Januari 2026

# Tussenrapportage Veenweidesloot van de toekomst


Debby van Rotterdam (NMI)

Michiel Verhofstad (FLORON)

Laura Moria (NMI)

Elske Koppenaal (FLORON)

Floris  Sikking (VIC)

Youri Egas (VIC)

Erik Jansen (VIC)

Jolien Verweij (Waternet)

Martijn Thijssen (ORG-ID)

Referaat

Van Rotterdam D., M. Verhofstad, L. Moria, E. Koppenaal, J. Verweij, F. Sikking, Y. Egas, E. Jansen, M. Thijssen, 2026, Tussenrapportage Veenweidesloot van de toekomst, Rapport VIP-Nl, pp 91.

Dit onderzoek is mogelijk gemaakt door LVVN en STOWA.

# Inleiding bij deze rapportage en samenvatting

## Inleiding

Voor u ligt de tussenrapportage van het project Veenweidesloot van de Toekomst met de resultaten van het tot en met 2025 uitgevoerde onderzoek. Verwacht in deze tussenrapportage nog geen nieuwe adviezen voor het beheer van sloten in de veenweiden. We weten dat de behoefte daaraan groot is, maar daarvoor is het echt nog te vroeg. Wel wordt in deze tussenrapportage een beeld gegeven van de toestand van de onderzochte sloten (niet zo best, al zijn er ook lichtpuntjes) en delen we de inzichten die we tot nu toe hebben opgedaan bij de uitvoering van het project, inclusief (eerste) relaties met onderhoud- en peilbeheer.

Deze tussenrapportage is geen afronding van een fase in het project, of een verantwoording. Ze geeft slechts een tussenstand van ons onderzoek. Inzichten kunnen nog wijzigen, sommige analyses moeten nog worden uitgevoerd, en voor de beheerexperimenten volgt nog een meetjaar. De informatie in dit rapport is dus nog niet af. Omdat we het afgelopen jaar hebben gemerkt dat de tot nu toe opgehaalde informatie al wel heel waardevol is, willen we deze alvast delen via deze tussenrapportage.

## Leeswijzer

In hoofdstuk 1 wordt het doel van het project beschreven. Hoofdstuk 2 gaat in op de aanpak en de inhoud van de werkpakketten. In hoofdstuk 3 wordt de stand van zaken van de veenweidesloten besproken. Dit doen we aan de hand van de resultaten die we tot nu toe hebben verkregen over vegetatie, abiotische omstandigheden, samenstelling water, slib en bodem, onderhoudsbeheer en praktijkervaringen met terughoudend beheer. In hoofdstuk 4 volgt een eerste nog voorlopige analyse van de resultaten waarin nog niet alle resultaten zijn verwerkt. In hoofdstuk 5 gaan we in op de opbrengsten van de tot nu toe gehouden workshops met mensen uit de praktijk. In hoofdstuk 6 volgen de voorlopige conclusies en wordt het vervolg gepresenteerd.

Hieronder worden de resultaten kort samengevat, maar het advies is om minimaal ook de samenvattingen per paragraaf te lezen. De korte samenvatting doet tekort aan de veelheid aan informatie die is verzameld.

## Samenvatting

Uit de bijna tweehonderd bemonsterde sloten blijkt dat de toestand van de veenweidesloten slechter is dan we vooraf hadden voorzien. In de metingen en inventarisaties worden verschillende zones in het profiel van een veenweidesloot onderscheiden (zie Figuur 3-1). De gemiddeld gemeten drooglegging is beperkt; 33cm ten opzichte van de insteek en 40cm ten opzichte van het perceel. Dit komt overeen met de analyse van drooglegging in de verkenningsfase.

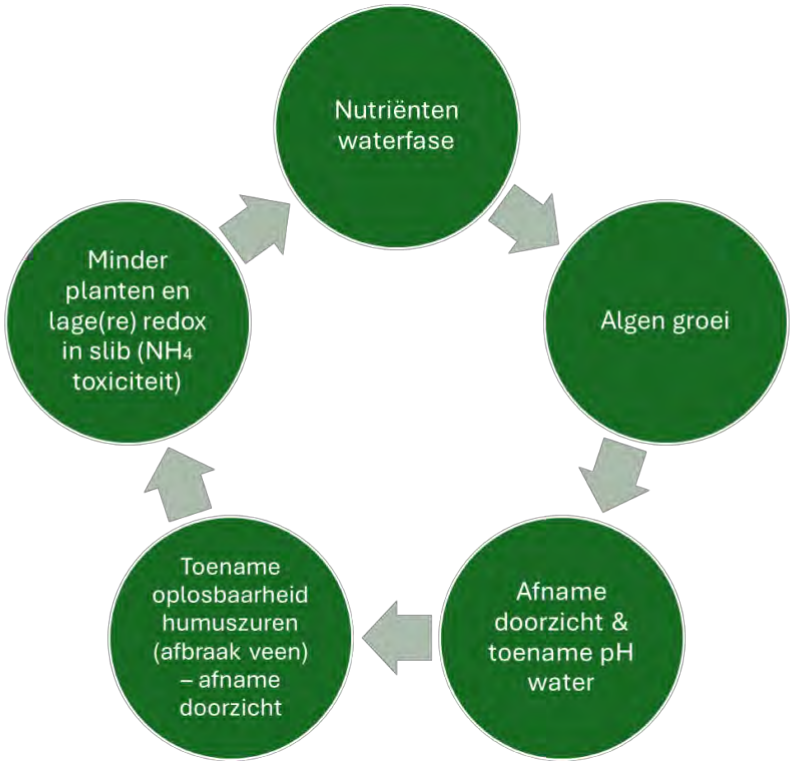
De biodiversiteit aan planten in zowel de waterzone als de onderwateroever is beperkt, terwijl de aanwezigheid van droge plantensoorten het risico op oeverafkalving verhoogt als het waterpeil zou worden verhoogd. Onderwaterplanten zijn vaak maar beperkt aanwezig. In een kwart (27%) van de onderzochte sloten ontbreekt watervegetatie volledig of is slechts 1 soort aanwezig. In de meeste gebieden is kroos in de waterzone dominant, en is de diversiteit van waterplanten beperkt. De amfibische oeverzone (de natte en vochtige oever samen, zone 2a en 2b in Figuur 3-1), is ook soortenarm. De dominante soorten passen bij voedselrijke sloten en oevers. In de vochtige oeverzone boven de waterlijn (zone 2b) is het aandeel landplanten relatief hoog. Dit zijn soorten die niet inundatietolerant zijn en dus niet goed bestand zijn tegen natte omstandigheden. Bij een slootpeilverhoging die leidt tot langdurige inundatie zouden deze planten afsterven.

In de meeste sloten zijn de omstandigheden (zeer) ongunstig voor waterplanten: sloten zijn ondiep (in de helft van de sloten minder dan 37 cm), valt er in veel sloten onvoldoende licht op de waterbodem voor plantengroei en is een dikke laag slib aanwezig (in de helft van de sloten meer dan 1,2m). De samenstelling van het slib is ongunstig: de beschikbaarheid van fosfaat is hoog en stikstof is in concentraties aanwezig die voor de meeste planten toxisch is. In slechts drie gebieden zijn de omstandigheden gunstig: het water is voldoende diep én er valt voldoende licht op de bodem.

In de meeste sloten (>95%) is een bepaalde mate van onderholling aangetroffen. In de helft van de sloten kan vanaf het water een stok meer dan 25cm zonder enige weerstand horizontaal onder de terrestrische oever worden geduwd. Dit is in lijn met de dikke sliblaag, de sterke afname in draagkracht van de oever onder de wortelzone (5-10cm in de oever), en de zeer beperkte draagkracht op een diepte tussen 15 en 30cm. De vergelijkbare samenstelling van slib en materiaal onder de wortelzone wijst erop dat het vermeende ‘tompouce effect’ een belangrijke bron van het slib in de sloot is (zie paragraaf 3.2).

In veel veenweidesloten bestaat een negatieve vicieuze cirkel die een ongewenste ecologische toestand stabiliseert – zelfs zonder de grote negatieve impact van rivierkreeften of woelende vissen

zoals karper. De voorgestelde negatieve (zelf-versterkende) vicieuze cirkel (




Figuur 3-24) bestaat hieruit dat in de waterfase primaire productie van algen plaatsvindt, gedreven door de beschikbaarheid van nutriënten in de waterfase. Primaire productie van algen leidt ertoe dat het doorzicht beperkt wordt en dat de pH van de waterfase toeneemt. De relatief hoge pH van de waterfase contrasteert met de pH van het veen waardoor de oplosbaarheid van humuszuren in het veen toeneemt. Meer humuszuren leidt ook tot een beperkter doorzicht. Waterplanten, die belangrijk zijn voor de aanvoer van zuurstof, worden beperkt (zie 3.3). In het slib zijn de omstandigheden gereduceerd waardoor fosfor vrijkomt en ammonium ophoopt. Dit belemmert plantengroei en vergroot de nalevering van fosfor vanuit het slib naar de waterfase. Het vrijkomen van fosfor stimuleert weer algen, waarmee de cirkel rond is.

In de huidige toestand van de veenweidesloten is sprake van een verstoord systeem, waarbij meerdere factoren het herstel van het systeem verhinderen en de kwaliteit van het systeem verder aantasten. Gelukkig zijn er ook sloten aangetroffen waar de kwaliteit wél goed is. Een stabiel systeem is gebaat bij, het woord zegt het al, stabiliteit. Dit wordt bereikt door terughoudend beheer op basis van het principe niets doen, tenzij…. Tenzij kan zijn om de water aan- en afvoer te waarborgen of om voedingsstoffen te verwijderen. De beheerders die voor dit onderzoek zijn geïnterviewd beheren hun sloten matig tot vrij intensief (zie 3.4). In2/3 van de sloten drinken de koeien direct vanaf de oever uit de sloot.In 1/3 van de sloten kunnen koeien gebruik maken van een drinkbak of drinkplaats. De oever wordt (bijna 2x) minder vaak gemaaid dan de perceelrand. Zowel de oever als de slootvegetatie wordt jaarlijks gemaaid. Baggeren vindt 1 keer in de 2 tot 5 jaar plaats.

De huidige resultaten tonen heel duidelijk het belang om belasting af te stemmen op draagkracht. Niet alleen in de oevers is aandacht nodig voor beweidingsdruk in relatie tot draagkracht, ook op het

perceel zou meer aandacht moeten zijn voor het gewicht van machines in relatie tot draagkracht. Dit is niet alleen in het belang van slibaanwas en een goede waterkwaliteit. Ook in het kader van bodemdaling en landverlies is het belangrijk belasting af te stemmen op draagkracht.

Tijdens drie werksessies (zie H5) herkenden de betrokken waterschappers, agrariërs, agrarische collectieven en loonwerkers de veelal slechte toestand waar veenweidesloten verkeren. Sommige aspecten, zoals onderholling waren deels nieuw. Rivierkreeften werden als belangrijkste veroorzaker genoemd voor het verstoorde veenweideslootsysteem, samen met woelende vissen en schade door te intensief baggeren. Meerdere oplossingen zijn aangedragen en besproken om de situatie te verbeteren, waaronder; goede voorbeelden onder de aandacht brengen, inzicht geven/ krijgen in overruimte om vegetatie te kunnen laten staan, baggeronderhoud in relatie tot een 'natuurlijk' slootevenwicht, maaibeheer van de sloot en oever baseren op niets doen tenzij..., terughoudend en ecologisch beheer belonen, en in de legger en schouw mogelijk maken van en onderscheid maken tussen ontwikkelbeheer en eindbeheer.

Voor zowel overgangs- als ontwikkelbeheer is een duidelijk beheerdoel belangrijk. Met beheer is de vegetatie in de oever te sturen, maar niet alle doelen zijn verenigbaar. Weidevogelkuikens zijn gebaat bij een lage gras/kruiden vegetatie, maar voor oeverstabiliteit en inundatietolerantie lijkt juist (hogere) structuurrijke stevig wortelende oevervegetatie belangrijk.

Om oevers te herstellen, afkalving tegen te gaan en natuurvriendelijke oevers te ontwikkelen is in samenwerking met Waterschap Amstel, Gooi en Vecht een eerste versie van een Afwegingskader Oevers Landelijk gebied gemaakt. Dit afwegingskader geeft invulling aan de vraag wanneer inrichtingsmaatregelen nodig zijn en wanneer beheer voldoende is. Maatregelen volgen uit een gestandaardiseerde toestandsbepaling, risico-inschatting en lokale opgaves. Het uitgangpunt is dat een oever door middel van ecologisch beheer (baggeren, slootmaaien, oevermaaien, beschermen tegen vertrapping en vraat door vee) meestal te verbeteren is tot een stabiele ecologisch waardevolle oever. En dat pas moet worden gekozen voor inrichtingsmaatregelen als het echt niet anders kan op basis van slootprofiel en vegetatie. Wanneer er toch ingericht wordt, is dit enkel zinvol als dat gebeurt in combinatie met passend beheer (zie 5.3).

# Inhoudsopgave


Inleiding bij deze rapportage en samenvatting ..... 2

Inleiding ..... 2

Leeswijzer ..... 2

Samenvatting ..... 2

Inhoudsopgave ..... 5

1 Introductie ..... 7

1.1 Doel ..... 7

1.2 Aanleiding ..... 7

1.3 Onderzoeksvragen ..... 8

2 Aanpak ..... 9

2.1 Aanpak algemeen ..... 9

2.2 Veldonderzoek inventarisatiesloten (WP1) ..... 10

2.3 Beheerexperimenten in proefsloten (WP2) ..... 11

2.4 Metingen en observaties ..... 12

2.5 Verankering in de praktijk (WP3) ..... 13

3 Resultaten: stand van zaken veenweidesloot ..... 15

3.1 Vegetatie ..... 16

3.2 Abiotische omstandigheden ..... 29

3.3 Samenstelling water, bodem en slib ..... 43

3.4 Onderhoudsbeheer ..... 60

3.5 Praktijkervaring met terughoudend beheer (experimenten WP2) ..... 66

4 Eerste duiding kwaliteit veenweidesloot ..... 70

4.1 Relaties tussen variabelen slootprofiel, draagkracht en veentype ..... 70

5 Inbedding in de praktijk ..... 73

5.1 Resultaat werksessies ..... 73

5.2 Resultaat veldworkshop ..... 77

5.3 Afwegingskader inrichting versus beheer ..... 78

6 Conclusies tot nu toe ..... 82

7 Literatuur ..... 84

8 Bijlagen ..... 86
8.1 Bijlage 1. meetlocaties ..... 86
8.2 Bijlage 2. WP2 Behandelingen ..... 89
8.3 Bijlage 3. metingen, inventarisaties en informatieverzameling ..... 91
8.4 Bijlage 4. Beheerenquêtes ..... 99
8.5 VeeST – Methode ODK vegetatie ..... 91
8.6 Protocol Vegetatie ..... 96
8.7 Bijlage 5. Figuren fysisch-chemie aanvullend ..... 102
8.8 Bijlage 6. Grenswaarden voor ammoniumtoxiciteit ..... 107
8.9 Bijlage 7. Redoxintervallen Eh (mV) bij pH 7 ..... 108

# 1 Introductie

Binnen het project 'VeenweideSloot van de Toekomst', afgekort VeeST, onderzoeken we hoe een aangepast (innovatief) beheer kan bijdragen aan het toekomstbestendig maken van veenweidesloten. De Veenweidesloot van de Toekomst levert meerwaarde voor landbouw, biodiversiteit en klimaat, en met aangepast beheer worden problemen als erosie en baggeraanwas beperkt – ook als waterpeilen hoger en flexibeler worden. In de periode 2023 tot 2026 onderzoeken we op grootschalige en systematische wijze hoe beheer van sloten en oevers samenhangt met flora, met waterkwaliteit en met de stabiliteit en agrarische gebruikswaarde van oevers. Beheer omvat enerzijds het standaard onderhoudsbeheer (in dit rapport verder beheer genoemd) om sloten open te houden en verlanding te voorkomen, en anderzijds het peilbeheer van het waterpeil in de sloten om het land te ontwateren én broeikasgasemissies te beperken en weersextremen op te vangen. Zo'n onderzoek is in Nederland nog niet eerder uitgevoerd en is ook internationaal bijzonder.

## 1.1 Doel

Het doel van VeeST is om te ontdekken hoe een toekomstbestendige sloot eruitziet en welk beheer daarbij hoort. Daarvoor is inzicht nodig in de relatie tussen onderhoudsbeheer en verschillende kwaliteitsindicatoren, in zowel de huidige situatie met de huidige slootpeilen, als voor toekomstige situaties waarin slootpeilen hoger worden om veenafbraak tegen te gaan, en ook meer dynamisch worden door extremer weer. Deze inzichten worden in de praktijk getoetst en vertaald naar een gestandaardiseerd handelingsperspectief. Binnen VeeST werken onderzoekers vanuit verschillende disciplines, agrariërs, waterschappen, agrarische collectieven en loonwerkers samen aan oplossingen voor stabiele oevers, beperken van de nutriëntenbelasting naar het water en een rijke biodiversiteit in en om de sloot.

## 1.2 Aanleiding

In het Klimaatakkoord zijn doelen gesteld om uitstoot van broeikasgassen uit het veenweidegebied te verminderen. Een belangrijk middel om broeikasgasemissies en ook bodemdaling te remmen is het verhogen van de grondwaterstand in deze veenweidegebieden. Om de grondwaterstand te verhogen moet ook het slootpeil omhoog.

Agrarisch beheerde veenweidegebieden liggen in polders die veelal lager liggen dan de boezem. In de winter moet het water worden weggepompt naar de boezem en in de zomer moet vaak water vanuit de boezem worden ingelaten om de in de legger afgesproken waterpeilen en peilmarges te handhaven. Door toenemende weersextremen is de verwachting dat de peilmarges groter zullen worden.

Ook zonder peilverhoging kampen veenweidesloten al met uitdagingen; de waterkwaliteit en de biodiversiteit staan onder grote druk, land gaat verloren door afkalving en erosie, en invasieve exoten beschadigen oevers en ecosystemen. Bovendien wordt er door sloten veel methaan uitgestoten. Methaan is een sterk broeikasgas waarvan de emissie uit veensloten toeneemt bij een slechte waterkwaliteit: een hoge voedselrijkdom en zonder ondergedoken waterplanten (Aben et al., 2022; van Bergen et al. 2019; Davidson et al. 2018, deltafact STOWA).

