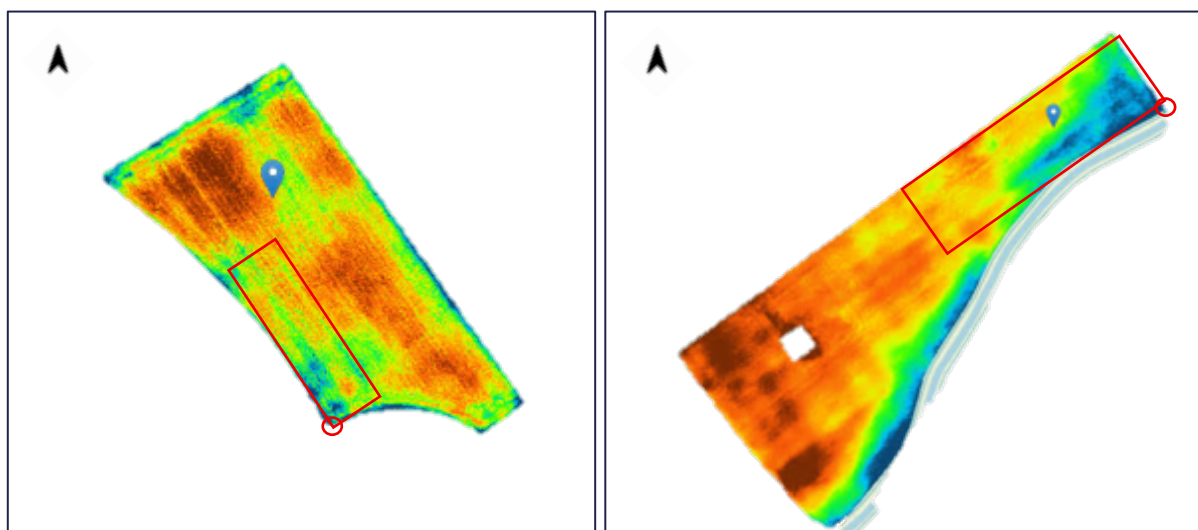
In Noordoost-Groningen is in 2025 gemeten aan afspoeling van twee percelen consumptieaardappelen. Er is een vergelijking gemaakt tussen een ongelijk perceel wat op de planning staat om te kilveren en een recent gekilverd en opnieuw gedraineerd perceel. Op deze manier proberen we zicht te krijgen op het effect van het vlakker maken van het perceel op afspoeling. In dit hoofdstuk gaan we in op de proefopzet, de aanleg van de proef en de resultaten.

5.1 Proefopzet

5.1.1 Perceeleigenschappen

Het ongelijke perceel is ongeveer 3,4 ha groot (figuur 16 links). De bodem bestaat uit lichte zavel. De hoogte varieert van 1,03 – 1,30 meter boven NAP. Het gekilverde en opnieuw gedraineerde perceel (figuur 16 rechts) is zo'n 10,4 ha groot. En verloopt van lichte zavel (het hoge deel op de hoogtekaart) naar zware zavel (het lage deel op de hoogtekaart). De hoogte varieert van 0,58 tot 1,01 meter boven NAP. In de figuur is met het rode kader het proefveld aangegeven (indicatief) en met een rode cirkel de meetopstelling. Waar bij het ongelijke perceel het water vooral via lage plekken afspoelt (waarvoor soms door de ruggen een sleuf naar de sloot gefreesd moet worden), spoelt het water bij het gekilverde perceel vooral aan de noordoostkant af, tussen de ruggen door.

Vanaf 2021 zijn tarwe, aardappelen, bieten en tulpen geteeld op het ongelijke perceel. In 2025 worden er vroege consumptieaardappelen geteeld. Op het vlak gekilverde perceel zijn bieten, aardappelen, tarwe en nog een keer tarwe geteeld.



Figuur 16 Hoogtekaarten van de twee percelen in Noordoost-Groningen (links: ongelijk perceel; rechts: recent gekilverd en gedraineerd perceel). De kleur geeft de hoogte weer op een schaal van donkerblauw (laag) via geel, groen en oranje naar rood (hoog).

5.1.2 Beschrijving maatregel

In eerdere projecten waaraan het bedrijf heeft deelgenomen is duidelijk naar voren gekomen dat plassen op het land de bodemkwaliteit negatief beïnvloeden. Regelmatig zorgt dit ook voor afspoeling, doordat water zich op lage plekken verzameld en afgevoerd moet worden naar de sloot. Wanneer nodig wordt een sleuf gefreesd van de laagte naar de sloot om ervoor te zorgen dat het water weg kan. Om deze problemen aan te pakken is het bedrijf van plan in de komende jaren slechte percelen opnieuw te draineren en te kilveren. De hoop is dat dit ten goede komt aan de bodemkwaliteit en dat de waterhuishouding van het perceel verbeterd. Om hier meer zicht op te krijgen is een proef ingericht waarin een recent aangepakt perceel wordt vergeleken met een perceel wat op de nominatie staat om aan te pakken.

5.2 Aanleg en verloop van de proeven

Op 23 mei 2025 is de proef aangelegd (figuur 17). Op het ongelijke perceel met vroege aardappels is geen eenduidig afschot, waardoor het lastig was om een geschikte plek te vinden. Uiteindelijk is gekozen voor een hoek van het perceel aan de zuidkant, waar de ruggen vooraan bij een laagte uitkomen. Hierdoor kan het beste een vergelijking worden gemaakt met het andere perceel. Het proefveld is 57 ruggen breed (42,75 m) en ongeveer 110 meter lang. Voor deze proef was het niet mogelijk om op hetzelfde perceel een vergelijking in te richten. Op het recent gekilverde en gedraineerde perceel is de meetopstelling geplaatst bij een greppel waarop alle 112 ruggen (in totaal 84 meter breed) afwateren. Aangenomen is dat het water vanaf ongeveer halverwege het perceel

op deze greppel afwatert. Het proefveld is daarom 300 meter lang. Vanwege het verschil in oppervlakte is de afspoeling omgerekend naar liter per hectare.