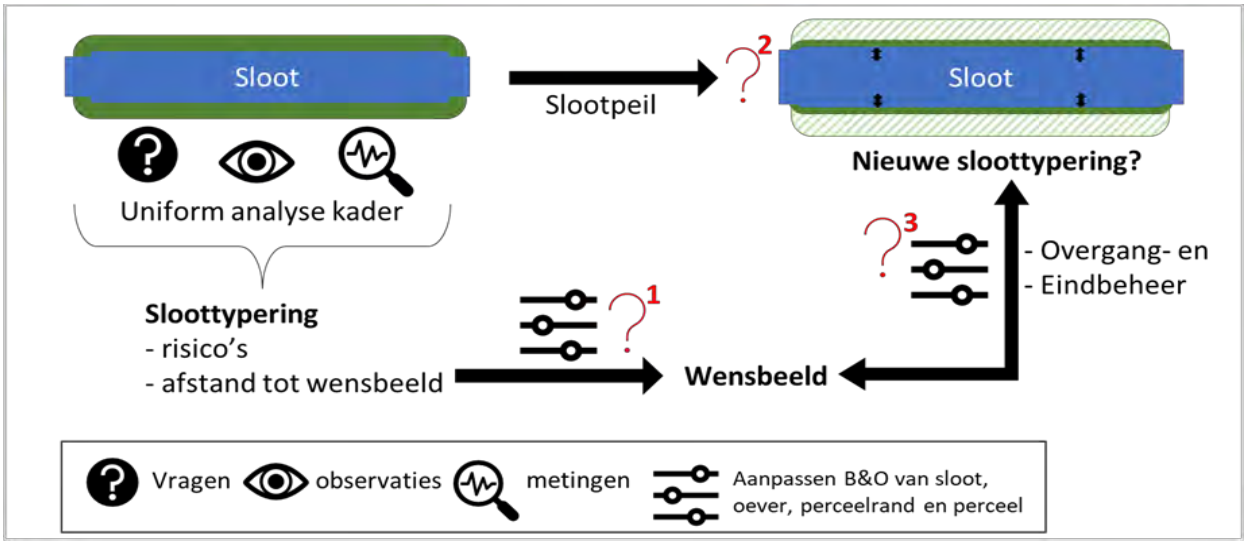
De opgaven op het gebied van waterkwaliteit, biodiversiteit, afkalving, erosie, en baggeraanwas komen naar verwachting nog sterker onder druk te staan wanneer het slootpeil wordt verhoogd en meer flexibel wordt. Om het systeem te verbeteren is het nodig om te bepalen waar we nu staan, waar we naar streven (wensbeeld), en hoe we dit wensbeeld in de toekomst kunnen bereiken. In de verkenningsfase van dit project is bestaande kennis gebundeld, is de variatie in veenweidesloten in beeld gebracht, en is invulling gegeven aan wensbeelden in een rapportage (2023). In de verkenningsfase is samengevat wat er al bekend is over de relatie tussen verschillende kwaliteitsaspecten van de veenweidesloot en het beheer en onderhoud van de oever. Op basis van de kennis van dat moment is een onderzoekskader opgesteld dat in de uitvoeringsfase (2024 – 2026) wordt toegepast.

In de uitvoeringsfase onderzoeken we de huidige stand van zaken, de afstand tot het wensbeeld en hoe de huidige situatie kan verbeteren door middel van aangepast beheer van sloot, oever, en perceelrand. Daarnaast onderzoeken we hoe eventuele negatieve effecten van toekomstige slootpeilverhogingen kunnen worden voorkomen. Voorliggende rapport is een tussenrapportage van de bevindingen in 2024 en 2025, zo ver de resultaten ten tijde van dit schrijven bekend waren.

## 1.3 Onderzoeksvragen

De onderzoeksvragen van VeeST zijn gevisualiseerd in onderstaande figuur waarin de nummers overeenkomen met de onderzoeksvragen:

1. Hoe kan aangepast beheer (baggeren, slootschonen en oever-, randen-, en perceelbeheer) in de huidige situatie leiden tot de randvoorwaarden die nodig zijn voor het bereiken en behouden van het wensbeeld (vorm en stabiliteit van het sloot- en oeverprofiel en de bijbehorende vegetatie in de verschillende slootzones).
2. Wat is het te verwachten gevolg van peilverhoging (en toename peilfluctuatie) op de waterkwaliteit, de agrarische gebruikswaarde van de perceelrand en broeikasgasemissies, door veranderingen in morfologie van sloot en slootrand, vegetatie-ontwikkeling, oeverafkalving/ verzakking en baggeraanwas?
3. Hoe moet bij een hoger en meer flexibel slootpeil, het beheer worden aangepast om te zorgen dat het nieuwe wensbeeld wordt bereikt en behouden.




*Figuur 1-1 Schematische weergave van de onderzoeksvragen van het project Veenweidesloot van de Toekomst.*

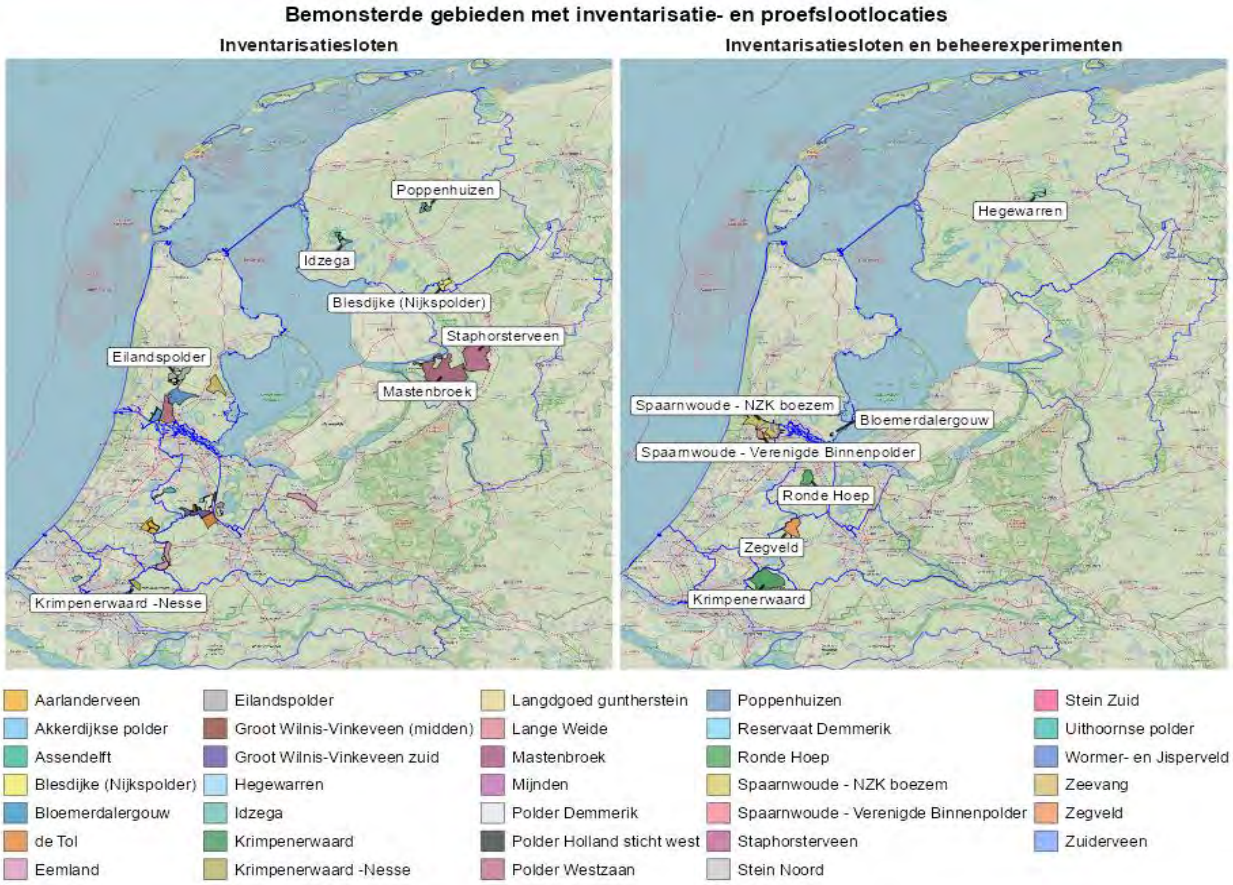
# 2 Aanpak

## 2.1 Aanpak algemeen

De uitvoeringsfase van het onderzoek omvat drie werkpakketten:

1. Brede eenmalige inventarisatie van een groot aantal veenweidesloten (WP1);
2. Experimenten waarin regulier beheer wordt vergeleken met extensief beheer (WP2);
3. Verankering in de praktijk door samen met de praktijk te leren, door bredere bewustwording en door kennisdeling (WP3).

Binnen WP1 en WP2 is in 2024 en 2025 een grote diversiteit aan sloten geïnventariseerd die samen representatief zijn voor de agrarisch beheerde veenweidesloten in Nederland. Inmiddels zijn er (eind 2025) ongeveer 200 sloten onderzocht; 169 sloten zijn eenmalig geïnventariseerd (WP1) en in 25 sloten worden meerdere experimentele behandelingen gemonitord (WP2). De gebieden met meetlocaties zijn weergegeven in Figuur 2-1 (in detail in bijlage 1) waarbij onderscheid is gemaakt tussen locaties waar eenmalig is bemonsterd voor WP1 of in 2024 en 2025 voor WP2.




*Figuur 2-1 Bemonsterde gebieden; links alle gebieden waar een eenmalige inventarisatie is gedaan in 2024 of 2025, rechts alle gebieden waar naast de eenmalige inventarisatie ook beheerexperimenten worden uitgevoerd van 2024 t/m 2026. NB niet alle gebieden staan met een label op de kaart, in bijlage 1 (8.18.1) staan*

*detailkaarten waarop wel alle gebiedslabels staan weergegeven. NB: Het N2000 gebied Olde Maten is een noordwestelijk deel van gebied Staphorsterveen.*

We gaan daarbij gebiedsgericht te werk. Door binnen een gebied meerdere sloten te onderzoeken kan het effect van variabele factoren, zoals beheer, drooglegging, afstand tot wensbeeld (ecologische kwaliteit, erosie, oeverstabiliteit) worden onderzocht bij bepaalde niet te beïnvloeden factoren zoals grondsoort, veentype, bodemopbouw en hydrologie.

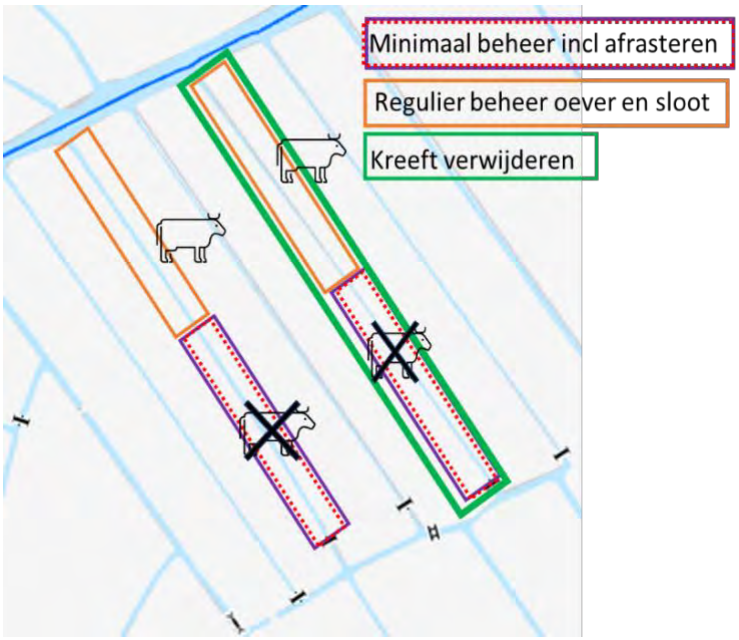
Elke sloot (WP1) en behandeling (WP2) is geïnventariseerd op een breed spectrum aan parameters: algemene kenmerken (bodem, water en landgebruik), vegetatie (verschillende zones) en abiotische omstandigheden (slootprofiel, bodemopbouw, draagkracht oever en perceel en samenstelling bodem op twee dieptes, slib, water). Voor elke sloot is/ wordt de beheerder geïnterviewd om (in veel detail) na te gaan wat het uitgevoerde beheer is geweest de afgelopen 5 jaar. Daarnaast is nagegaan wat het waterbeheer is (praktijkpeilen) inclusief eventuele veranderingen de afgelopen jaren.

## 2.2 Veldonderzoek inventarisatiesloten (WP1)

Ten behoeve van de brede inventarisatie van veenweidesloten (WP1) is in 2024 en 2025 een grote variatie aan sloten geïnventariseerd. In 2024 en 2025 waren dit samen 169 sloten. In WP1 zijn zoveel mogelijk sloten geselecteerd die binnen een gebied een variatie laten zien in drooglegging en waar het slootpeil in het verleden is aangepast. In WP1 is de gekozen aanpak om de bestaande variatie in het veld in beeld te brengen. WP1 is hierin complementair aan de aanpak in WP2 waarin juist is gekozen om op enkele plekken meer gedetailleerd het effect van beheer te onderzoeken. In WP1 wordt het langjarig effect van beheer vastgesteld door voor elke sloot data te verzamelen van het uitgevoerde beheer van de afgelopen 5 jaar. Voor de analyse van de inventarisatiesloten (WP1) is ook de data van de proefsloten (WP2) zoals gemeten in de een nulmeting (meetjaar 2024) meegenomen.

## 2.3 Beheerexperimenten in proefsloten (WP2)

In 25 proefsloten, verspreid over 6 deelgebieden (zie Figuur 2-1), zijn begin 2024 beheerexperimenten aangelegd. In de 25 proefsloten liggen gemiddeld 3 behandelingen per sloot, en wordt over 3 jaar het effect van aangepast beheer onderzocht. Met 'beheer' bedoelen we het maaien van oevers en perceelranden, bemesten, verwijderen van slootvegetatie, baggeren en uitrasteren van vee. In de experimenten wordt binnen elke sloot één deel 'regulier' beheerd, en één deel minimaal beheerd (zie Figuur 2-2).




**Figuur 2-2 Schematische weergave van de proefsloten.**

Om een maximaal contrast te krijgen tussen regulier en minimaal beheer is het minimale beheer gebaseerd op 'niets doen tenzij dat noodzakelijk is'. Noodzakelijk kan bijvoorbeeld zijn omdat het nodig is de vegetatie in de sloot te verwijderen in verband met water af- en aanvoer. Er is voor deze aanpak gekozen omdat de beheerproef maar 2 jaar is en we een maximaal effect van contrasterend beheer wilden zien.

*De behandelingen met minimaal beheer zijn op de insteek (1,5 tot 2m uit de waterlijn) afgerasterd om het vee uit de kant te houden. Op enkele locaties liggen aanvullende behandelingen zoals het verwijderen van kreeft (3 sloten) en natuurvriendelijke oevers (4 sloten in 1 gebied). Van deze behandelingen zijn meerdere combinaties vastgelegd, geïnventariseerd en gemonitord over de 6 deelnemende gebieden (zie*

*Tabel 2-1). Het gaat hier om 75 trajecten met minimaal beheer, regulier beheer, kreeften verwijderen, natuurvriendelijke oever, het uitrasteren van vee, en combinaties hiervan verspreid over 25 sloten. De gebieden waar proefsloten liggen zijn Hegewarren, Krimpenerwaard, Ronde Hoep, Spaarnwoude, Waterland en Zegveld. Een volledige weergave van het daadwerkelijke uitgevoerde beheer van 2024 over de deelnemende trajecten van sloten is te vinden in Bijlage 2 (hfdst 0).*

*Tabel 2-1 De hoeveelheid sloten per gebied en de hoeveelheid behandeling per gebied. Hierbij geldt: M=Minimaal beheer; R=Regulier beheer; AF=Afrastering KR=Kreeft verwijderen; NVO=natuurvriendelijke oever. Verschillende combinaties staan aangegeven met een "-".*

| Behandelingstrajecten per gebied | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Gebied | Sloten | M | M-AF | M-AF-KR | NVO | NVO-AF | R | R-AF | R-KR | Totaal |
| Hegewarren | 2 | 2 | 2 | | | | 2 | 2 | | 8 |
| Krimpenerwaard | 3 | 2 | 3 | | | | 3 | | | 8 |
| Ronde Hoep | 10 | 1 | 9 | 4 | | | 10 | | 2 | 26 |
| Spaarnwoude | 5 | 7 | 6 | | 2 | 2 | | | | 17 |
| Waterland | 2 | 2 | 2 | | | | | | | 4 |
| Zegveld | 3 | 6 | 6 | | | | | | | 12 |
| **Totaal** | **25** | **20** | **28** | **4** | **2** | **2** | **15** | **2** | **2** | **75** |

## 2.4 Metingen en observaties

Voor elke sloot (WP1 en WP2) en behandeling (WP2) wordt heel gedetailleerd (zie Bijlage 3 (0) voor details) informatie verzameld over:

1. De vegetatie
   Van de vegetatie worden volledige inventarisaties in alle zones van de sloot gemaakt, in een traject van 100m. In elke zone worden de dominante plantensoorten genoteerd en de bedekking van verschillende typen planten (groeivormen) geschat. De hoeveelheid vegetatie, hoogte, structuur en bedekking worden bepaald. Aan de hand van de vegetatie wordt vastgesteld hoe breed de verschillende oeverzones zijn.
2. De omstandigheden
   Van elk meetpunt wordt met een GPS-rtk stok het hele profiel vanaf de insteek (overgang zone 3-4 Figuur 3-1) ingemeten, inclusief de baggerdikte en eventuele onderholling. De sloot zelf is ingemeten vanaf een bellyboat. Bij elk meetpunt is op 2 meter uit de waterlijn tot 1 meter diepte de bodemopbouw en de diepte van veen veraarding vastgesteld. De draagkracht is indirect bepaald door de indringingsweerstand te meten over een diepte van 80 cm in een transect tussen waterlijn en perceel. De draagkracht is gemeten in de oever (2 tot 4 metingen tussen waterlijn en insteek afhankelijk van de breedte van de oever), op de insteek en op het perceel (5 tot 8 meter uit de insteek om verdichting door rij- en/of loopsporen te vermijden).
   De chemische samenstelling van het slootwater, de toplaag van het slib en de bodem in de oever zijn gemeten. De toplaag (0-10cm) van het slib is in het midden van de sloot bemonsterd. Op de oever is een meter uit de waterlijn een mengmonster genomen (4 tot 6 steken) van de bodemlagen 0-25 en 25-50cm. Van het water en het slib zijn in het veld de pH, redox, zuurstof, geleidbaarheid en temperatuur gemeten. In het lab is de samenstelling en zuurgraad van het oppervlaktewater, het poriewater van het slib, de vaste fase van het slib (na drogen) en van de twee bemonsterde bodemlagen gemeten.
3. Het beheer
   Van elke sloot wordt bij de beheerder met een standaard interview nagegaan wat het beheer is geweest in de afgelopen 5 jaar. Dit omvat beweidingsdruk, maai- en baggerbeheer van de sloot, en maaibeheer van oever en perceel. In WP2 wordt naast dit standaard interview het uitgevoerde beheer exact bijgehouden. Bijlage 4 (8.4) toont de informatie die bij de beheerders wordt opgevraagd. Daarnaast wordt bij het waterschap nagegaan wat de praktijkpeilen zijn en hoeveel variatie hierin wordt gemeten/toegelaten.

De relatie tussen kwaliteitskenmerken van de veenweidesloten en de manier waarop deze kwaliteitskenmerken zijn bepaald is weergegeven in Tabel 2-2. Per meettraject worden op dit moment ruim 600 variabelen/ unieke waarnemingen verzameld. Dit zijn zowel gevalideerde chemische metingen als geaggregeerde gegevens van bijvoorbeeld verschillende draagkracht metingen in de oeverzone binnen een diepte interval.

*Tabel 2-2 relatie tussen kwaliteitskenmerken van de veenweidesloten en de manier waarop deze kwaliteitskenmerken zijn bepaald.*

| Kwaliteitskenmerken | Dataverzameling |
|---|---|
| Biologische kwaliteit water en oever | Vegetatie inventarisaties zone 1, 2, 3 |

| | |
|---|---|
| Abiotische randvoorwaarden waterkwaliteit | Metingen slootprofiel*, chemische samenstelling water, slib en bodem |
| Stabiliteit oever | Metingen draagkracht en onderholling |
| Agrarische gebruikswaarde oever | Inschatting obv vegetatie en draagkracht |
| Beheer sloot, oever, perceelrand en perceel | Interviews met beheerders over beheer afgelopen 5 jaar |
| Water en bodem | Peilbeheer: interviews en kaarten, meting drooglegging, diepte van veraarding veen |

Alle data wordt op een gestandaardiseerde manier verzameld. In een grote database wordt per meetpunt alle data (gecategoriseerd als gebiedskenmerken, vegetatie, omstandigheden en beheer) opgeslagen. Dit maakt het mogelijk om de data aan elkaar te koppelen, te analyseren en verbanden te gaan begrijpen.

Aanvullend op het hiervoor beschreven spectrum aan parameters die in de groeiseizoenen van 2024 en 2025 zijn geïnventariseerd op de WP2 trajecten (zoals beschreven in paragraaf 2.1 Aanpak algemeen), worden de beheerders geïnterviewd over het beheer van 2025 (aanvullend op de standaard interviews over het beheer van de afgelopen 5 jaar) en vinden er meerdere tussentijdse opnames plaats (zie Tabel 2-3). De tussentijdse opnames zijn kortere inventarisaties die plaatsvinden gedurende de herfst- en wintermaanden, waarvan opnames zijn afgelegd gedurende de herfst/winterperiode van 2024/2025, en waarvan er opnames staan gepland over diezelfde periode van 2025/2026. Deze tussentijdse opnames leggen parameters vast over breedte van verschillende vegetatiezones aan de oever en in het water, hoogtes van de vegetatie, onderholling, waterdiepte, slibdikte, landgebruik, vertrapping en percentages van afkalvend land (zie bijlage 1).

Om nog meer inzichten uit de verschillende beheer opstellingen te verkrijgen zijn er 20 wildcamera's geïnstalleerd, verspreid over 10 sloten. De wildcamera's zijn ingesteld op timelapse functie, om waarnemingen mogelijk te maken over lange periodes. De sloten zijn gekozen op basis van de variatie over de gebieden en het beheer. Daarbij zijn sloten uitgesloten die mogelijk diefstal gevoelig liggen. De timelapse camera's zijn geplaatst rond mei/juni 2025 en zullen blijven staan tot het eind van de WP2 proefopstellingen.

*Tabel 2-3 Planning van uitgevoerde en lopende brede inventarisaties, tussentijdse opnames en beheer interviews voor WP2.*

| Mei - Sept 2024 | Nov 2024 - Feb 2025 | Nov 2024 - Feb 2025 | Mei - sept 2025 | Nov 2025 - Feb 2026 | Nov 2025 - Feb 2026 |
|---|---|---|---|---|---|
| Brede inventarisatie Abiotiek en Vegetatie | Tussentijdse opnames | Vastleggen beheer 2024 via interviews | Brede inventarisatie Abiotiek en Vegetatie | Tussentijdse opnames | Vastleggen beheer 2025 via interviews |

## 2.5 Verankering in de praktijk (WP3)

Binnen WP3 worden inzichten uit de praktijk verzameld en ontwikkeld en worden tussentijdse resultaten met mensen uit de praktijk besproken. Daarvoor zijn begin 2025 drie werksessies gehouden samen met een bredere groep van experts die in de praktijk te maken hebben met de veenweidesloot. Eén werksessie was met medewerkers van waterschappen, één met agrariërs, medewerkers van agrarische collectieven en loonwerkers en tenslotte een werksessie met deze groepen samen.

Het doel van deze drie eerste werksessies was om de problematiek rond veenweidesloten en de rol van beheer te agenderen, om kennis te delen, en om ervaringen op te halen. De in het projectvoorstel geconstateerde problematiek rond de veenweidesloten, het belang van beheer en de tot dan toe opgedane kennis uit het onderzoeksproject zijn gepresenteerd en besproken. Als eerste is gecheckt of de verschillende doelgroepen zich hierin herkenden. Daarnaast zijn resultaten getoetst, geduid en aangevuld. Kennis en ervaringen zijn gedeeld, en punten waar we binnen VeeST dieper op in zouden moeten gaan zijn opgehaald.

Het resultaat van deze werksessies was aanleiding om eind 2025 ook een workshop in het veld te organiseren en met een kleinere groep bij een aantal sloten in de praktijk de voors en tegens van ander beheer te bediscussiëren. Dit vond plaats in de Krimpenerwaard. Tijdens deze bijeenkomst zijn verschillende behandelingen van de lokale proefsloten (WP2) besproken met de betreffende agrariër, de loonwerker, een betrokken agrariër, het agrarisch collectief, een beleidsmedewerker van het waterschap en een peilbedienaar van het waterschap.

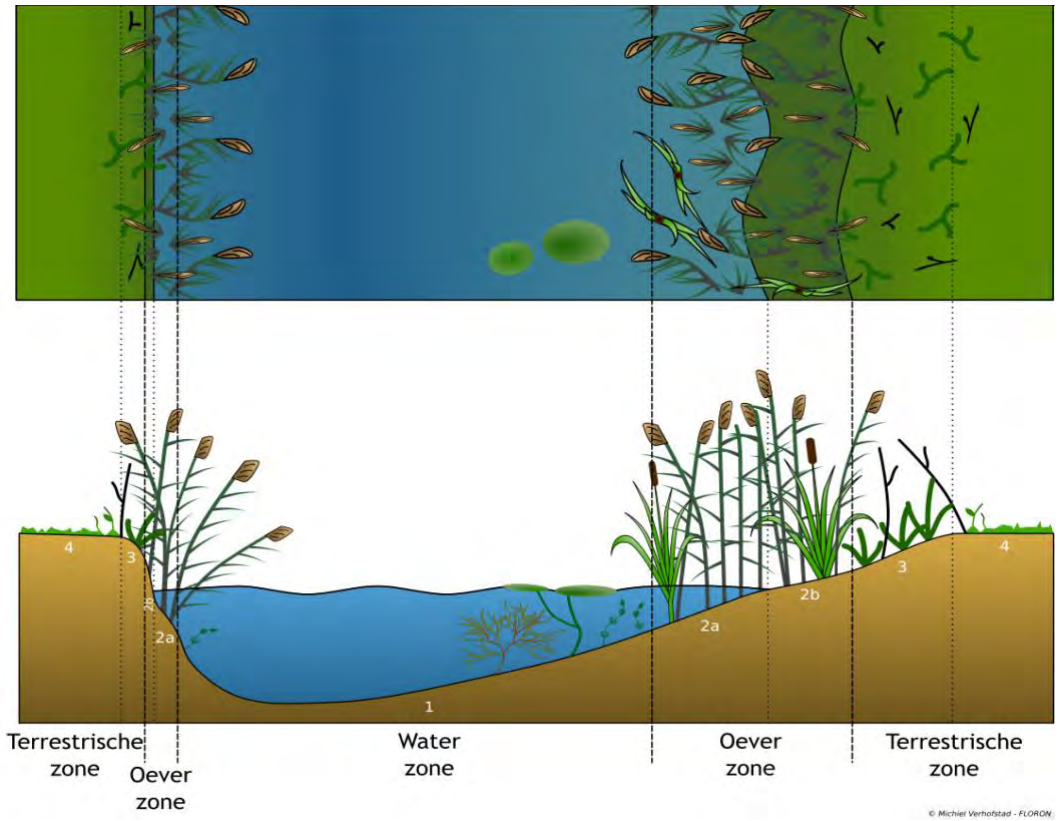
De problematiek, uitgangspunten, en eerste resultaten die in VeeST zijn opgehaald zijn in 2025 op meerdere manieren en tijdens verschillende bijeenkomsten gecommuniceerd.

# 3 Resultaten: stand van zaken veenweidesloot

In dit hoofdstuk wordt de data van de vegetatie, de abiotische omstandigheden en daarna informatie over beheer en onderhoud gepresenteerd. De stand van zaken van de veenweidesloten wordt besproken aan de hand van de data van alle inventarisatie sloten (WP1) en van het eerste meetjaar van de proefsloten (WP2). Van de proefsloten is per sloot alleen de referentiebehandeling meegenomen in de analyse. Dit hoofdstuk geeft een beeld van de huidige stand van zaken van de veenweidesloten op basis van de resultaten tot nu toe.

Er is voor gekozen om alleen de meest relevante variabelen (van de meer dan 600 variabelen per meetpunt) te presenteren. Deze variabelen zijn gebaseerd op de doelen van VeeST; een stabiele oever, biodiversiteit in het water en op de oever en de agrarische gebruikswaarde. In de figuren wordt onderscheid gemaakt tussen gebieden en wordt ook de mediane waarde voor VeeST als geheel getoond. Er is gekozen om niet met gemiddelden, maar met medianen te werken. De mediaan geeft het midden van de verdeling en is in tegenstelling tot een gemiddelde niet gevoelig voor extreme waarden in de data.

De staat van de veenweidesloot wordt geduid door onderscheid te maken tussen verschillende zones (Figuur 3-1). Onderscheid wordt gemaakt tussen de waterzone (1), de natte oeverzone onder de waterlijn (2a), vochtige oeverzone boven de waterlijn (zone 2b), de droge oeverzone tot de insteek (3). Boven de insteek begint het perceel. Vanaf de insteek is een halve tot drie meter bufferstrook wettelijk verplicht waar geen mest of bestrijdingsmiddelen mogen worden gebruikt.




*Figuur 3-1 Schets van de zones die binnen VeeST onderscheiden worden. Onderscheid wordt gemaakt tussen de waterzone (zone 1) tot perceel (zone 4). Boven: bovenaanzicht; onder: dwarsdoorsnede.*

## 3.1 Vegetatie

### 3.1.1 Belangrijkste conclusies vegetatie

De algemene conclusie is dat in het veenweidegebied de water- en oevervegetatie in de onderzochte sloten beperkt aanwezig is. Vooral onderwatersoorten ontbreken of zijn schaars terwijl deze de onderwaterbodem kunnen stabiliseren, concurreren met algen en voedsel, en leefgebied bieden voor waterdieren. De amfibische oeverzone (zone 2a/b) heeft een relatief lage biodiversiteit, de soorten die aanwezig zijn horen bij een voedselrijk milieu. Hierdoor scoren indices voor ecologische kwaliteit en biodiversiteit (EKR-deelscore waterplanten en de oeverindex) over het algemeen laag.

Onderwaterplanten en inundatietolerante oeverplanten zijn vaak maar beperkt aanwezig. In vier van de 34 onderzochte gebieden ontbreekt watervegetatie volledig. In 27% van alle gemeten sloten is geen vegetatie of slechts één soort aangetroffen. In de meeste gebieden wordt het waterdeel van de sloot gekenmerkt door een dominantie van kroos en een beperkte waterplantendiversiteit.

De amfibische oeverzone, natte en vochtige oever samen (zone 2a en 2b, figuur 31), heeft ook een relatief lage soortendiversiteit. Dominante soorten in deze zones passen bij voedselrijke sloten en oevers. In de vochtige oeverzone boven de waterlijn (zone 2b) is het aandeel landplanten relatief hoog; dit zijn soorten die niet-inundatietolerant zijn en niet goed bestand zijn tegen natte omstandigheden zoals bij slootpeilverhoging.

De breedte van de oeverzones (onderwateroever en vochtige oever) is vrij beperkt (mediaan is 20cm onderwater en 40cm boven water), maar breed genoeg om in potentie met oevervegetatie meer structuur en stabiliteit van de oever te kunnen realiseren. In de oeverzone boven de waterlijn (zone 2b en 3) groeit slechts op een deel (mediaan 40%) inundatietolerante planten. Deze planten zijn wel noodzakelijk voor een stevige oever en voor een oever die bestand is tegen peilopzet. Op de droge oever is ruimte om met beheer stabiliserende oever- en moerasplanten te bevorderen.

Twee biodiversiteitsindices zijn berekend: de EKR-score (voor water- en amfibische oeverzones; onderdeel van de KRW-maatlatten) en de oeverindex. Slechts één gebied, Blesdijke, behaalt een goede EKR-score. De meeste sloten hebben een matige tot ontoereikende toestand. Binnen gebieden kan de toestand tussen sloten variëren. De oeverindex geeft een maat voor biodiversiteit, en is vooral gericht op de waarde voor insecten en benadrukt vegetatiestructuur zoals de verhouding tussen hoge en lage plantensoorten en de aanwezigheid van ruigte en grassen. Hierdoor scoren andere gebieden hoger op de oeverindex ten opzichte van de EKR-score. Er zijn twee gebieden die in de hoogste oeverindex-klasse vallen, reservaat Demmerik en polder Demmerik.

Oeverbreedte beïnvloedt de lokale soortensamenstelling: bredere oevers hebben doorgaans meer soorten per oevertraject. Oeverbreedte is goed te sturen met beheer; bemesting, maaifrequentie, en maaitijdstip beïnvloeden de voorkomende soorten. Om planten in de waterzone (zone 1) terug te krijgen zullen meer maatregelen nodig zijn. In dit onderzoek (maar ook eerdere: Verhofstad 2022) is geen relatie gevonden tussen het aantal plantensoorten in de waterzone versus de amfibische oever. Ook vanuit de EKR-berekening komt geen sterke relatie naar voren tussen helofyten (oeverplanten) en hydrofyten (waterplanten).

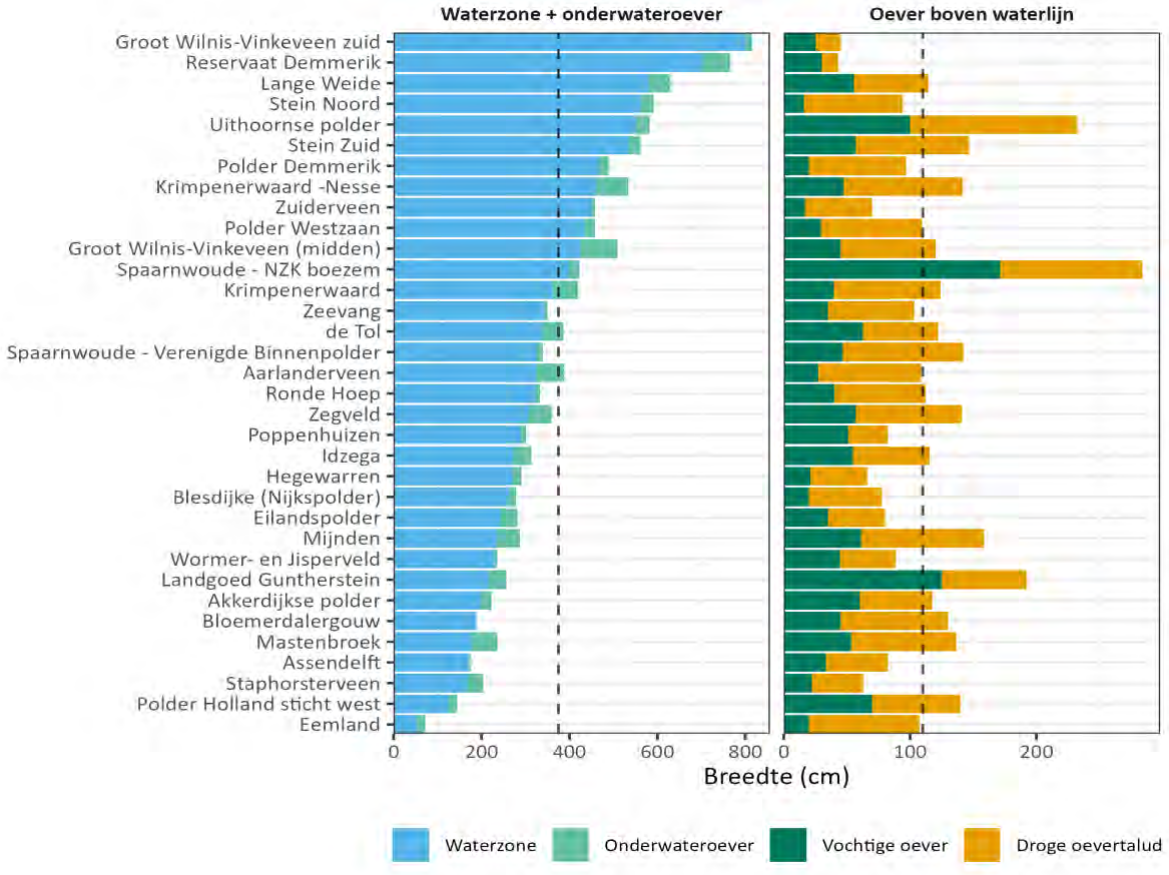
**Definities van de zones**

De breedte van de verschillende zones (Figuur 3-1) kan op twee manieren worden bepaald. Dit kan door de fysieke morfologische breedte te bepalen, maar kan ook worden vastgesteld op basis van de aanwezige vegetatie. Wat betreft de vegetatie is de zonering gebaseerd op drie criteria: de vegetatiebedekking, de ligging ten opzichte van de waterlijn en de insteek van het talud.