Gedurende de proef zijn de meetopstellingen regelmatig gecontroleerd en gereinigd en zijn de greppels zo nodig vrij geschept. Op een moment is moest een sensor (logger) worden vervangen.

Het ongelijke perceel met vroege aardappelen is rond 6 juli geoogst. Daarna is de opstelling nog even blijven staan en blijven meten, tot 21 juli. Het gekilverde perceel is geoogst rond 2 oktober.



Figuur 17. De proef op het ongelijke perceel (links) en op het gekilverde en opnieuw gedraineerde perceel (rechts), op 23 mei 2025.

5.3 Resultaten waterkwantiteit

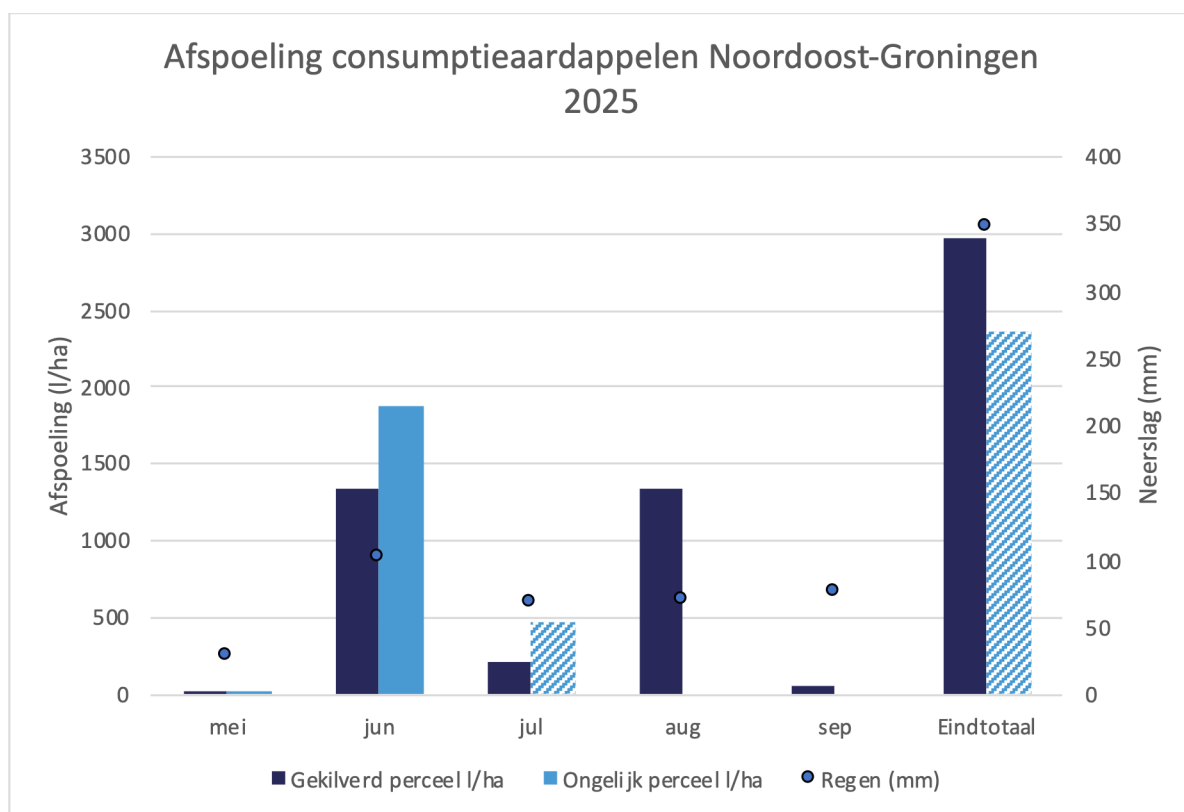
5.3.1 Neerslag- en afspoelingsgegevens

Zoals vermeld in paragraaf 4.4.2 was 2025 een warm, droog en zeer zonnig jaar, met een relatief droge lente en een droge zonnige zomer.

Figuur 18 geeft de afspoeling weer van de twee proefvelden in Noordoost-Groningen. De donkerblauwe balk geeft de afspoeling van het gekilverde en opnieuw gedraineerde perceel aan, de lichtblauwe balk van het ongelijke perceel. De neerslag is met blauwe bolletjes weergegeven en moet op de rechter-as uitgelezen worden. Gestreepte balken geven aan dat de periode niet volledig gemeten is. De reden daarvoor is dat het ongelijke perceel met vroege aardappels begin juli al geoogst is en de meetopstelling rond 20 juli verwijderd is. De afspoeling is weergegeven in liters per hectare, omdat het oppervlak van de proefvelden niet gelijk is. Dat betekent ook dat de aanname over het precieze afspoelingoppervlak invloed heeft op het resultaat.

Te zien is dat in de maand juni er meer water afspoelde op het ongelijke perceel. Ook in de maand juli was dat het geval, dit is vooral veroorzaakt door een bui van 22 mm op 20 juli. Het ongelijke perceel was toen al gerooid, wat invloed kan hebben op de afspoeling. Door de korte duur, het ongelijke oppervlak en het gebrek aan herhalingen is lastig om conclusies te trekken over het verschil tussen de percelen. Door het reactief droge weer is het op het ongelijke perceel niet nodig geweest om sleuven te frezen van lage plekken naar de sloot. Met name in juni en augustus is er bij de proef in Noordoost-Groningen wel iets meer neerslag gevallen dan bij de proef in Noordwest-Groningen.

Het valt op dat de afspoeling op het gekilverde perceel sterk verschilt tussen juni, juli en augustus, terwijl de neerslag minder verschilt. Dit is veroorzaakt door een flinke hoosbui op 2 augustus, met 29 mm neerslag. Afspoeling lijkt vooral op te treden wanneer het hard regent en het gewas nog niet helemaal gesloten is.



Figuur 18. Afspoeling in liters per hectare en neerslag in millimeters over de periode 23 mei tot 1 oktober 2025 (gekilverd perceel) en tot 20 juli (ongelijk perceel). Gestreepte balken geven aan dat de periode niet volledig gemeten is. NB: de afspoeling is weergegeven in L/ha, omdat de percelen een verschillend oppervlak hebben.

5.4 Resultaten waterkwaliteit

In deze paragraaf beschrijven we de waterkwaliteitsmetingen en het effect van de maatregelen daarop.

5.4.1 Effect maatregel

Op 10 en 23 juni en 7 en 21 juli zijn er van dit proefonderdeel watermonsters genomen. In Tabel 13 zijn de resultaten weergegeven van de stoffen waarvan in totaal (d.w.z. de som van alle meetpunten en meetmomenten) meer dan 1 µg is aangetroffen. Wanneer er een verschil is tussen de maatregelen is de laagste waarde groen weergegeven en de hoogste waarde rood.

De somconcentraties zijn in alle gevallen lager op het ongelijke perceel. Toch wordt een aantal stoffen juist op het ongelijke perceel in hogere concentraties gevonden, zoals mandipropamid en metobromuron op het derde meetmoment. Op het vierde meetmoment was het ongelijke perceel al gerooid. De somconcentratie is de laagste van alle metingen. Dit lijkt een voorzichtige indicatie dat kort na het oogsten, ook bij een flinke regenbui er minder afspoelt dan tijdens de teelt. Een verklaring voor de hogere concentraties op het vlak gekilverde perceel is lastig te geven. Mogelijk was het gewas later gesloten vanwege de latere teelt. Ook zou het kunnen dat water op dit perceel een langere weg heeft afgelegd vanwege het langere proefveld, waardoor stoffen meer tijd hadden om op te lossen. Op het vierde meetmoment was de somconcentratie bij het gekilverde perceel juist het hoogst, met 31,08 µg/l. Dit werd voornamelijk veroorzaakt door propamocarb hydrochloride en fluopicolide, ondanks dat beide stoffen niet zijn toegepast.

Tabel 13. De concentraties van werkzame stoffen in totaal meer dan 1 µg is aangetroffen, gegroepeerd per meetmoment en maatregel. De hoogste waardes zijn rood, de laagste groen. De som bevat ook stoffen waarvan in totaal minder dan 1 µg/l is gevonden.

Stof	Meetmoment:		1e (10-6-2025)		2e (23-6-2025)		3e (7-7-2025)		4e (21-7-2025)	
	Maatregel:		ongelijk	vlak	ongelijk	vlak	ongelijk	vlak	ongelijk	vlak
Mandipropamid			2,7	9,2	1,9	8,1	1,6	0,74	0,69	0,72
Metobromuron			5,4	6,2	2,1	7,9	1,1	0,9	0,43	0,81
Propamocarb hydrochloride			<0,03	<0,03	0,039	0,036	0,051	<0,03	0,079	22
Fluopicolide			0,12	<0,06	0,13	<0,06	0,24	<0,06	0,12	5,4
Cyazofamid			0,44	1,3	0,18	<0,03	0,68	1,8	0,27	0,4
Metolachloor			<0,02	0,87186741	<0,02	1,09436883	<0,02	0,04725202	<0,2	0,25574758
Ethofumesate			0,36	0,19	0,44	0,17	0,16	0,084	0,083	<0,06
Prosulfocarb			0,09995988	0,87143783	0,0489889	0,29367841	<0,03	0,05872235	<0,3	<0,3
Mefentrifluconazool			<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,81	<0,10	0,44
SOM:			9,53	19,34	5,22	18,01	4,55	4,90	2,01	31,08

5.4.2 Spuitschema

Tabel 14 en Tabel 15 laten het spuitschema van 2025 zien van het ongelijke perceel en het gekilverde, opnieuw gedraineerde perceel. Met geel is aangegeven als een stof niet in een meetpakket zat, of wanneer de norm hoger ligt dan de meetgrens. Een groene kleur wil zeggen dat de stofconcentratie onder de detectielimiet zat. Rood betekent dat de norm is overschreden. Daarbij moet wel bedacht worden dat dit de concentraties in het afspoelende water zijn, en niet de concentraties in de sloot. Ook is voor een stof (prosulfocarb) alleen een jaargemiddelde norm (JG-MKN) beschikbaar, die bij gebrek aan een acute norm is toegepast op een enkele meting.