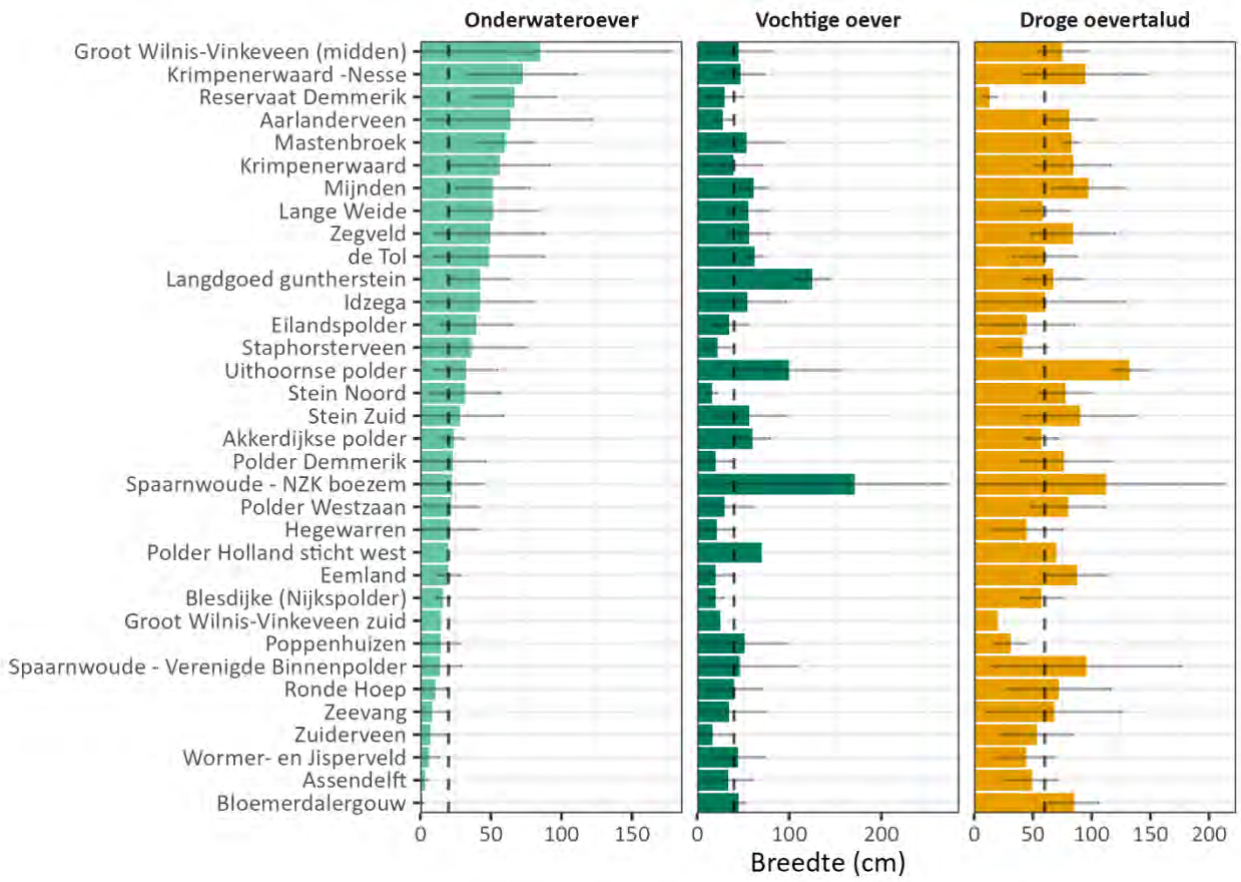
- De oeverzone onder de waterlijn (onderwateroever; zone 2a) wordt aan de landzijde begrensd door de waterlijn. Aan de waterzijde ligt de grens op het punt waar de bedekking van emergente plantensoorten (oeversoorten) nog minimaal 75% bedraagt. Wanneer deze bedekking lager is, wordt het betreffende deel tot de waterzone (zone 1) gerekend.
- De vochtige oeverzone boven de waterlijn (vochtige oever; zone 2b) wordt aan de waterzijde begrensd door de waterlijn en aan de perceelzijde door het punt waar over de lengte van het traject gemiddeld nog emergente soorten aanwezig zijn (losse individuen niet meegerekend).
- De droge oever (zone 3) strekt zich uit vanaf de grens van zone 2b tot aan de insteek van het

### 3.1.2 Breedte van de vegetatiezones

De sloot en oever zijn voor de vegetatie inventarisaties opgedeeld in verschillende zones (zie Figuur 3-1). De breedte van de verschillende vegetatiezones varieert sterk. Over het algemeen is de




*Figuur 3-2 Gemiddelde breedtes van de waterzone samen met de onderwateroever (alles onder de waterlijn) en de vochtige oever + de droge oever (oever boven de waterlijn) per gebied. Mediaan van heel VeeST is weergegeven met de onderbroken lijn.*




*Figuur 3-3 Gemiddelde breedtes van de oeverzone waarbij onderscheid is gemaakt tussen de zone onder de waterlijn (links, 2a), de zone boven de waterlijn die vochtig tot nat is (midden 2b) en de terrestische zone van de oever tot de insteek (3 rechts) per gebied. Mediaan van heel VeeST is weergegeven met de onderbroken lijn.*

waterzone (zone 1) de zone die het meest varieert in breedte. Gemiddeld over alle gebieden (heel VeeST) is de waterzone samen met de onderwateroever (2a) bijna 4 meter breed (Figuur 3-2). Dit is dus de breedte van waterlijn tot waterlijn. De gemiddelde breedte van de met emerse vegetatie begroeide onderwater oever (2a) is 20 cm, de natte oever (2b) 40 cm en de droge oever (3) 60 cm (Figuur 3-3).

De onderwateroever en de vochtige oever samen bevatten de plantensoorten die de oever kunnen stabiliseren. Over het algemeen is de hellende terrestrische zone de breedste van de drie zones vanaf de insteek tot de waterlijn. Zone 2a en 2b zijn minder breed. In sommige gebieden, zoals Spaarnwoude – NKZ Boezem, Landgoed Guntherstein en de Uithoornse Polder, is de droge oeverzone (2b) gemiddeld de breedste (Figuur 3-3). Dit wil zeggen dat in deze gebieden inundatietolerant oeversoorten het verst op het land gevonden worden. Deze gebieden hebben een relatief kleine taludhoek (Figuur 3-16).

### 3.1.3 Bedekking verschillende groeivormen, inclusief kale bodem

In de zones 1-3 is voor de bedekking onderscheid gemaakt tussen verschillende groeivormen van planten (zie Figuur 3-4): natans (grote drijvende waterplanten die in de bodem wortelen, zoals

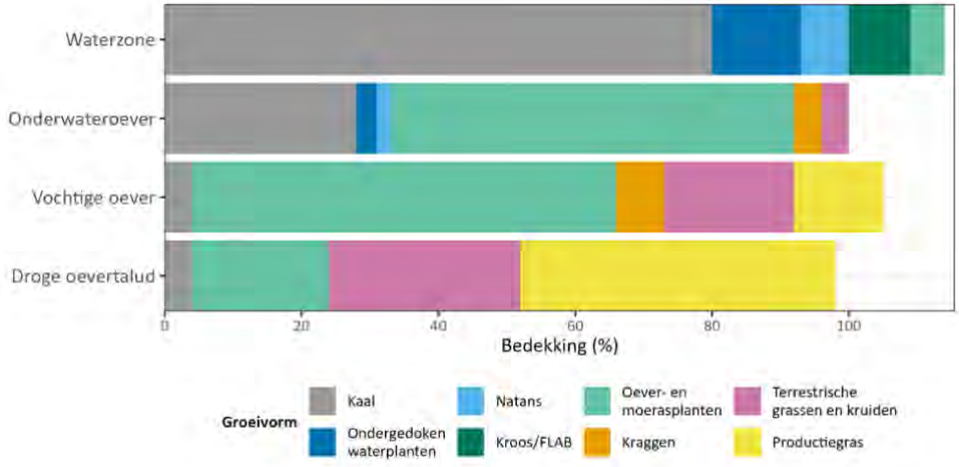
waterlelies), submers (ondergedoken waterplanten), kroos, emers (oeverplanten/moerasplanten), en 'gras kruid' (terrestrische grassen en kruiden). Daarnaast is het percentage kale bodem ingeschat. De som van de bedekking van alle groeivormen samen is ook ingeschat. Omdat verschillende groeivormen boven elkaar kunnen voorkomen kan de bedekking van alle groeivormen en kale bodem groter zijn dan 100%. Met name in de waterzone kunnen de soorten elkaar overlappen; boven ondergedoken planten kunnen bijvoorbeeld ook nog drijfplanten groeien. In Figuur 3-4 is gekozen om het rekenkundig gemiddelde weer te geven in plaats van de mediaan, omdat de mediaan voor de waterzone een bedekking van 0% is. De waterzone bestaat voornamelijk uit kale bodem. Daarnaast komen ondergedoken planten voor, voornamelijk niet-wortelende soorten (zie paragraaf 3.2).

In de onderwateroever zijn naast typische oeversoorten ook waterplanten aanwezig, waaronder drijfbladsoorten en ondergedoken soorten (Figuur 3-4). Ook hier gaat het hoofdzakelijk om niet-wortelende ondergedoken plantensoorten (zie paragraaf 3.2). Verder komt in deze zone kale bodem voor. In beperkte mate zijn er kruiden en grassen van drogere milieus aanwezig; gemiddeld beslaan deze 4% van de vegetatie.

In de vochtige oever neemt het aandeel kruiden en grassen toe ten opzichte van de onderwateroever. De gemiddelde bedekking bedraagt hier 19%. Daarnaast zijn productiegrassen duidelijk vertegenwoordigd, met een gemiddelde bedekking van 14%.

De droge zone bevat nog steeds een substantieel aandeel oeversoorten (gemiddeld 20%), maar wordt vooral gekenmerkt door een hoge bedekking van kruiden en grassen (gemiddeld 28%) en productiegrassen (gemiddeld 47%). Niet-inundatietolerante soorten zijn al aanwezig in de onderwateroever en nemen in aandeel toe naarmate de oeverzones droger worden.

In 4 van de 34 onderzochte gebieden ontbreekt de watervegetatie volledig in alle bezochte sloten (Figuur 3-5). Daarentegen laten acht gebieden nog een redelijke verdeling aan verschillende groeivormen zien: Mastenbroek, Poppenhuizen, Eemland, Staphorsterveen, Blesdijke, Aarlanderveen, Idzega en de Akkerdijkse polder (Figuur 3-5). Op slootbasis zijn er 21 sloten (verspreid over 10 gebieden) waar geen waterplanten zijn gevonden en 30 sloten (in 20 gebieden) waar één soort is gevonden.




*Figuur 3-4 Gemiddelde bedekking zoals van bovenaf gezien aan verschillende groeivormen per zone voor VeeST. Kaal (percentage kale bodem), kroos, emers (oeverplanten/moerasplanten), en 'gras kruid' (terrestrische grassen en kruiden). (gekozen om in dit figuur het rekenkundig gemiddelde weer te geven omdat de mediaan van de kale bodem in de waterzone 0% is)*

In 27% van alle gemeten sloten is dus geen vegetatie of één soort aangetroffen. Hegewarren en polder Holland Sticht West hebben weliswaar een redelijke bedekking van watervegetatie, maar hier bestaat de vegetatie grotendeels uit kroos met een beperkte diversiteit. Ook de Akkerdijkse polder heeft een redelijke bedekking van verschillende groeivormen, maar de groeivorm 'wortelende planten' is hier afwezig. Dat is te zien aan de volledig kale waterbodem.

In alle overige polders is wel enige watervegetatie aanwezig, soms in de vorm van kroos, soms drijvende soorten, maar er overheerst doorgaans een kale slootbodem. Hierdoor ontbreekt in deze gebieden een ecologisch gunstige verdeling van groeivormen. Opvallend is dat gebieden waar watervegetatie voorkomt in de waterzone, ook meer vegetatie in de onderwateroever voorkomt (Figuur 3-5).

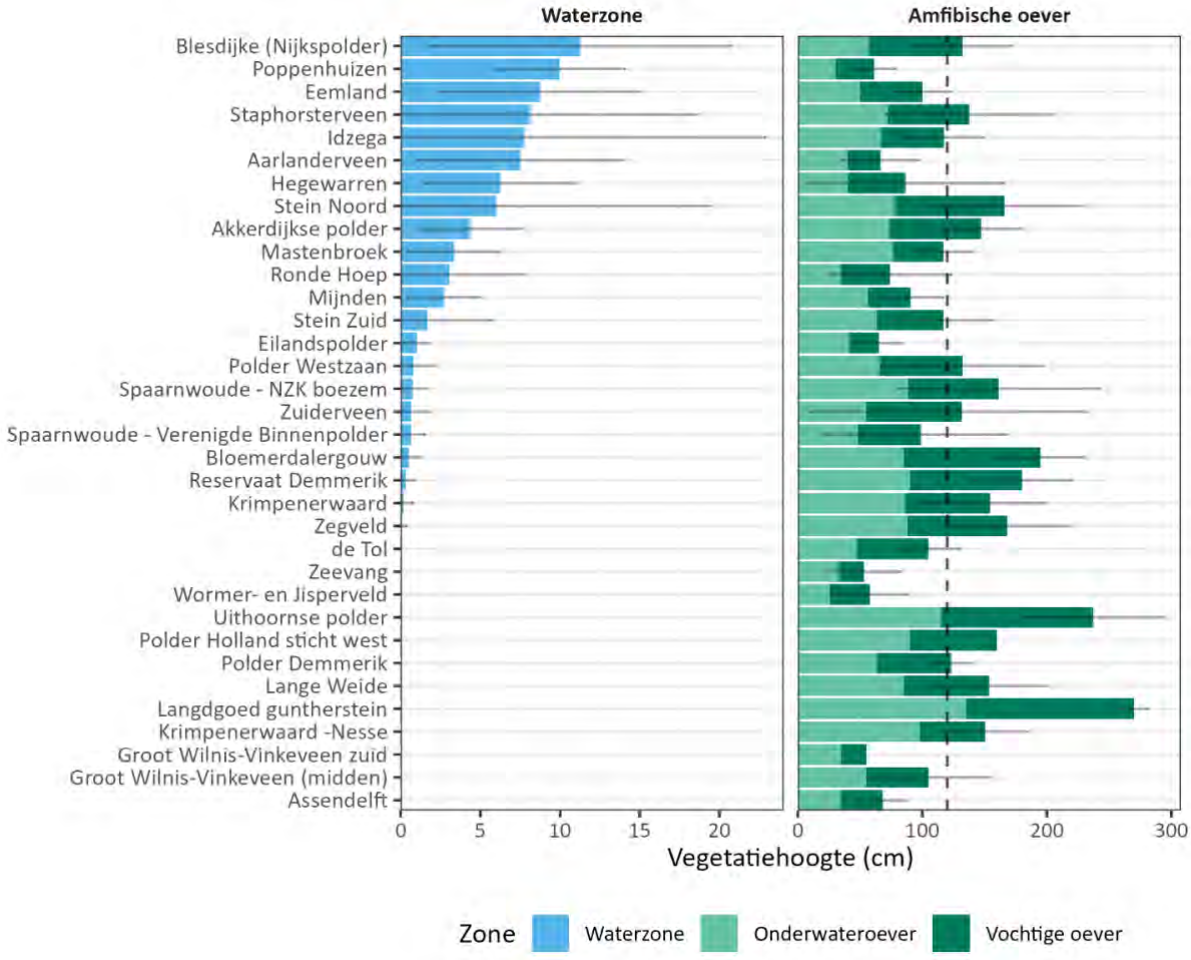
*Figuur 3-5 Gemiddelde bedekking zoals van bovenaf gezien, aan verschillende groeivormen per zone per gebied. Kaal (percentage kale bodem), natans (grote drijvende waterplanten die in de bodem wortelen, zoals waterlelies), submers tot (ondergedoken waterplanten), kroos, emers (oeverplanten/moerasplanten), en 'gras kruid' (terrestrische grassen en kruiden). Omdat in de waterzone verschillende groeivormen boven elkaar voor kunnen komen kan de som >100% zijn.*

Daarnaast komen in verschillende gebieden kraggen voor, in zowel de onderwateroever als de vochtige oever. Kraggen zijn losliggende of drijvende vegetatiematten die voornamelijk, maar niet uitsluitend, uit oeversoorten bestaan. Met name in Stein Zuid, Stein Noord, Landgoed Guntherstein en Mijnden zijn veel kraggen waargenomen in deze oeverzones (Figuur 3-5). Kraggen komen in zowel de onderwateroever als de vochtige oever voor (i.e. de krag ligt dus zowel onder als boven water).

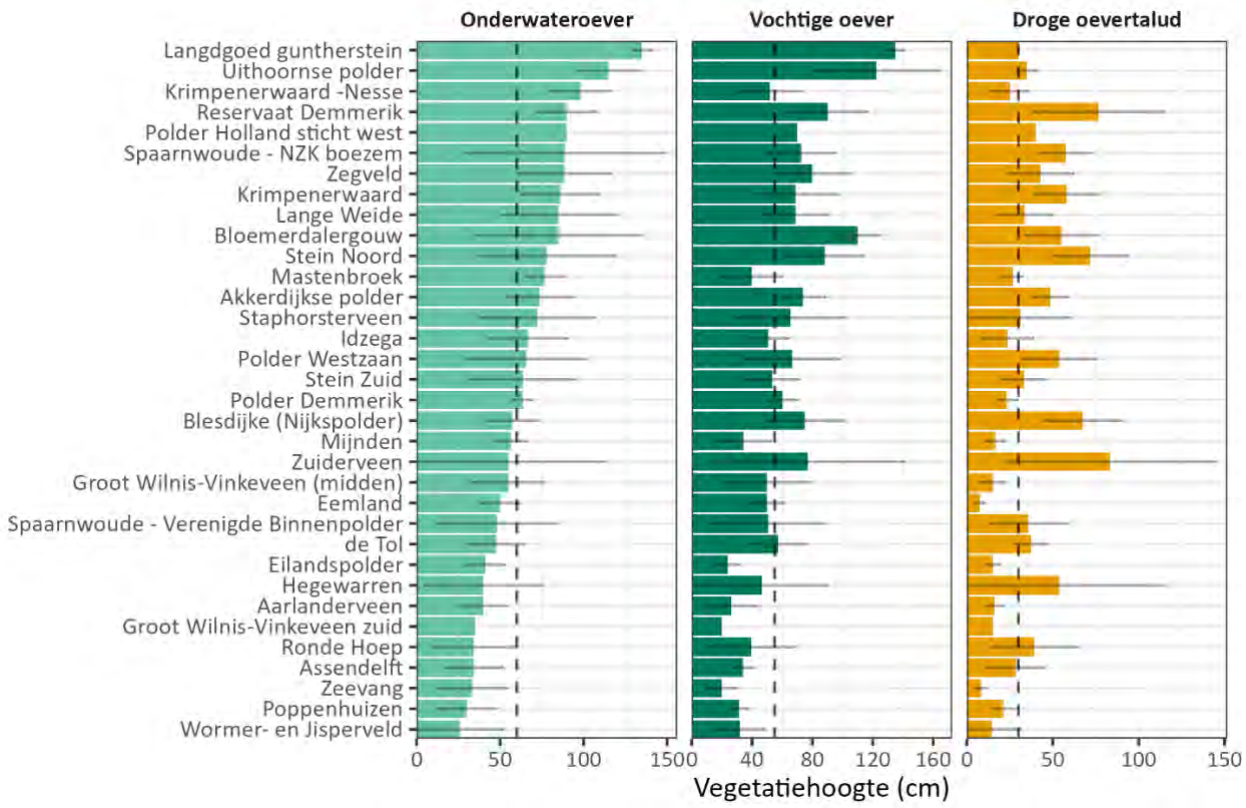
Wat betreft de droge oever is sprake van een redelijke variatie in de bedekking door oeversoorten, variërend van 10 tot 50%. In deze zone domineren in de meeste gebieden kruiden, grassen en productiegrassen. In de Uithoornse polder, Landgoed Guntherstein en de Akkerdijkse polder bedraagt het aandeel productiegrassen zelfs meer dan 80%. Dit hoge aandeel lijkt niet direct samen te hangen met de breedte van de oeverzones (Figuur 3-4); zo heeft Landgoed Guntherstein bijvoorbeeld de op één na breedste gemiddelde vochtige oeverzone binnen VeeST.