De meeste toegediende stoffen zijn ook aangetroffen in het afgespoelde water. Alleen bij het fungicide cyazofamid (Ranman Top) wordt de waterkwaliteitsnorm voor oppervlaktewater overschreden in het afspoelingswater. Prosulfocarb (Boxer) overschrijdt wel de jaargemiddelde norm op het eerste meetmoment. Verder geldt voor paraflufen-ethyl (Quickdown) dat de norm veel lager is dan de meetgrens, waardoor er potentieel toch een risico is. Bij het fungicide mandipropamid is zoals verwacht een structureel afnemende concentratie te zien naarmate het seizoen vordert. Alleen op het vijfde meetmoment op het gekilverde perceel is de concentratie hoger, ondanks dat geen nieuwe toepassing heeft plaatsgevonden. Mandipropamid is redelijk persistent met een halfwaardetijd van 49 dagen¹⁴, waardoor het goed mogelijk is dat de stof nog aanwezig was op het perceel.

Tabel 14. Spuitschema op het ongelijke perceel, met de aangetroffen concentraties op vier meetmomenten en een vergelijking met de normen voor oppervlaktewater.

Spijk ongelijk perceel INZV0836, vroege aardappels, bij de boerder					Concentratie [µg/l]				
Stof	Datum	Product	Dosering middel [l/ha of kg/ha]	1e meetmome nt (10 juni)	2e meetmome nt (23 juni)	3e meetmome nt (7 juli)	4e meetmome nt (21 juli)	Norm [µg/l]	soort norm
Herbiciden									
Prosulfocarb	19-04-2025	Boxer	3	0,10	0,05	<0,03	<0,3	0,55	JG-MKN(!)
Metobromuron	19-04-2025	Proman	2	5,40	2,10	1,10	0,43	10,00	MTR
pyraflufen-ethyl	01-07-2025	Quickdown	1,6	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,003	MAC-MKN
Carfentrazon-ethyl	01-07-2025	Spotlight plus	1	<0,04	<0,04	<0,04	<0,4	1,10	MTR
fungiciden									
fluazinam	09-05-2025	Vamos	0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	0,550	MTR
	19-05-2025	Vamos	0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3		
	31-05-2025	Vamos	0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3		
	11-06-2025	Levanta 500 SC	0,4	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3		
mandipropamid	09-05-2025	Pergovi	0,5	2,70	1,90	1,60	0,69	10,500	MAC-MKN
	19-05-2025	Pergovi	0,5	2,70	1,90	1,60	0,69	10,500	
	31-05-2025	Pergovi	0,5	2,70	1,90	1,60	0,69	10,500	
cyazofamid	24-05-2025	Ranman top	0,5	0,44	0,18	0,68	0,27	0,130	MTR
	04-06-2025	Ranman top	0,5	0,44	0,18	0,68	0,27		
	19-06-2025	Ranman top	0,5	0,44	0,18	0,68	0,27		
	21-06-2025	Ranman top	0,5	0,44	0,18	0,68	0,27		
	26-06-2025	Ranman top	0,5	0,44	0,18	0,68	0,27		
Oxathiapiroline	11-06-2025	Zorvec Enicade	0,1	<0,05	<0,05	0,05	<0,05	geen norm	

¹⁴ <https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/425.htm>

Tabel 15. Spuitschema op het gekilverde en opnieuw gedraineerde perceel, met de aangetroffen concentraties op vijf meetmomenten en een vergelijking met de normen voor oppervlaktewater.

Spijk gekilverd perceel INZV0837				Concentratie [µg/l]					Norm [µg/l]	soort norm
Stof	Datum	Product	Dosering middel [l/ha of kg/ha]	1e meetmoment (10 juni)	2e meetmoment (23 juni)	3e meetmoment (7 juli)	4e meetmoment (21 juli)	5e meetmoment (4 aug.)		
Herbiciden										
prosulfocarb	19-04-2025	Boxer	3	0,87	0,29	0,06	<0,3	<0,03	0,55	JG-MKN(!)
metobromuron	19-04-2025	Proman	2	6,20	7,90	0,90	0,81	0,17	10,00	MTR
pyraflufen-ethyl	01-07-2025	Quickdown	1,6	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,003	MAC-MKN
carfentrazon-ethyl	01-07-2025	Spotlight plus	1	<0,04	<0,04	<0,04	<0,4	<0,04	1,10	MTR
fungiciden										
fluazinam	10-05-2025	Vamos	0,3	<0,3	<0,3	<0,3	0,49	0,37	0,550	MTR
	16-05-2025	Vamos	0,3	<0,3	<0,3	<0,3	0,49	0,37	0,550	
	31-05-2025	Vamos	0,3	<0,3	<0,3	<0,3	0,49	0,37	0,550	
	11-06-2025	Levanta 500 SC	0,4	<0,3	<0,3	<0,3	0,49	0,37	0,550	
mandipropamid	10-05-2025	Pergovi	0,5	9,20	8,10	0,74	0,72	5,00	10,500	MAC-MKN
	16-05-2025	Pergovi	0,5	9,20	8,10	0,74	0,72	5,00	10,500	
	31-05-2025	Pergovi	0,5	9,20	8,10	0,74	0,72	5,00	10,500	
cyazofamid	24-05-2025	Ranman top	0,5	1,30	<0,03	1,80	0,40	0,20	0,130	MTR
	04-06-2025	Ranman top	0,5	1,30	<0,03	1,80	0,40	0,20	0,130	
	19-06-2025	Ranman top	0,5	1,30	<0,03	1,80	0,40	0,20	0,130	
	24-06-2025	Ranman top	0,5	1,30	<0,03	1,80	0,40	0,20	0,130	
	30-06-2025	Ranman top	0,5	1,30	<0,03	1,80	0,40	0,20	0,130	
oxathiapiproline	11-06-2025	Zorvec Enicade	0,1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	geen norm	

5.4.3 Theoretische concentratie in sloot en percentage afspoeling

In dit gedeelte wordt de concentratie besproken die in theorie als gevolg van afspoeling in de sloot zou kunnen ontstaan. Ook wordt gekeken naar het percentage van de toegepaste hoeveelheid van een stof, die afspoelt.