### 3.1.4 Hoogte van de vegetaties per zone

De hoogte van de vegetatie is in iedere zone gemeten en geeft een beeld van de vegetatie als geheel, en informatie over leefgebied voor dieren. In de waterzone (1) is in veel gebieden de hoogte van de watervegetatie niet relevant omdat er geen watervegetatie aanwezig was (Figuur 3-6). In natte




*Figuur 3-6 Gemiddelde vegetatiehoogte per waterzone en oeverzone per gebied. Mediaan van heel VeeST is weergegeven met de onderbroken lijn (is 0 bij waterzone).*



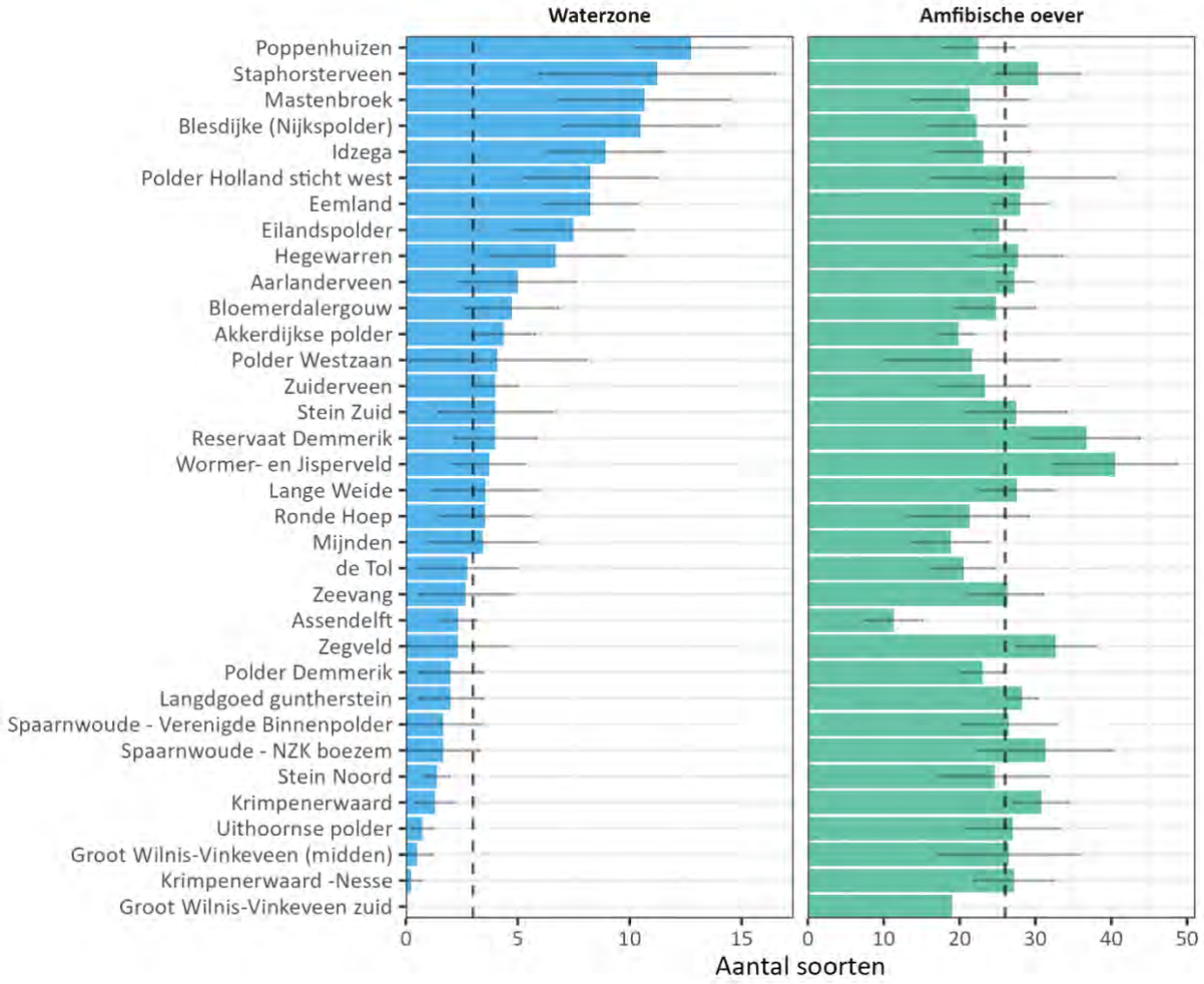

*Figuur 3-7 Gemiddelde vegetatiehoogte voor oever- en terrestrische zone per gebied. Mediaan van heel VeeST is weergegeven met de onderbroken lijn.*

en vochtige oeverzone rond de waterlijn (2a en 2b), waar de meeste emergente plantensoorten staan, is de vegetatie hoger dan in zone 3, waar voornamelijk kruiden en (productie)grassen staan (Figuur 3-6 en Figuur 3-7). In de helft van sloten is de vegetatie in de oever (zone 2a/2b) lager dan 1.2m en in de helft van de sloten is deze hoger dan 1.2m (gemeten in de zomer).

### 3.1.5 Soortenaantallen oever en water

In de waterzone is er sprake van lage soorten diversiteit met sterke regionale variatie, terwijl de dominante soorten duiden op een voedselrijk milieu en de bedekking van groeivormen vooral in deze vier gebieden hoger is. De waterzone heeft gemiddeld 4 soorten waterplanten in de onderzochte sloten. In 4 gebieden, namelijk Poppenhuizen, Staphorsterveen, Mastenbroek en Blesdijke (Nijkspolder) zijn gemiddeld meer dan 10 soorten gevonden. Daartegenover zijn 7 gebieden waar minder dan 2 soorten zijn gevonden (Figuur 38). Binnen de gebieden zien we een variatie tussen de sloten (Figuur 38). Tussen de meest voorkomende soorten in de waterzone zijn 3 krozen, 1 niet wortelend drijfblad (Kikkerbeet) en één emergente plantensoort (Grote egelskop, Tabel 31). Al deze soorten zijn van een voedselrijk milieu. Naast het voorkomen van een soort is ook de bedekking ervan relevant. In paragraaf 3.1.3, Figuur 35 is te zien dat de bedekking van verschillende groeivormen ook groter is in de meeste van deze 4 gebieden. Er is weinig tot geen kale boden in de waterzone in deze 4 gebieden, en vooral in Poppenhuizen is nog een groot percentage oever en moerasplanten in de droge oever (zone 3).

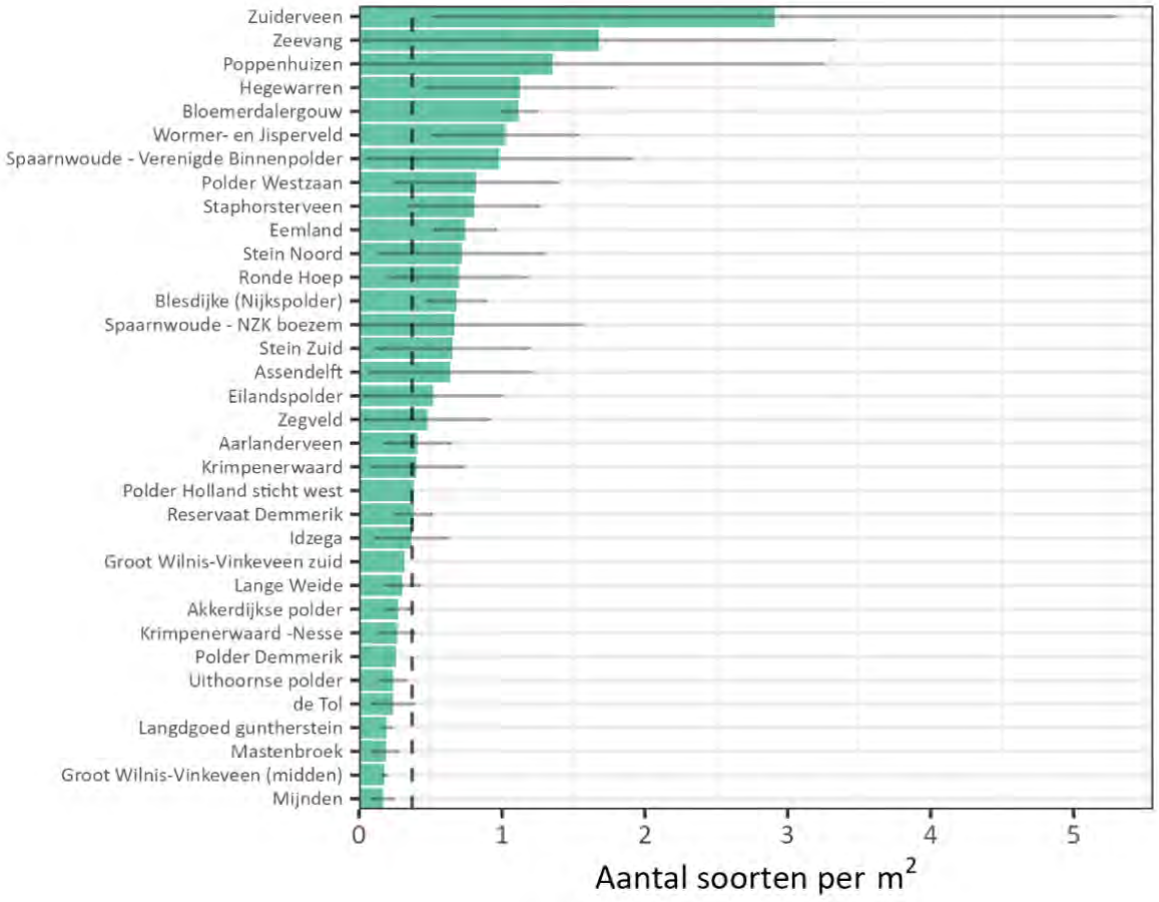
In de amfibische zone (de onderwateroever en vochtige oever samen) is de gemiddelde soortendiversiteit ook relatief laag, met regionale variatie, de meest voorkomende soorten ook hier passen bij een voedselrijke oever. We vinden gemiddeld 26 plantensoorten, en nergens minder dan 10 soorten. Er zijn enkele gebieden die relatief soortenrijk zijn (bijvoorbeeld het Wormer en Jisperveld met 40 plantensoorten). In Assendelft zijn de minste soorten (10) aangetroffen. De meest aangetroffen soorten in de amfibische oever zijn witbol, Pitrus en Fioringras (Tabel 31). Witbol is een veel gebruikt productiegras. De meest voorkomende soorten passen over het algemeen goed bij een voedselrijke sloot en oever. Dit zijn onder meer oeverplanten als Liesgras, Fioringras, Grote egelskop, Pitrus, maar ook landplanten als Gestreepte witbol en Engels raaigras (Tabel 31). Smalle waterpest is relatief vaak aangetroffen als meest dominante waterplant (Tabel 32).




*Figuur 3-8 Gemiddeld aantal plantensoorten per 100m sloottraject in de water- en gehele oeverzone (zone 1 & 2, respectievelijk; zie Figuur 3.1).*

De oevers verschillen in breedte, dat heeft effect op het aantal soorten en kan een verkeerd beeld schetsen over de lokale plantendiversiteit, daarom is het aantal soorten ook omgerekend naar het aantal soorten per vierkante meter (Figuur 3-9). Een bredere oever biedt meer ruimte aan (oever)soorten. Soortaantallen zijn vaak gerelateerd aan de oeverbreedte. Aantal soorten per

vierkante meter (m2) geeft een ander beeld dan per 100m sloottraject. Het gebied met de meeste soorten per m2 heeft een van de smalste onderwateroevers en vochtige oevers vergeleken met de andere gebieden (Figuur 3-3). Spaarnwoude-NKZ boezem heeft gemiddeld genomen één van de breedste amfibische oevers (Figuur 3-3) en heeft weinig soorten in totaal (Figuur 3-8) en per m2 (Figuur 3-9).




*Figuur 3-9 Gemiddelde dominante soortendichtheid per m2 sloottraject in alleen de natte oeverzone (zone 2; zie Figuur 3-1). Onderbroken lijn geeft mediaan aan van alle sloten.*

*Tabel 3-1 Meest frequent aangetroffen soort per zone (obv vegetatieopnames)*

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | Veelwortelig kroos | Spirodela polyrhiza | 80 |
| 1 | Klein kroos | Lemna minor | 77 |
| 1 | Kikkerbeet | Hydrocharis morsus-ranae | 57 |
| 1 | Puntkroos | Lemna trisulca | 50 |
| 1 | Grote egelskop | Sparganium erectum | 45 |
| 2 | Gestreepte witbol | Holcus lanatus | 170 |
| 2 | Pitrus | Juncus effusus | 142 |
| 2 | Fioringras | Agrostis stolonifera | 129 |
| 2 | Kruipende boterbloem | Ranunculus repens | 124 |
| 2 | Zomprus | Juncus articulatus | 120 |

*Tabel 3-2 Meest frequent aangetroffen Exoten in het water (z1) of op de oever (z2; vegetatie opname data) per gebied. Gemiddelde abundantie weergegeven in numerieke Tansley-score.*

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Smalle waterpest | Elodea nuttallii | 37 | 5.5 |
| 1 | Dwergkroos | Lemna minuta | 20 | 2.0 |
| 1 | Knopkroos | Lemna turionifera | 15 | 3.2 |
| 1 | Smal tandzaad | Bidens connata | 1 | 1 |
| 2 | Zwart tandzaad | Bidens frondosa | 26 | 1.9 |
| 2 | Smal tandzaad | Bidens connata | 24 | 2.0 |
| 2 | Beklierde basterdwederik | Epilobium ciliatum | 12 | 1.8 |
| 2 | Smalle waterpest | Elodea nuttallii | 4 | 3.5 |
| 3 | Beklierde basterdwederik | Epilobium ciliatum | 5 | 1.8 |

### 3.1.6 Kwaliteitsindices vegetatie

De kwaliteit van de vegetatie is inzichtelijk gemaakt door twee biodiversiteitsindices; een ecologische kwaliteitsscore voor de vegetatie in de waterzone (EKR-score) en een oeverindex.

#### *3.1.6.1 EKR-score*

Voor vegetatie is de EKR-score onderdeel van de gestandaardiseerde en landelijk gebruikte methodiek binnen de kaderrichtlijn water (KRW) om de ecologische waterkwaliteit te duiden (figuur 310). De EKR-score wordt berekend voor de water- en amfibische oeverzone samen, en is gebaseerd op een optimale verdeling van de verschillende groeivormen in combinatie met een waardering van z. Het voorkomen van een soortenrijke vegetatie met verschillende groeivormen in de waterzone is de basis voor een goede ecologische waterkwaliteit (EKR-score). Een EKR-score heeft een schaal van 0-1, waarbij 0 = slecht en 1 = goed. Voor veenweidesloten geldt dat een score van 0.6 al goed is.

Van alle sloten die zijn onderzocht valt 1 gebied, Blesdijke, in de klasse goed (Figuur 3-10). Dit gebied kenmerkt zich door een hoge diversiteit aan groeivormen en plantensoorten. Alle andere sloten en gebieden scoren slecht tot matig. Het gemiddelde voor heel VeeST valt in klasse ontoereikend.

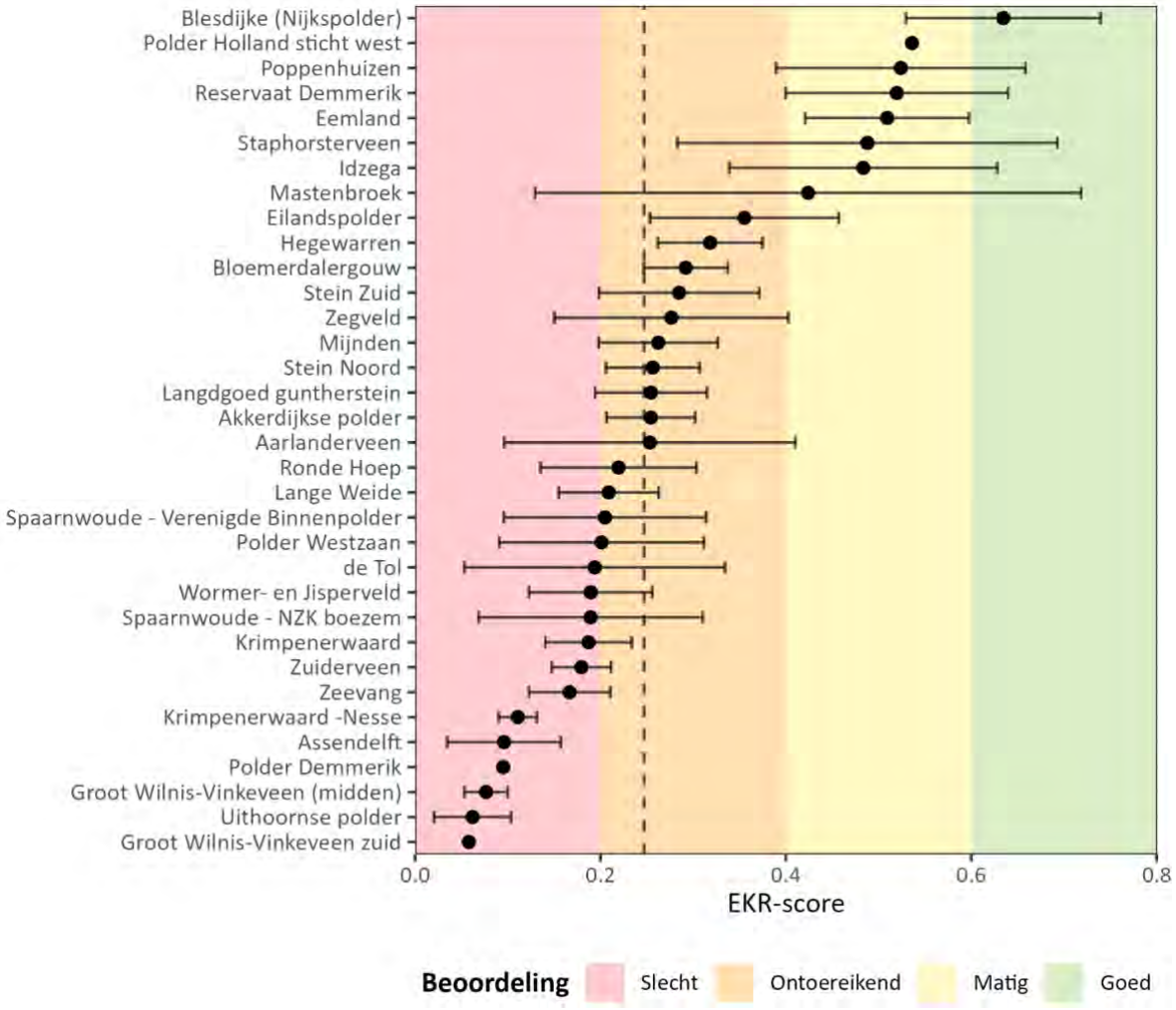
Binnen gebieden is de variatie tussen sloten soms aanzienlijk. In Mastenbroek lopen de scores uiteen van slecht tot goed. Opvallend is dat de interne variatie groter is in gebieden met een hogere gemiddelde EKR-score. In laag scorende gebieden is deze variatie beperkt en zijn voornamelijk sloten met een slechte score aangetroffen. Een slechte scoren en kleine variatie is ook zichtbaar in de Krimpenerwaard, waar relatief veel sloten zijn bemonsterd.