Tabel 16 geeft de waardes voor drie meetmomenten weer. In de eerste kolom staan de namen van drie stoffen die veel zijn afgespoeld. In kolom twee staat de concentratie in het afspoelende water. Als er 'n.v.t.' staat weergegeven, was de concentratie onder de detectielimiet, of was de stof niet aanwezig in het meetpakket. Daarna staat de vracht weergegeven. Dit is de concentratie vermenigvuldigd met het aantal liter water dat in de dagen voor het meetmoment van het proefveld afspoelde. Vervolgens wordt weergegeven wat de concentratie in de sloot wordt, als die eerder berekende vracht erin terechtkomt. Daarbij wordt ervanuit gegaan dat het volume van de sloot 210 liter per strekkende meter is, dat er vóór afspoeling nog geen stoffen in de sloot aanwezig zijn en dat er geen doorstroming is. Er is rekening mee gehouden dat het aantal liter water in de sloot door de afspoeling toeneemt. De theoretische concentratie wordt vergeleken met de norm. Als de norm wordt overschreden, is dat met rood weergegeven.

Ook de toegepaste hoeveelheid van de verschillende stoffen is berekend. Dit is de toegepaste hoeveelheid op het proefperceel, tot het moment waarop de monsters genomen zijn. In de laatste kolom staat het percentage van de toegepaste hoeveelheid, dat door afspoeling in de sloot terechtkomt op het betreffende meetmoment.

Tabel 16. De theoretische concentratie in de sloot en het percentage dat door afspoeling in de sloot terechtkomt op het gekilverde en opnieuw gedraineerde perceel.

Meetmoment 1										
stof	concentratie		vracht		theoretische concentratie in sloot		norm		toegepast [g]	% afgespoeld
prosulfocarb	0,87	µg/l	2808	µg	0,13	µg/l	0,55	µg/l (JG-MKN(!))	6048	0,000
mandipropamid	9,20	µg/l	29647	µg	1,42	µg/l	10,5	µg/l (MAC-MKN)	945	0,003
cyazofamid	1,30	µg/l	4189	µg	0,20	µg/l	0,13	µg/l (MTR)	403	0,001
Meetmoment 3										
stof	concentratie		vracht		theoretische concentratie in sloot		norm		toegepast [g]	% afgespoeld
prosulfocarb	0,06	µg/l	14	µg	0,00	µg/l	0,55	µg/l (JG-MKN(!))	6048	0,000
mandipropamid	0,74	µg/l	171	µg	0,01	µg/l	10,5	µg/l (MAC-MKN)	945	0,000
cyazofamid	1,80	µg/l	416	µg	0,02	µg/l	0,13	µg/l (MTR)	1008	0,000
Meetmoment 5										
stof	concentratie		vracht		theoretische concentratie in sloot		norm		toegepast [g]	% afgespoeld
prosulfocarb	<0,03	µg/l	n.v.t.	µg	n.v.t.	µg/l	0,55	µg/l (JG-MKN(!))	6048	n.v.t.
mandipropamid	5,00	µg/l	213	µg	0,01	µg/l	10,5	µg/l (MAC-MKN)	945	0,000
cyazofamid	0,20	µg/l	9	µg	0,00	µg/l	0,13	µg/l (MTR)	1008	0,000

De berekende concentraties in de sloot signaleren op één moment een overschrijding van de waterkwaliteitsnorm, namelijk op het eerste meetmoment voor het fungicide cyazofamid (Ranman Top). In het spuitschema was dit ook de enige stof die in concentraties groter dan de norm werd teruggevonden. In de meeste gevallen is het percentage van de toegepaste hoeveelheid werkzame stof dat afspoelt kleiner dan drie decimalen. Alleen op het eerste meetmoment spoelt 0,003% van de toegepaste mandipropamid af en 0,001% van de toegepaste cyazofamid. De resultaten zijn hiermee gunstiger dan alle andere gemeten percelen in 2024 en 2025.



6. CONCLUSIE EN DISCUSSIE

Dit hoofdstuk bevat de conclusie en enkele discussiepunten. In de conclusie wordt antwoord gegeven op de vraag: Wat is het effect van verschillende maatregelen op oppervlakkige afspoeling?

6.1 Conclusie

De conclusies zijn gestructureerd aan de hand van de deelvragen die in paragraaf 1.2 zijn opgenomen.

Hoe groot is het volume afspoeling op het perceel?

Op alle percelen vond gedurende de teelt afspoeling plaats. Bij alle proefvelden spoelde soms meer dan 1000 liter per maand af. Over het hele groeiseizoen spoelde er in een aantal gevallen rond de 10.000 liter af. Ondanks de verschillen in proefveldgrote, gewas en grondsoort concluderen we dat afspoeling op deze percelen een route is die een belangrijke rol kan spelen bij de emissie van gewasbeschermingsmiddelen naar het oppervlaktewater.

Welke stoffen worden aangetroffen en zijn die toegepast?

Alle monsters van afspoelingswater bevatten bestrijdingsmiddelen. In hoge concentraties gevonden stoffen zijn in de meeste gevallen in de teelt toegepast. Vrijwel alle toegepaste stoffen zijn aanwezig in het afspoelingswater. Verschillende fungiciden (mandipropamid, azoxystrobin, fluoxastrobin en cyazofamide) en herbiciden (metabromuron, pendimethalin, fluroxypyr en bentazon) zijn in in concentratie ruim boven de 10 µg/l gevonden. Van de insecticiden geldt dat alleen voor acetamiprid. Zowel het spuitschema als de afspoeling van stoffen verschillen sterk per teelt. Duidelijk is geworden dat de aardappelteelt op deze percelen relatief lage emissies heeft gehad. Opvallend is de hoge emissie bij uienteelt.