De EKR-score wordt in hoofdzaak bepaald door de samenstelling van groeivormen waarbij de voor een goede EKR-score relevante groeivormen, zoals drijfblad- en ondergedoken vegetatie, zich vooral in de waterzone bevinden (Figuur 3-11). Zoals beschreven in paragraaf 3.1.2 ontbreekt in veel gebieden grotendeels watervegetatie. De oevervegetatie bestaat doorgaans uit emergente oeverplanten die in mindere mate meetellen voor een goede EKR-score. Dat is terug te zien in de

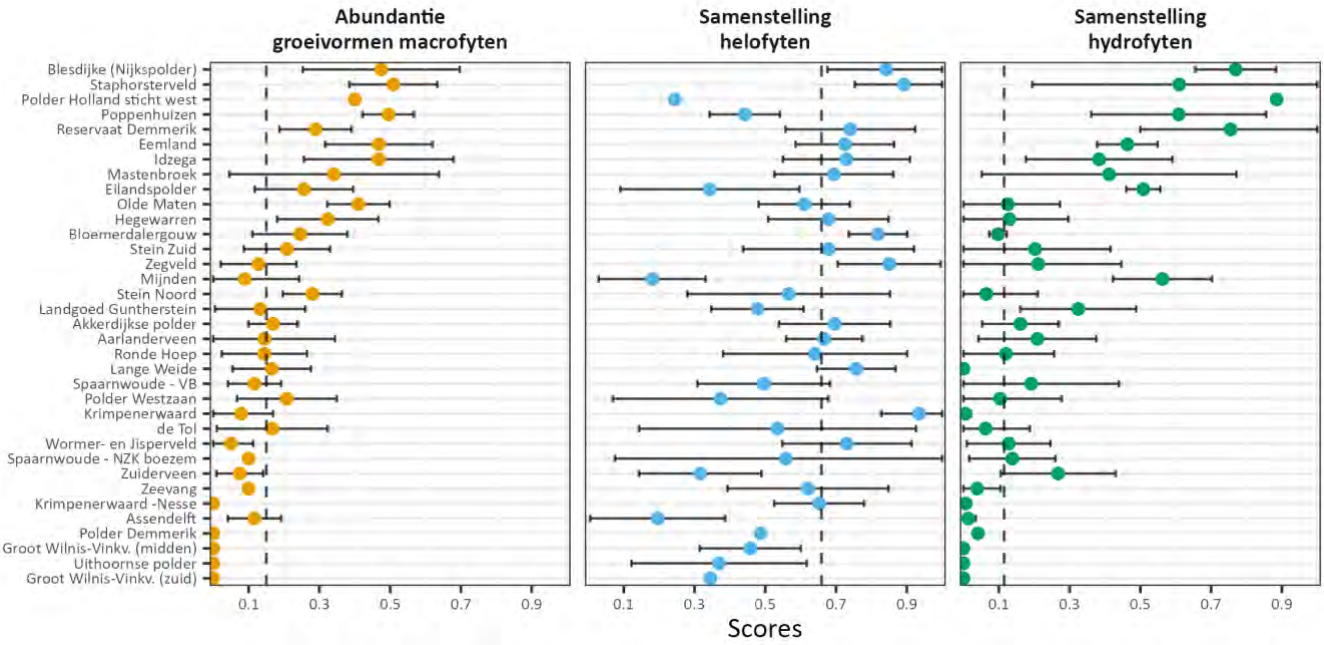
deelscores van de EKR-score (Figuur 3-11), waar de gebieden die hoger scoren op Abundantie van groeivormen en de samenstelling in de hydrofyten ook hoger scoren op de EKR-score. De soortensamenstelling van de helofyten speelt een minder grote rol (Figuur 3-11).

Gebieden met een lage EKR-score worden gekenmerkt door een hoge bedekking van kale bodem en het ontbreken van ondergedoken, met name wortelende, plantensoorten. In enkele gebieden, waaronder Polder Holland Sticht (Figuur 35), zijn wel meerdere groeivormen aanwezig, maar wordt de score gedrukt door een aanzienlijke bedekking van kroos en flab, die negatief meetellen in de EKR.

Mastenbroek vertoont relatief weinig kale bodem en een evenwichtige verdeling van groeivormen (Figuur 311), maar scoort desondanks slechts matig. Dit is voornamelijk toe te schrijven aan de hoge bedekking van kroos en flab, ondanks de aanwezigheid van een redelijk aantal soorten.




*Figuur 3-10 De gemiddelde EKR-score, met de mediaan van heel VeeST als stippellijn.*

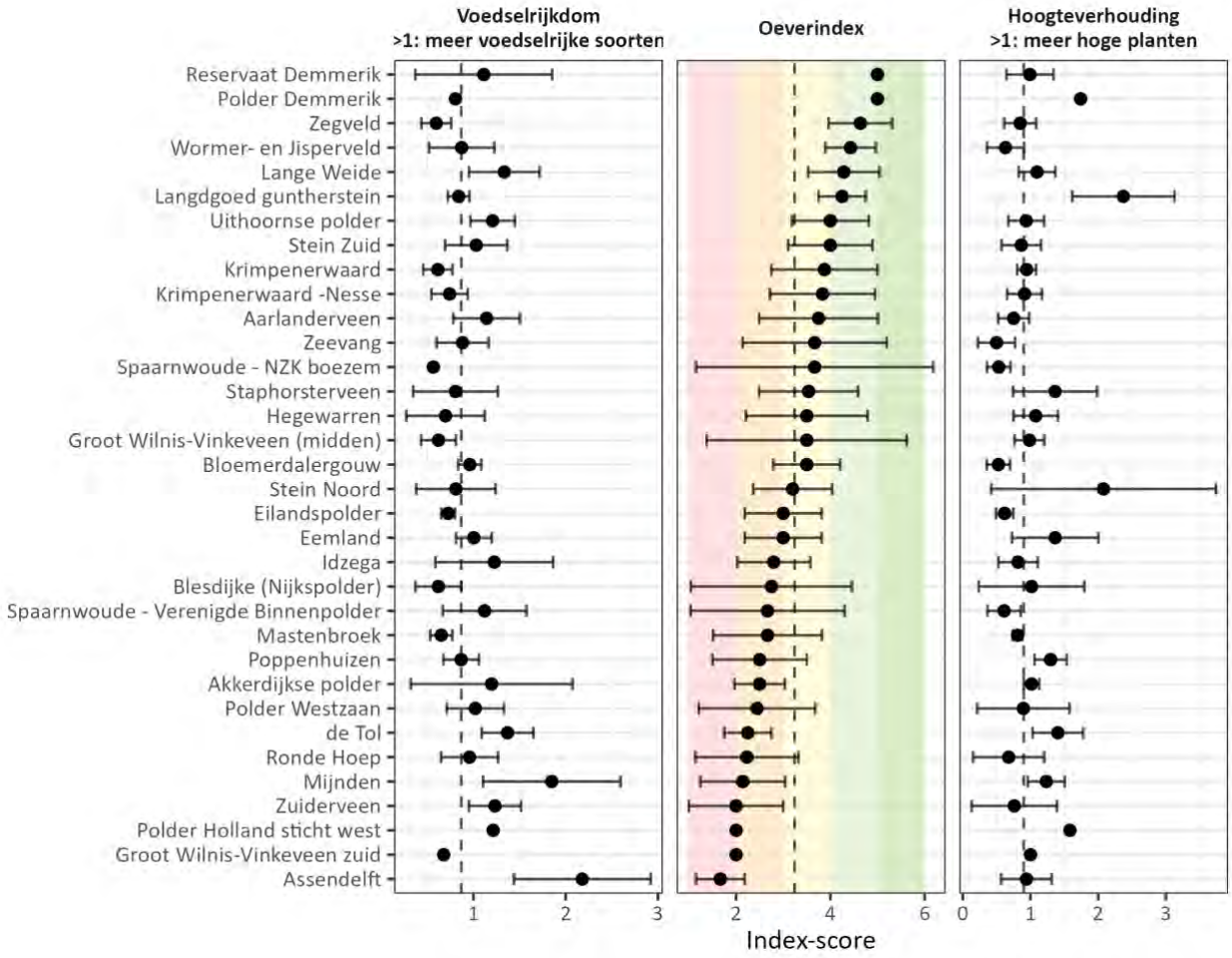



*Figuur 3-11 De gemiddelde EKR-deelscores van de bemonsterde gebieden. De getoonde deelscores zijn de abundantie van de groeivormen van water- en oeverplanten (macrofyten), samenstelling van de verschillende soorten helofyten en samenstelling van de verschillende soorten hydrofyten. Met de mediaan van heel VeeST als stippellijn.*

### *3.1.6.2 Oeverindex*

De oeverindex is de tweede biodiversiteitsindex, deze index is specifiek voor de oever en is een combinatie van natuurwaarde voor insecten en karakteristieke oeversoorten (Figuur 3-12). De oeverindex bestaat uit verschillende componenten. Voor dit onderzoek zijn de meest relevante componenten de verhouding tussen hoge en lage plantensoorten en de verhouding tussen ruigtesoorten en soorten van voedselarme omstandigheden (Figuur 3-12). De hoogteverhouding is een maat voor structuur, waarbij hogere planten lager scoren als habitat voor insecten. De oeverindex geeft een andere volgorde van de gebieden dan de EKR-score.

Gemiddeld genomen scoren de sloten die voor VeeST zijn geïnventariseerd een 3, wat als matig kan worden omschreven. Binnen gebieden is veel variatie tussen de gemeten sloten. Ondanks dat de biodiversiteit in het water (EKR-score) ook matig scoorde is er geen relatie met de oeverindex. Blesdijke scoort hier juist ontoereikend (Figuur 3-11). In Blesdijke zijn voornamelijk soorten van voedselrijk habitat gevonden, en ook de hoogteverhouding scoort klasse 1 (voor de oeverindex). Hogere soorten zoals riet en liesgras zijn vaak ook soorten die in voedselrijkere oevers te vinden zijn. Reservaat Demmerik staat bij de oeverindex bovenaan, en bij de EKR scoort dit gebied matig. Polder Demmerik staat bij de oeverindex als tweede en bij de EKR-score valt deze in de klasse slecht. Beide gebieden hebben een klein aantal bemonsterde sloten.




*Figuur 3-12 De score van de oeverindex, met daarbij deelscore voedselrijkdom en deelscore hoogteverhouding (structuur).*

## 3.2 Abiotische omstandigheden

### 3.2.1 Belangrijkste conclusies abiotische omstandigheden

In de huidige staat van de veenweidesloten valt een aantal zaken op; De meeste sloten zijn zeer ondiep, met een dikke laag slib en een relatief kleine drooglegging. Ook valt er in veel sloten onvoldoende licht op de waterbodem voor plantengroei. In slechts drie gebieden zijn de omstandigheden gunstig: het water is voldoende diep én er valt voldoende licht op de bodem.

De gemeten drooglegging is beperkt; 33cm ten opzichte van de insteek en 40cm ten opzichte van het perceel. Dit komt overeen met de analyse van drooglegging in de verkenningsfase. De grote slibdikte (in de helft van de sloten meer dan 1,2m) en de beperkte waterdiepte (in de helft van de sloten minder dan 37 cm) zijn ook opvallend. De gemeten slibdikte is de dikte van de laag dun veraard veen in het midden van de sloot waar een verticale stok zonder weerstand doorheen valt. In de helft van de sloten valt voldoende licht op de waterbodem voor plantengroei (voor fotosynthese moet doorzicht/waterdiepte groter zijn dan 0.6-0.8), maar dit is vooral het gevolg van een beperkte waterdiepte. In een groot deel van deze sloten is de geringe waterdiepte beperkend voor plantengroei.

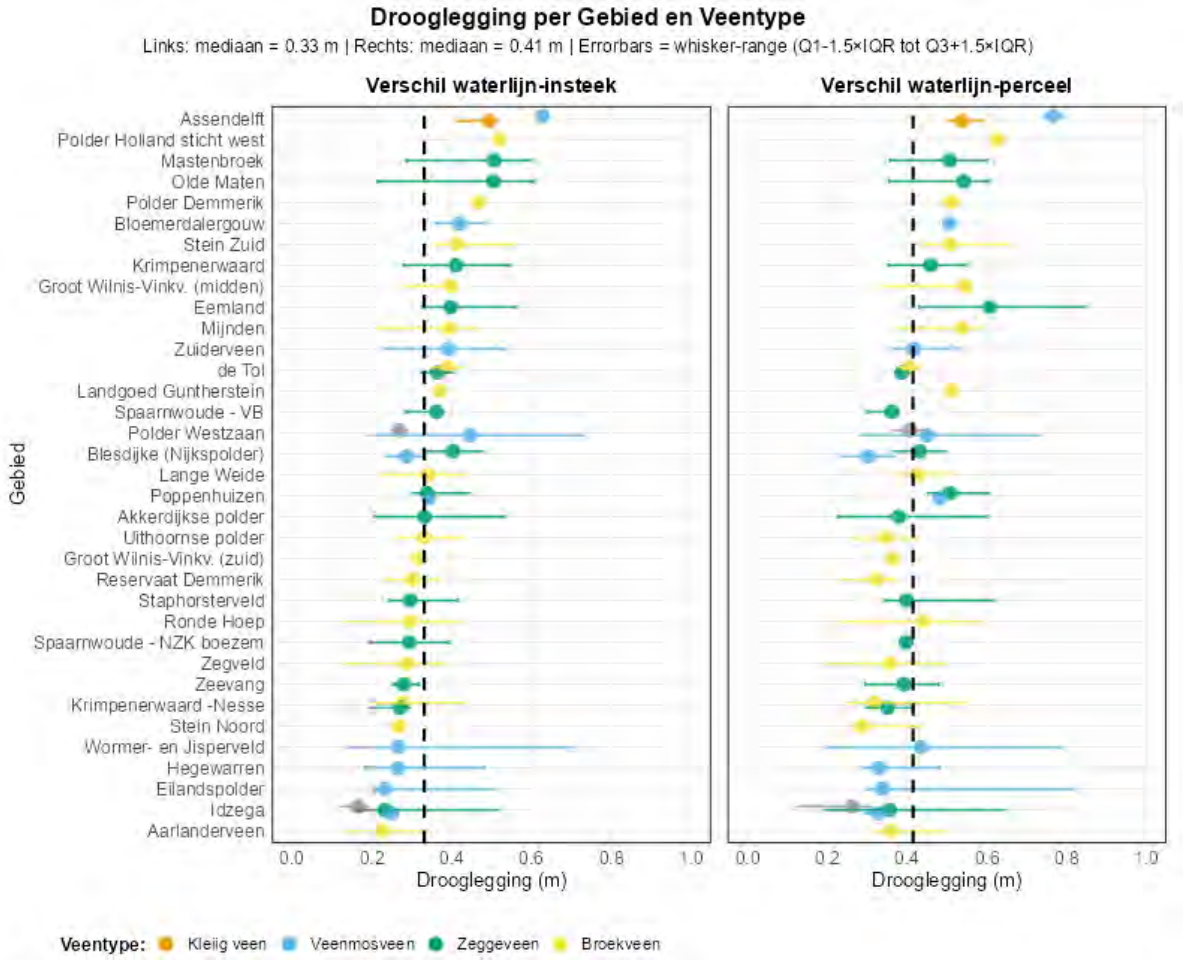
De oever boven de waterlijn heeft een flauw talud. Dit is gunstig voor de potentiële biodiversiteit op de oever. Deze potentiële biodiversiteit komt in de huidige situatie slechts beperkt tot uiting in aangetroffen oeversoorten. De taludhoek boven water is over het algemeen flauwer bij kleinere drooglegging. Onderwater is het oevertalud tussen water en slib erg flauw, maar is de hoek tussen water en de vaste onveraarde bodemlaag juist steil. Rond de insteek is het veen tot 45cm diepte veraard. Deze diepte van de veraarde laag verschilt sterk tussen de gebieden (variatie 25 tot bijna 90 cm) en hangt samen met de (laagste) grondwaterstanden. In gebieden met sterke wegzijging, brede percelen en slecht doorlatend veen kunnen grondwaterstanden veel dieper uitzakken dan het oppervlaktewaterpeil (drooglegging).

In de meeste sloten (>95%) is een bepaalde mate van onderholling aangetroffen. In de helft van de sloten kan vanaf het water een stok meer dan 23cm zonder enige weerstand horizontaal onder de terrestrische oever worden geduwd. Dit is in lijn met een sterke afname in draagkracht van de oever onder de wortelzone (5-10cm in de oever) en zeer beperkte draagkracht op een diepte tussen 15 en 30cm. In de oeverzone is de draagkracht beperkt en is nagenoeg in elke gemeten oever vertrappingsschade te verwachten. Op het perceel neemt op zo'n 25cm diepte, onder de wortelzone, de draagkracht ook sterk af. Vooral in gebieden met broekveen valt op dat de draagkracht tot 80cm onder maaiveld zeer laag (< kritische draagkracht voor beweiding) blijft.