Hoe groot is de emissie van bestrijdingsmiddelen via afspoeling op het perceel en tot welke concentratie in de sloot kan de emissie leiden?

De berekening 'theoretische concentratie in de sloot' laat zien dat de waterkwaliteitsnormen in het ontvangende oppervlaktewater kunnen worden

overschreden door afspoeling. Met name de uienteelt lijkt erg gevoelig voor grote emissies van gewasbeschermingsmiddelen naar het oppervlaktewater.

Welk effect heeft de aangelegde maatregel op het volume afspoelingswater en de kwaliteit daarvan?

Ondanks de beperkte proefopzet komt er een duidelijk beeld naar voren uit de proeven. Het effect van erosiestoppers (drempeltjes) in de aardappelteelt is het meest robuust. Er kan geconcludeerd worden dat de erosiestopper helpt om afspoeling te beperken. Aan het eindtotaal is te zien dat op het geteste perceel de afspoeling zonder erosiestopper ongeveer anderhalf keer hoger is dan met erosiestopper. Bij het wafelpatroon was vooral in het begin van de teelt een effect te zien en lijken de concentraties gewasbeschermingsmiddel in veel gevallen iets lager te zijn. Een positief of negatief effect kon niet worden vastgesteld voor de voorteelt en voorbewerking (wel of geen groenbemester en NGK of ploegen) en het opnieuw kilveren en draineren van een perceel.

Hoe ervaren de ondernemers de maatregel? Is de maatregel toepasbaar in de praktijk?

Ondernemers geven aan dat erosiestoppers in de praktijk hinder kunnen opleveren. Op het proefveld is dit grotendeels ondervangen door rijpaden voor een selectiekar vrij te houden. Toch leverden de drempels nog hinder op bij het loofklappen. In andere jaren was dat minder volgens de ondernemer. De putjesrol levert in de praktijk geen hinder op. Wel kan de aanleg in harde grond lastig zijn en is de aanleg soms lastig in te passen in de planning. Na verloop van tijd lijken de putjes weg te spoelen, waardoor het effect vermindert. Het kilveren en opnieuw draineren van een perceel is een investering die meer voordelen heeft dan alleen het effect op afspoeling. De ondernemer verwacht dat met name emissies worden voorkomen doordat er geen lage plekken meer zijn waar het water zich verzameld. Vaak was het nodig vanuit deze plekken een sleuf naar de sloot te frezen.

6.2 Aanbevelingen

Afspoeling is in het beheersgebied van Waterschap Noorderzijlvest een belangrijke emissieroute van bestrijdingsmiddelen naar het oppervlaktewater. We adviseren nader onderzoek te doen naar de specifieke condities waarin afspoeling en het transport van bestrijdingsmiddelen naar het oppervlaktewater optreedt. De onderstaande aanbevelingen kunnen richting geven aan een vervolgtraject.

- Bij vervolgonderzoek kan in meer detail naar stofeigenschappen gekeken worden. Hierdoor kan duidelijk worden waar de risico's liggen. Er kan bijvoorbeeld onderscheid gemaakt worden tussen stoffen met bodemerosie meekomen en stoffen die vooral in het water oplossen. Ook de afbraaktijd kan meespelen.
- In eerdere projecten is aandacht geweest voor een goede bodemstructuur. We adviseren het effect van bodemkwaliteit op afspoeling beter in beeld te krijgen.
- De toepassing van erosiestoppers en (in mindere mate) de wafelrol kan in de praktijk gestimuleerd worden. We adviseren agrariërs hierin te begeleiden en zo mogelijk op enkele percelen het effect te monitoren.
- We adviseren agrariërs te stimuleren om zelf meer inzicht te krijgen in de gesteldheid van het oppervlaktewater rond hun bedrijf en het effect van bespuitingen daarop. In de context van het huidige onderzoek heeft een agrariër zelf op enkele momenten een monster genomen uit het oppervlaktewater en is daarbij door het waterschap begeleidt. Deze aanpak kan het bewustzijn vergroten; we adviseren daarom deze voort te zetten.
- Om statistisch betrouwbare conclusies te kunnen trekken bevelen we aan in vervolgonderzoek met zes herhalingen te werken. Daarnaast dienen percelen gelijkmatig te zijn en moet de meetopstelling gedurende het seizoen regelmatig gecontroleerd worden.
- De putjesrol lijkt te zorgen voor een zeer geringe reductie in afspoeling en een grotere reductie in de concentratie van werkzame stoffen in het afspoelingswater. Met name in de afspoelingsgevoelige uienteelt zou dit laatste resultaat mogelijk in vervolgonderzoek getoetst kunnen worden.