Het vermeende 'tompouce effect' (zie fig. 3.19Figuur 3-19) wordt onderschreven door de gemeten onderholling en de dip in draagkracht onder de wortelzone in oever en perceel. De gemeten draagkracht neemt in de oever wel iets toe over de diepte vanaf zo'n 30cm, maar tot 80 cm onder maaiveld is er geen sprake van de tegendruk zoals een 'tompouce' analogie doet vermoeden; het stevigere veen of ander bodem ligt dus meestal dieper dan 80cm onder maaiveld. Het tompouce effect wordt ook onderschreven door de vergelijkbare samenstelling van het slib en oevers van percelen. Hierover staat meer in paragraaf 3.3.

### 3.2.2 Drooglegging

Drooglegging is een gemiddelde afstand tussen slootwaterpeil (uitgedrukt ten opzichte van NAP) en perceelhoogte (ook ten opzichte van NAP). In de verkenningsfase is de variatie in drooglegging bepaald op basis van kaartkagen van leggerdata van het waterschap en hoogteligging (AHN) van percelen. Uit deze analyse bleek dat de mediane drooglegging ongeveer 40cm is. De mediane zomer drooglegging zoals gemeten voor alle VeeST sloten is 33cm ten opzichte van de insteek en 40cm ten opzichte van het perceel. Drooglegging is een gemiddelde afstand tussen slootwaterpeil (uitgedrukt ten opzichte van NAP) en perceelhoogte. Perceelhoogte is echter variabel en in het veenweide is vaak ook geen strak gedefinieerde insteek. In VeeST is per sloottraject met de GPS-stok de hoogte in kaart gebracht van perceel tot en met sloot. De data die in Figuur 3-13 is getoond is de daadwerkelijke meting zoals deze in de zomer is uitgevoerd. In de zomer zijn peilen vaak hoger dan in de winter. Binnen gebieden is de gemeten variatie in drooglegging beperkt. Tussen gebieden komt de variatie (20 tot 60 cm zonder Assendelft) redelijk goed overeen met de variatie zoals tijdens de verkenningsfase in beeld is gebracht. Alleen in het oostelijk veenweidegebied werd een grotere drooglegging verwacht op basis van de verkenningsfase dan gemeten.

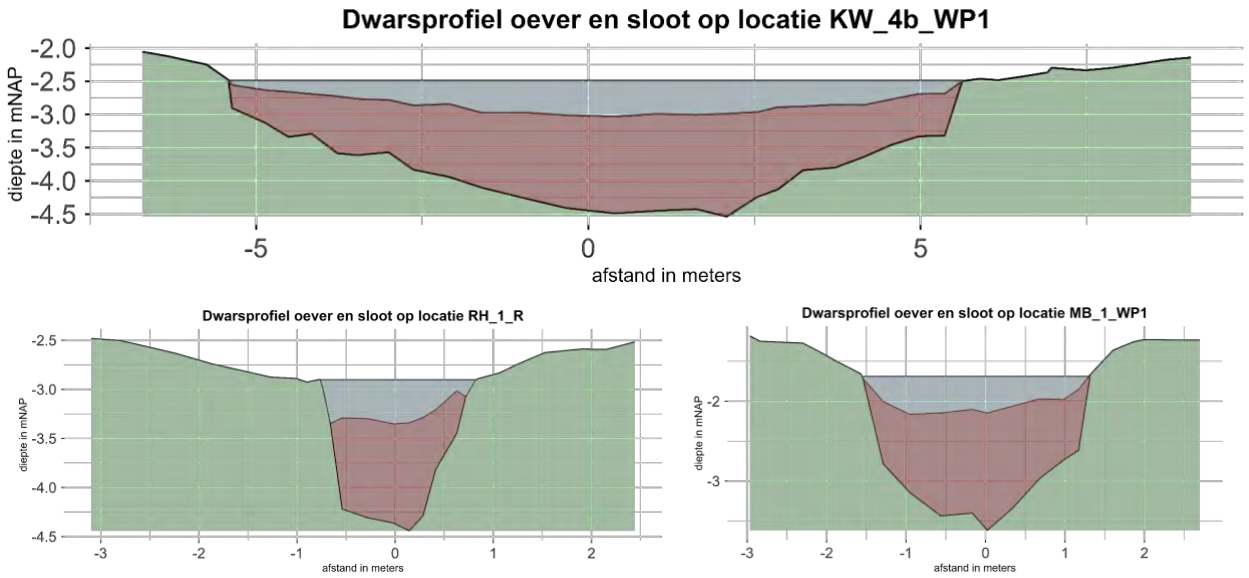



*Figuur 3-13: Mediane drooglegging, gemeten vanaf het hoogste punt van de oever (meestal de insteek) tot de waterlijn en vanaf het perceel en de waterlijn. De errorbars tonen de spreiding van de data ten opzichte van de mediaan. Outliers worden niet getoont omdat de spreiding is berekend op basis van de whisker-range (Q1-1.5×IQR tot Q3+1.5×IQR), net zoals in boxplots. 50% van de data ligt binnen de interkwartielrange, het verschil tussen het 25 en 75 percentiel.*

### 3.2.3 Slootprofiel

De variabelen die met het slootprofiel zijn ingemeten zijn waterdiepte, slibdikte, doorzicht, breedte waterzone, taludhelling oevers en onderholling. De breedte van de zones zijn hier vastgesteld op basis van de fysieke vorm. Bij de vegetatie-opnamen zijn ook de breedtes van de zones bepaald op basis van de aanwezige vegetatie (H3.1).

Figuur 3-14 toont een schematisering (op schaal) van enkele 'gemiddelde' veenweidesloten. In zowel de brede als smalle sloten is de beperkte waterdiepte en grote slibdikte opvallend. Slibdikte, waterdiepte en doorzicht is nader uitgewerkt voor alle gebieden in Figuur 3-15.

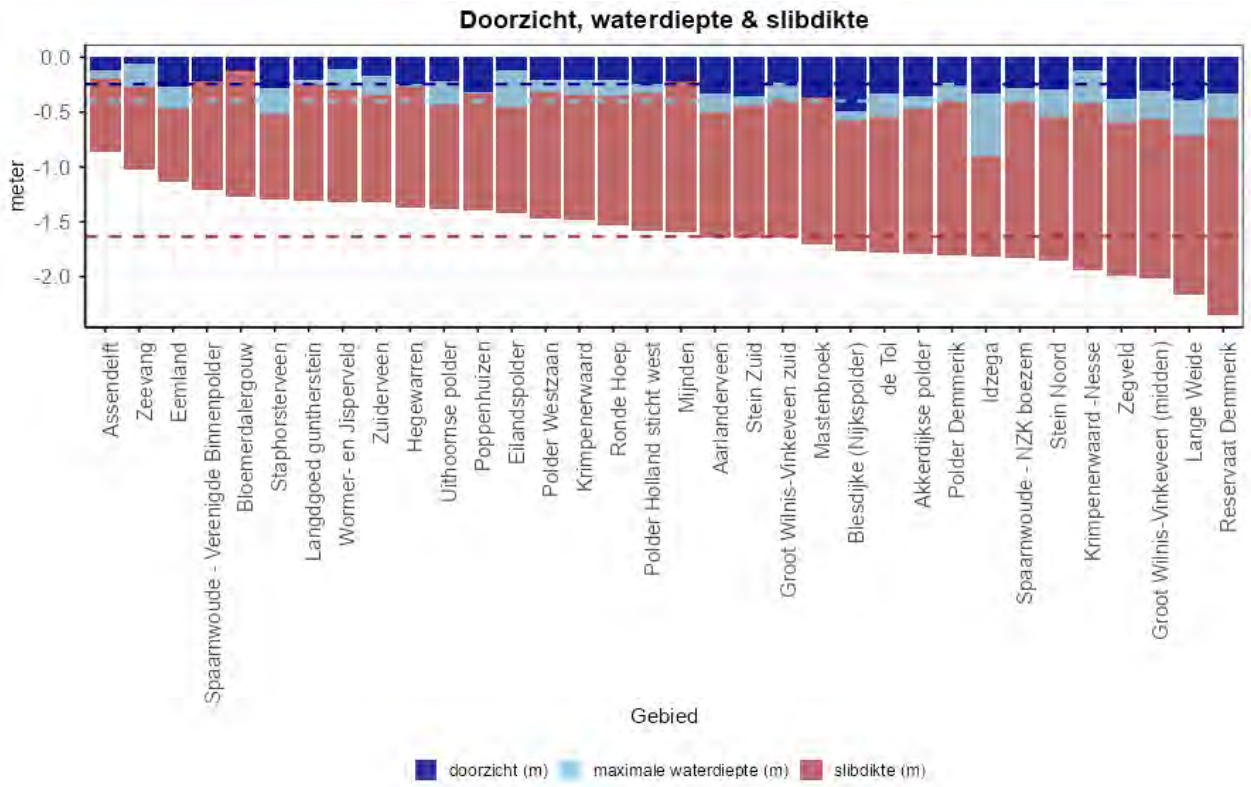



*Figuur 3-14 Voorbeelden van ingemeten slootprofielen: vaste bodem (groen), slibdikte (bruin) en waterdiepte (blauw). Boven van een sloot van 10 meter breed in de Krimpenerwaard en onder twee slootprofielen van sloten van 2 meter breed.*

### 3.2.4 Slibdikte

Alle sloten in alle gebieden worden gekenmerkt door een dikke laag slib (alleen de bruine balk in Figuur 3-15); de mediane slibdikte in het midden van de sloot is voor alle gebieden samen 1.2 meter. Dit betekent dat in de helft van de sloten meer dan 1.2 meter slib is aangetroffen. Ook langs de waterlijn op minder dan een armlengte van de oever is de slibdikte vaak al meer dan 40cm. Uitzonderingen zijn Assendelft, Eemland, Mastenbroek en Staphorsterveen waar de slibdikte beperkter is.

Wat betreft slibdikte vallen enkele gebieden/ meetlocaties op. In Lange Weide, Groot Wilnis Vinkeveen (midden) en polder Westzaan is in het midden van de sloot meer dan 2 meter slib gemeten. Ook in Zegveld, Stein Noord en Reservaat en polder Demmerik en Idzega ligt meer dan 80 cm slib. Het minste slib (30 cm) is gemeten in Staphorsterveen.




*Figuur 3-15 Variatie tussen gebieden in doorzicht (donker blauw), waterdiepte (donker- en lichtblauw samen) en slibdikte (bruin). De som van waterdiepte en slibdikte is de totale slootdiepte gemeten ten opzichte van de waterlijn. Gebieden zijn gesorteerd op slootdiepte (slibdikte + waterdiepte) van ondiep (links) naar diep (rechts). Naast de mediane waarde per gebied is ook de mediaan voor alle gemeten sloten van VeeST (tot nu toe, stippellijnen) getoond.*

*Meting slibdikte*

Deze (grote) slibdikte wordt niet door iedereen herkend tijdens de verschillende workshops met mensen uit de praktijk (zie WP3). Waarschijnlijk komt dit door de manier waarop de slibdikte wordt gemeten in dit project. Waterdiepte en slibdikte worden in het gehele dwarsprofiel van de sloot bepaald door vanaf een bellyboat (bij sloten smaller dan 1,5m vanaf de beide kanten) twee peilstokken verticaal naast elkaar in het water te plaatsen. Één peilstok heeft een geperforeerd, breed voetje en de ander heeft geen voetje. De peilstok met voetje wordt op het slib geplaatst en de peilstok zonder voetje 'valt' tot een diepte waarop de dichtheid van het veen/ slib groter is dan het gewicht

Tijdens het veldwerk is de diepte waarop slib overgaat naar de vaste slootbodem op één locatie in ieder gebied geverifieerd. De verificatiemeting is uitgevoerd met een zuigerboor (SIKB 2501) en de overgang van het slib en de vaste bodem is op zicht bepaald. Het verschil tussen de reguliere en verificatiemeting was nergens meer dan één tot enkele centimeters. Dit geeft aan dat de gehanteerde peilstokmethode een goede maat is voor slibdikte. De slibdikte is dus de dikte van de laag dun slib met weinig weerstand gemeten tot de overgang naar de onderliggende vaak onveraarde veenbodem met meer weerstand dan een peilstok zonder voetje. Deze gestandaardiseerde (SIKB 2501) meetmethode leidt tot grotere slibdiktes dan wanneer een peilstok met voetje vanaf de oever op armlengte afstand in het slib wordt gedrukt.

### 3.2.5 Doorzicht en waterdiepte

*Context*

Voldoende waterdiepte en licht (doorzicht) zijn belangrijke randvoorwaarden voor de groei van ondergedoken planten. De minimale waterdiepte voor de groei van ondergedoken waterplanten in (brak en zoet) water is doorgaans ca. 30 tot 40 cm. Bij kleinere waterdiepten kunnen deze planten (vooral soorten als fonteinkruiden, hoornblad, en kranswieren) voldoende wortelen, maar worden ze weggeconcurreerd door emerse planten en kunnen zeer dynamische omstandigheden (zoals hoge temperaturen of droogval) de vestiging beperken (van Geest et al., 2022). In diepe sloten kan licht de limiterende factor zijn voor de groei van ondergedoken waterplanten; hetzij door de beperkte breedte (beschaduwing vanaf oever), hetzij door troebelheid van het water waardoor het licht niet op de slootbodem komt. Als vuistregel geldt dat het doorzicht ten minste zestig procent van de waterdiepte is (Schep et al, 2015, Jaarsma et al, 2020) of in een range van 0,5 en 1 ligt (van Geest et al., 2022). Dus bij een waterdiepte van 1 m moet het doorzicht groter dan 0,6m zijn.

*Resultaten*

De geïnventariseerde veenweidesloten zijn ondiep: de mediane waterdiepte op de diepste plek in het dwarsprofiel (vaak het midden van de sloot) is 37cm (Figuur 3-15). In veel gebieden (35% van de sloten) zijn sloten te ondiep (<0.35cm) voor de optimale groei van ondergedoken planten.

In meer dan de helft van de sloten valt voldoende licht op de waterbodem voor plantengroei (fotosynthese). Belangrijke oorzaak dat er voldoende licht op de bodem valt, is omdat de sloten zo ondiep zijn. Als deze sloten tot een voor vegetatie gewenste diepte (>35 cm) worden verdiept kan het doorzicht wel beperkend worden voor plantengroei (Figuur 3-15).

Wat betreft de diepte van de geïnventariseerde sloten vallen enkele gebieden/ meetlocaties op: de waterdiepte is waarschijnlijk beperkend voor de groei van ondergedoken waterplanten (<35cm) in de gebieden Waterland, Assendelft, Mijnden, Spaarnwoude, Landgoed Guntherstein, Zaanstreek, Zeevang, Wormer en Jisperveld, Hegewarren, Poppenhuizen, Zuiderveen en Krimpenerwaard.
Sloten in Idzegea zijn opvallend diep (bijna 90 cm) ten opzichte van de mediane waterdiepte, maar ook in Lange Weide, Groot Wilnis Vinkeveen (midden), Staphorsterveen, Blesdijke, Zegveld en de Tol zijn sloten gemiddeld dieper dan 55 cm. In Blesdijke, Zegveld en de Tol zijn de omstandigheden gunstig: water is voldoende diep en er valt voldoende licht op de bodem voor waterplanten (doorzicht/waterdiepte > 0.6).

### 3.2.6 Talud en breedte oevers

*Context*

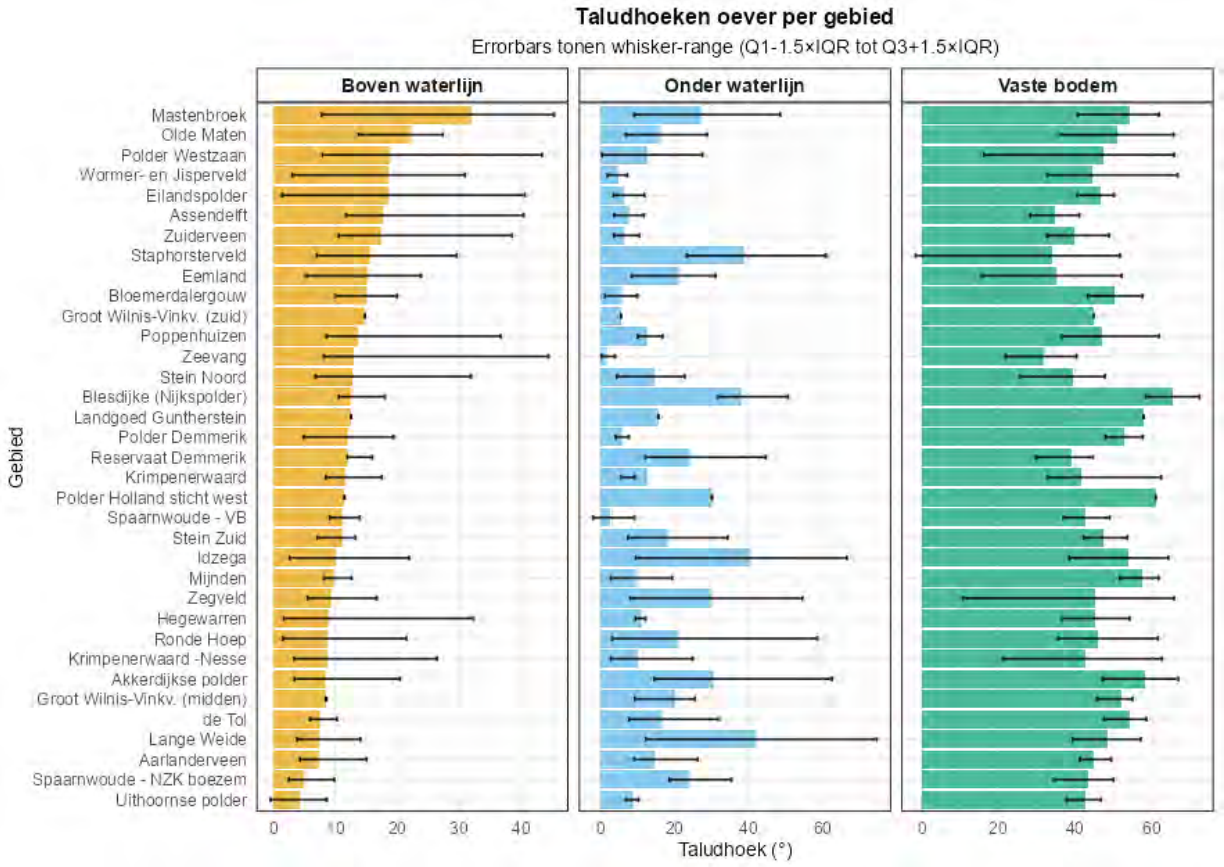
De vorm van oevers is een belangrijk kenmerk van sloten. Flauwe oevers zorgen voor een geleidelijke overgang van nat naar droog en een gevarieerde leefomgeving voor planten en dieren. Oevertaludhoeken zijn lastig nauwkeurig te bepalen, zelfs met de rtk-gps stok waarmee elke paar cm een meting is gedaan zijn deze moeilijk nauwkeurig te kwantificeren. Taludhoeken zijn berekend tussen waterlijn en een punt dat 35 cm hoger ligt Figuur 3-16 links) en tussen waterlijn en een punt dat 35cm lager ligt voor de overgang water en slib ( Figuur 3-16 midden) en water/slib en vaste bodem (Figuur 3-16 rechts).