6.3 Discussie

Het effect van maatregelen in vergelijking met de natuurlijke variatie binnen percelen

Binnen dit project is op twee momenten een vergelijking geweest tussen proefvelden die vrijwel gelijk waren. Het ging om de proef in zaaiuien (Noordwest-Groningen) in 2024, waarbij door omstandigheden de maatregel niet kon worden toegepast. Daarnaast zijn proefvelden 1a en 2a in Noordoost-Groningen 2024 in grote mate vergelijkbaar (erosiestoppers in Sinora's, geploegd en met voorvrucht bieten en erosiestoppers in Agria's, geploegd en met voorvrucht bieten). Toch verschilt in beide gevallen de afspoeling. Bij proefveld 2a is de oorzaak gevonden in een te hoge inlaatbocht (zie paragraaf 3,2). Bij de proef in zaaiuien is mogelijk sprake geweest van lekkende druppelslangen. In 2025 is extra aandacht besteed aan het monitoren daarvan en het buiten beschouwing laten van afspoeling als gevolg van lekkage van druppelslangen. Toch blijft er natuurlijke variatie aanwezig tussen proefvelden en kunnen diverse storingen, vervuiling en andere gebeurtenissen de meting gemakkelijk verstoren. In ander onderzoek (Bosland et al., 2024)¹⁵ is gebleken dat een opstelling met zes herhalingen wel geschikt is om statistisch betrouwbare conclusies te trekken. Desalniettemin levert ook een proef met een beperkte opzet waardevolle informatie op, zoals inzicht in de omvang van (de emissie via) afspoeling en de relatie tussen afspoelende stoffen en het spuitschema. Daarnaast wordt ervaring opgedaan met maatregelen die afspoeling kunnen beperken.

¹⁵ <https://www.clm.nl/publicaties/praktijkproeven-perceelafspoeling-flevoland-2021-2024/>



7. KENNISDELING

Kennisdeling is een belangrijk onderdeel van het onderzoek. In dit hoofdstuk beschrijven we wat we aan kennisdeling hebben gedaan.

7.1 Betrekken van telers uit het project Op de kleintjes letten

Op 18 maart 2025 hebben Hugo Bosland en Richard Folkersma (CLM) de resultaten van de proef gepresenteerd aan de groep telers die deelneemt aan het project Op de kleintjes letten. In de bijeenkomst is tevens feedback opgehaald en nagedacht over de proefopzet van 2025.

De opzet van de proeven is daarnaast beschreven in de nieuwsbrief Boerderij en Water. Deze nieuwsbrief is bedoeld voor agrarische ondernemers in het werkgebied van Waterschap Noorderzijlvest.

7.2 Presentatie spuitlicentiebijeenkomst

23 januari 2025 heeft Hugo Bosland (CLM) de resultaten van deze en andere afspoelingsproeven gepresenteerd bij een spuitlicentiebijeenkomst in Kollumerwaard.

7.3 Informeren van provincies, waterschappen, CropLifeNL, agrarische natuurcollectieven en ministeries

Dit project is onderdeel van een landelijk afspoelingsproject, waarin praktijkproeven naar afspoeling worden gedaan. Dit wordt gedaan in verschillende gebieden (Flevoland, Groningen en Drenthe) en gewassen (peen, witlof, zaaiui, (poot)aardappelen, lelies, voederbieten en suikerbieten. Op 3 april 2025 is een bijeenkomst georganiseerd bij CLM Onderzoek & Advies in Culemborg, waarbij de resultaten en opgedane kennis gedeeld zijn met opdrachtgevers en geïnteresseerden.

Bijlage 1: Verslag bodembeoordeling door Van Tafel naar Kavel

Afspoelingsproef Noordwest-Groningen

Datum: 21-7-25

Auteur: Martine Swinkels

Beoordelingsmethode:

Op 21 juli is de bodem van het proefveld visueel beoordeeld op structuur, bodemleven, beworteling en infiltratiecapaciteit door bodemexperts Anna Zwijnenburg en Albert Jan Olijve (van Tafel naar Kavel). De visuele beoordeling van de profielkuil leidt tot een waarderingsgetal per parameter van 0 tot 10. De parameters zijn bodemstructuur, beworteling, bodemleven en infiltratiecapaciteit. Deze parameters hebben een (indirect) effect op de waterhuishouding en daarmee op de oppervlakkige afspoeling.

Het perceel dat is beoordeeld is een perceel met uien op ruggen met een fertigatie systeem, waarvan bij een deel van het veld de putjesrol is ingezet om tussen de ruggen een putjes patroon te maken om afspoeling te minimaliseren.

Met deze bodembeoordeling is gekeken of er effecten te zien zijn van de putjesrol op de bodemstructuur, vergeleken met het controleveld. Het veld met putjesrol en de controle zijn elk op 3 plekken beoordeeld. De bodem (0-25 cm) en ondergrond (25-50 cm) tussen de ruggen zijn beoordeeld op bodemstructuur, beworteling, bodemleven en infiltratiecapaciteit. Daarnaast is bij het controleveld eenmaal de bodem bekeken tussen de ruggen, in een rijspoor van de spotsprayer.

In dit document worden per perceel de resultaten van de bodembeoordeling weergegeven inclusief een aantal foto's.

Controle 1:

	Diepte (cm)	Cijfer	Opmerking
Structuur	0-10	7	Wel compact. Bovenaan laagjes zichtbaar door afspoeling. Op 10 cm bewerkingslaag zichtbaar van woelen
	10-25	7	
	25-50	7	Breukvlak op 40 cm door woelen
Bodemleven	0-25	4	Geen poriën
	25-50	4	
Beworteling	0-25	nvt	
	25-50	nvt	
Infiltratiecapaciteit	0-50	Onvoldoende	Roestkleur met name in ondergrond. Water blijft staan



Controle 2:

	Diepte (cm)	Cijfer	Opmerking
Structuur	0-25	5	Roest, compacte kluiten, wortels gaan niet de compacte kluit in
	25-44	5	Verspoeling, interne slomp
Bodemleven	0-25	4	
	25-44	4	lets van poriën zichtbaar
Beworteling	0-25	nvt	
	25-50	nvt	
Infiltratiecapaciteit	0-50	Onvoldoende	Roest en verspoeling



Rand van compacte kluit waar wortels niet in doordringen.

Controle 3:

	Diepte (cm)	Cijfer	Opmerking
Structuur	0-25	5	Gesmeerd door woeltand, veel compacte kluiten.
	25-50	5	
Bodemleven	0-25	4	
	25-50	7	lets van poriën zichtbaar

	Diepte (cm)	Cijfer	Opmerking
Beworteling	0-25	nvt	
	25-50	nvt	Oude wortelgangen
Infiltratiecapaciteit	0-40	Slecht	Veel verspoeling, heel nat
	40-50	lets beter dan erboven	Roest maar wel veel oude wortelgangen en kleine poriën.

Controle punt 3 had relatief een goede ondergrond, met veel oude wortelgangen en kleine poriën. Maar door de slechtere toplaag met compacte kluiten kan het water nog niet makkelijk infiltreren.



Controle in rijspoor:

	Diepte (cm)	Cijfer	Opmerking
Structuur	0-25	6	Duidelijke breuklijnen van bewerking
	25-50	7	Duidelijke afdruk van bewerking: bovenkant gesmeerd maar onderkant wel betere structuur.
Bodemleven	0-25	4	
	25-50	4	
Beworteling	0-25	nvt	
	25-50	nvt	
Infiltratiecapaciteit	0-50	-	



Observatie putjesrol veld algemeen:

Er heeft veel water op het veld gestaan. Er is bijna geen putjes effect meer te zien, alleen een klein golfpatroon tussen de ruggen, van max 1 cm hoogteverschil.



Figuur rechts: Er was in het putjesrol veld een stuk waar geen uien zijn ingezaaid. Hier was goed te zien dat er geen putjes effect meer in de rijen te zien is.

Putjesrol 1:

	Diepte (cm)	Cijfer	Opmerking
Structuur	0-15	4	Roest en verspoeling. Compact, wortels gaan de kluit niet in.
	15-25	5	Roest en verspoeling
	25-45	4	Verschillende grondsoorten door elkaar. Heel compact, roest, verspoeling
Bodemleven	0-25	4	Geen poriën
	25-45	4	
Beworteling	0-25	nvt	
	25-50	nvt	
Infiltratiecapaciteit	0-45	Onvoldoende	Roest en verspoeling

Het viel ook op dat deze profielkuil moeilijker te graven was dan de controle kuilen, door de compactere grond.



Putjesrol 2:

Deze profielkuil ligt in het verlengde van het graspad richting het perceel. Het viel op dat deze moeilijker is om te spitten. De ondergrond is nog lichter en lijkt meer bewerkt en meer gemengde grondsoorten. → Op TopoTijdreis kijken of hier een scheiding van het perceel of sloot o.i.d. heeft gelegen.

	Diepte (cm)	Cijfer	Opmerking
Structuur	0-10	4	Heel compact, ook in toplaag geen bodemleven. Duidelijk breukvlak op 10 cm door bewerking
	10-20	3	
	20-40	4	Veel lichter, andere grondsoort. Geen porien, meer roest
Bodemleven	0-25	4	
	25-45	4	
Beworteling	0-25	nvt	
	25-50	nvt	
Infiltratiecapaciteit	0-45	Onvoldoende	



Toplaag met compacte kluiten.



Ondergrond met lichtere kleur grondsoort en roest.

Putjesrol 3:

	Diepte (cm)	Cijfer	Opmerking
Structuur	0-10	7,5	Losse laag, beworteling en poriën
	10-20	5	Compacter en kluiten zonder wortels
	25-50	5	Blauwverkleuring met roest en woel-spoor op 40 cm
Bodemleven	0-10	5	
	10-50	4	
Beworteling	0-25	nvt	
	25-50	nvt	
Infiltratiecapaciteit	0-45	Onvoldoende	

Hier viel op dat de bovenste laag wel een goede structuur heeft. De bovengrond is niet dichtgeslemd, maar er zitten geen poriën in de ondergrond dus het water kan nog niet weg.



Conclusies:

- De bodemstructuur is bij 5 van de 7 profielkuilen onvoldoende. De bodem is in de meeste gevallen vrij compact, met kluiten waar de wortels niet in doordringen en roestkleuring. Er is vaak een breukvlak te zien op 10 cm, door de bewerking met de woeltand. Ook is het gevolg van bewerking te zien op 40 cm diepte.
- De bodemstructuur is bij het veld met de putjesrol nog iets slechter dan bij de controle. Een deel van dit effect lijkt te komen door een andere ondergrond, met name bij de profielkuil Putjesrol 2, in het verlengde

van het pad naar het perceel. Het zou goed zijn om eens op TopoTijdreis te kijken of het veld waar de putjesrol is ingezet vroeger een ander perceel, erfgrens of sloot is geweest. [toevoeging Albert Jan Olijve: *"Ik heb op Topotijdreis gekeken, ik kon zien dat vanaf ca 1850 het perceel al de huidige vorm had. Daarvoor lijkt er wel een pad gelegen te hebben. Het zou kunnen dat we dit nog hebben gezien"*]

- Omdat de profielkuilen tussen de ruggen in zijn gegraven, en uien niet diep wortelen waren er geen wortels te zien, en is de score voor beworteling hier niet van toepassing.
- Het bodemleven is bij de meeste kuilen afwezig of onvoldoende. Er zijn weinig poriën te zien.
- Door de slechte bodemstructuur en afwezigheid van bodemleven en poriën is de waterinfiltratie capaciteit in alle kuilen slecht.
- Er zijn geen directe effecten (meer) te zien van het gebruik van de putjesrol op de bodemstructuur.

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.