In VeeST zijn de verschillende zones van de sloot op twee manieren gemeten: op basis van de fysieke vorm en op basis van de aanwezige vegetatie. Voor de vegetatie wordt de breedte van de zones gebaseerd op de aanwezigheid van emergente vegetatie zowel onder (zone 2a) als boven de waterlijn (zone 2b).

*Resultaten*

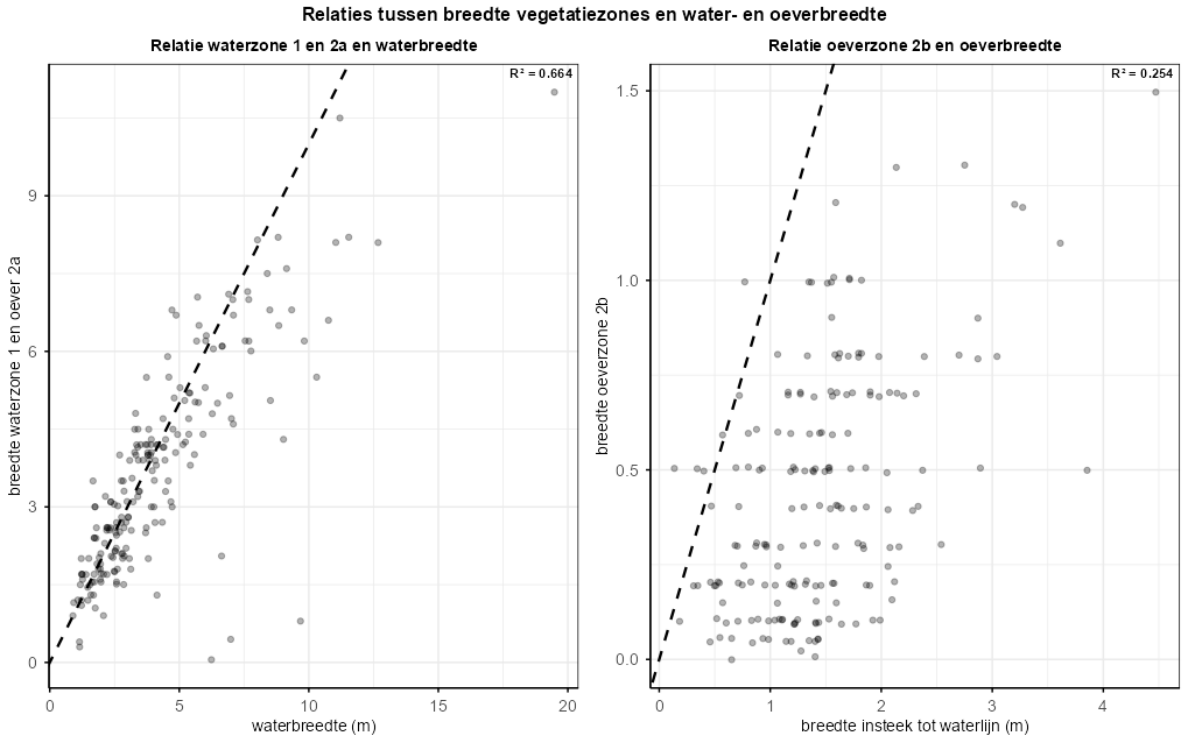
De taludhoek boven water is vrijwel overal flauw, met een taludhoek kleiner dan 45 graden. Dit is positief voor de potentiële biodiversiteit. Alleen in Assendelft liggen sloten met relatief steile oevers.

Onder water verschillen de taludhoeken sterk, afhankelijk van hoe deze worden gedefinieerd; tussen waterlijn en slib of tussen waterlijn en vaste bodem (Figuur 3-16). De taludhoek van de oever onder water tussen waterlijn en slib is overal flauw. De taludhoek tussen de waterlijn en vaste bodem is echter bijna overal steil (40 - 70 graden, Figuur 3-16). Taluds zijn onder de waterlijn meestal flauwer dan 45 graden. Alleen in Idzegea en Lange Weide zijn de taludhoeken op de waterlijn iets steiler dan de rest van de gebieden, maar nog steeds flauwer dan 45 graden.




*Figuur 3-16 Mediane taludhoeken zoals berekend op basis van het ingemeten dwarsprofiel. Taludhoeken zijn berekend tussen waterlijn en een punt dat 35 cm hoger ligt (figuur links) en tussen waterlijn en een punt dat 35cm lager ligt voor de overgang water en slib (midden) en tussen water+slib en vaste bodem (rechts). De errorbars tonen de spreiding van de data ten opzichte van de mediaan. Outliers worden niet getoont omdat de spreiding is berekend op basis van de whisker-range (Q1-1.5×IQR tot Q3+1.5×IQR), net zoals in boxplots. 50% van de data ligt binnen de interkwartielrange, het verschil tussen het 25 en 75 percentiel.*

De relatie tussen de breedtes op basis van de fysieke vorm en op basis van de vegetatie zijn getoond in Figuur 3-17. Boven de waterlijn is de oever tot de insteek tussen 0,5 en 2,5 m breed. Enkele sloten hebben een smallere of bredere oeverzone. Deze breedte komt overeen met de kenmerkende verzakte oeverzone die in het veenweidegebied wordt waargenomen. Deze verzakte zone is het gevolg van de combinatie van beweiding en de beperkte draagkracht (zie paragraaf 3.2.9) Op basis van de vegetatie zijn de helft van de oevers (boven de waterlijn) meer dan 100 cm breed (40cm zone 2b en 60cm zone 3). De fysieke breedte is een stuk breder dan de vochtige oeverzone zoals deze op basis van vegetatie (>75% emergente soorten) is vastgesteld Figuur 3-17.



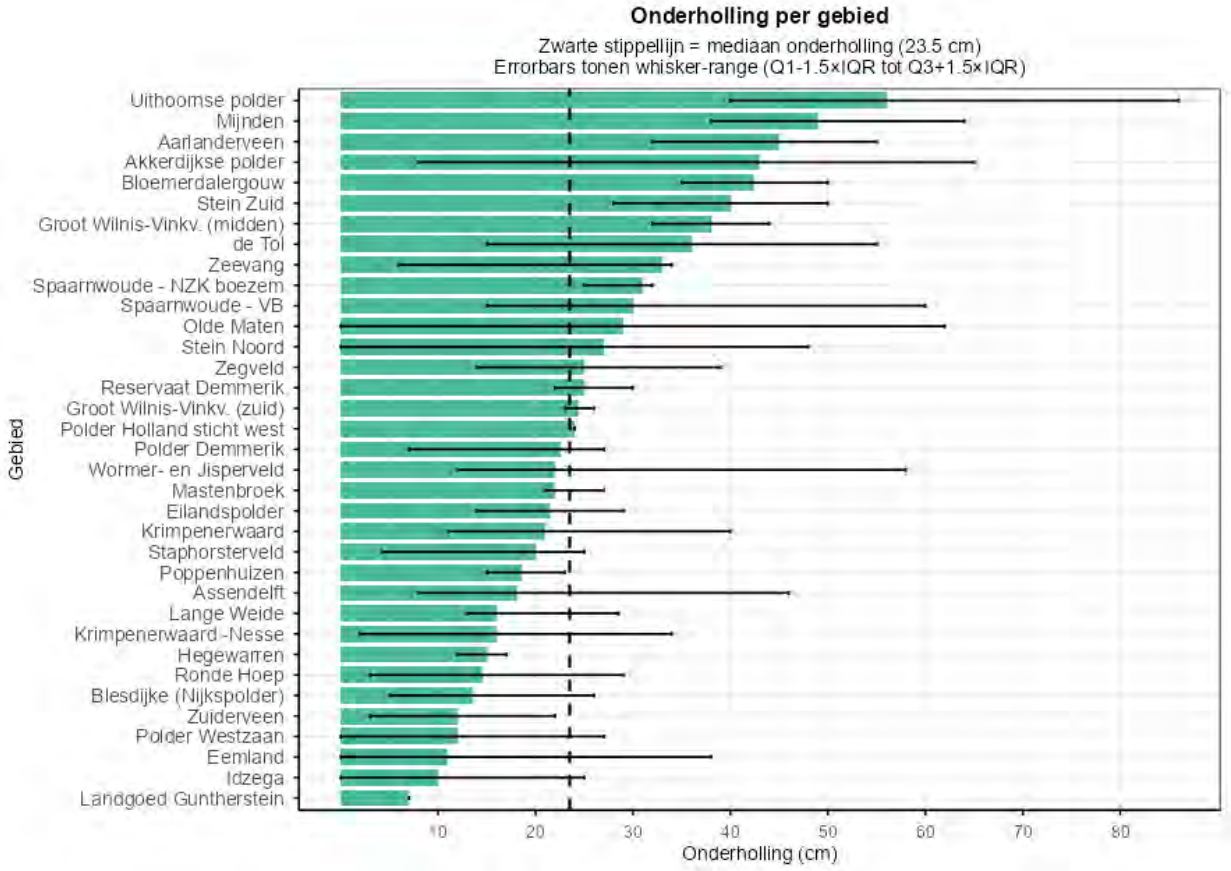

*Figuur 3-17: Relatie tussen breedtes bepaald op basis van het ingemeten slootprofiel en geschatte breedtes van vegetatiezones. De stippellijn geeft de één op één relatie weer.*

### 3.2.7 Onderholling en tompouce

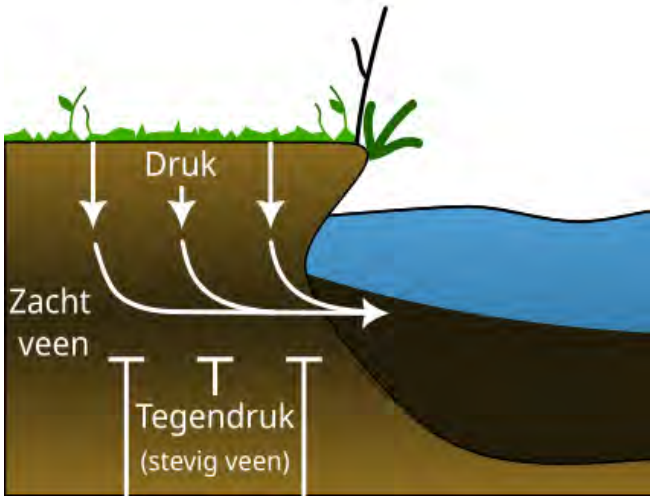
Één van de meest opvallende aspecten aan de veenweidesloten is de gemeten onderholling. In de helft van de sloten is 25cm of meer onderholling gemeten. Onderholling is het fenomeen waarbij onder de waterlijn de oever niet bestaat uit compacte bodem maar uit los slib. De mate van onderholling is de afstand die een stok zonder weerstand onder de oever(vegetatie) kan worden geduwd. Per 100m meettraject wordt dit op vijf plekken gemeten en het gemiddelde gerapporteerd.

In de helft van de VeeST sloten is een onderholling van 25cm of meer gemeten, met een verdeling tussen 0 en 80 cm (**Error! Reference source not found.**). Binnen gebieden is de variatie vrij groot en ook tussen gebieden is een groot verschil zichtbaar. In de verdeling springen Uithoornse polder eruit door de grote mate van onderholling (>50cm), maar ook Polder Mijnden, Aarlanderveen, Bloemendalergouw hebben een grote mate van onderholling (>40cm). Aan de andere kant hebben Eemland, Hegewarren, Blesdijke, Zuiderveen, polder Westzaan, Idzega en landgoed Guntherstein een relatief kleine mate van onderholling (<15cm).

Bij kraggenvorming ontstaat ook onderholling omdat de vegetatie de sloot in groeit over het water. Dit is echter vaak niet de oorzaak van de gemeten onderholling omdat deze verlandingsvegetatie niet in de waterzone aanwezig is (zie paragraaf 3.1.3). De gemeten onderholling lijkt meer het gevolg te zijn van het wegspoelen van dun veraard veen van onder de waterlijn (schematisch weergegeven in Figuur 3-19)



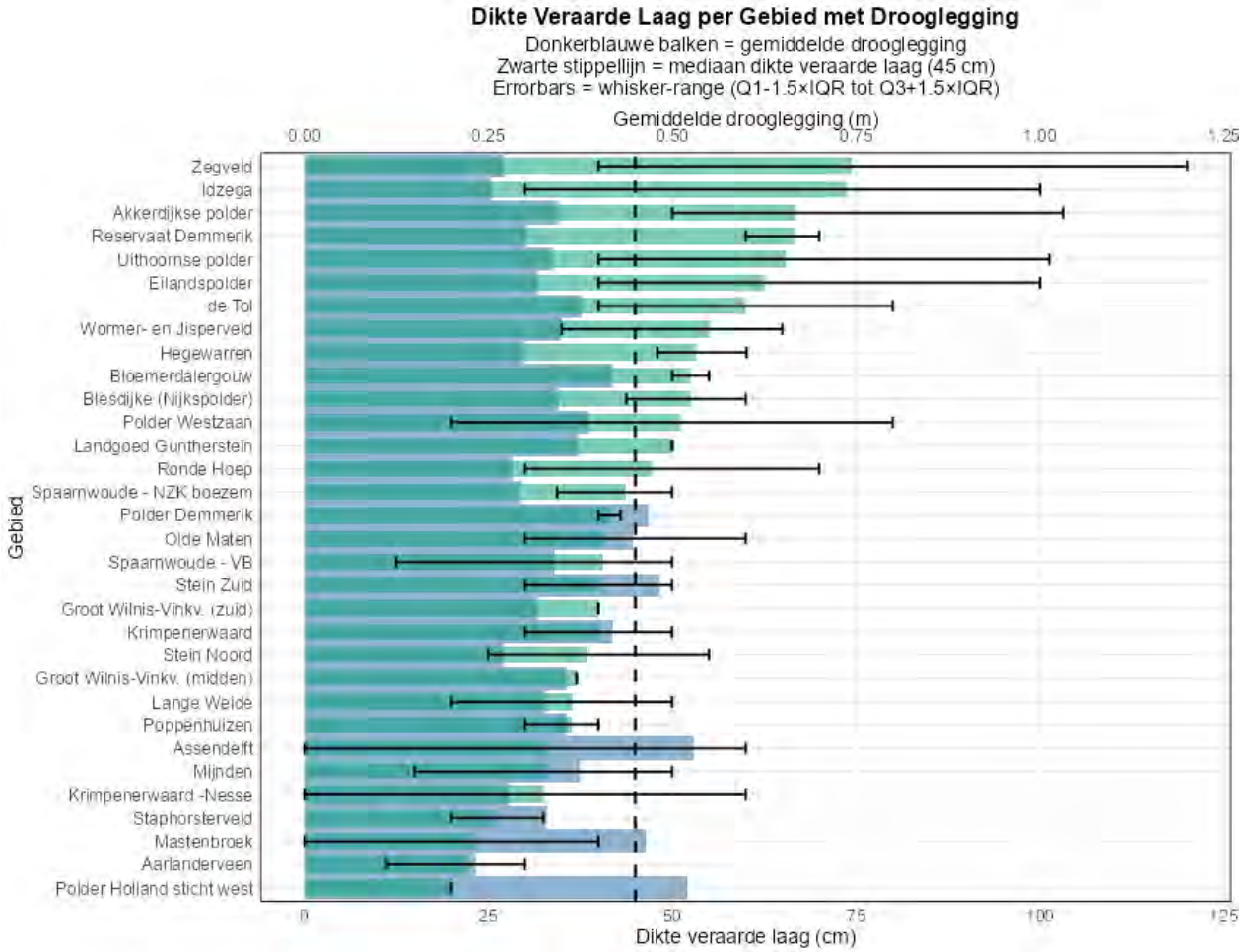

*Figuur 3-18 Mediane onderholling van de oever per gebied. Stippellijn is mediaan van alle locaties in VeeST. De errorbars tonen de spreiding van de data ten opzichte van de mediaan. Outliers worden niet getoont omdat de spreiding is berekend op basis van de whisker-range (Q1-1.5×IQR tot Q3+1.5×IQR), net zoals in boxplots. 50% van de data ligt binnen de interkwartielrange, het verschil tussen het 25 en 75 percentiel.*




*Figuur 3-19 Schematische representatie van onderholling door uitspoeling bodem.*

### 3.2.8 Bodemopbouw

Bij elk meetpunt is op 2 meter uit de waterlijn tot 1 meter diepte de bodemopbouw en de diepte van veen veraarding vastgesteld. De dikte van de veraarde toplaag hangt onder meer samen met het veentype en de drooglegging. Figuur 3-20 toont daarom naast de dikte van de veraarde toplaag ook de drooglegging. De droogleging is bepaald door het verschil tussen het oppervlaktewaterpeil en het hoogste punt van de oever (meestal de insteek).




*Figuur 3-20 Dikte veraarde toplaag in cm (groene balken, onderas) en de gemeten drooglegging tijdens de inventarisatie (bovenas; blauwe balken op de achtergrond). De errorbars tonen de spreiding van de data ten opzichte van de mediaan. Outliers worden niet getoont omdat de spreiding is berekend op basis van de whisker-range (Q1-1.5×IQR tot Q3+1.5×IQR), net zoals in boxplots.nee*

De gebieden kunnen goed worden onderscheiden op basis van veentype (zie verschillende kleuren in Figuur 8-3 in Bijlage 8.5). De verschillende veentypen zijn redelijk evenredig verdeeld over de verschillende gebieden waarbij onderscheid is gemaakt tussen Broekveen, Veenmosveen en Zeggeveen. Assendelft springt eruit omdat dit het enige gebied is dat is gekarakteriseerd als kleiig veen.

De veraarde toplaag is op 2m uit de waterlijn tussen de 25 en 75 cm dik (mediane waarde Figuur 3-20), daaronder is het veen onveraard. De dikte van de veraarde veenlaag is, zoals verwacht mag worden,

meestal groter dan de gemeten drooglegging. Dit komt omdat de grondwaterstand in de zomer uitzakt als gevolg van een netto neerslagtekort (evapotranspiratie van bodem en gewas is groter dan de hoeveelheid neerslag). In het perceel wordt de grondwaterstand hol waardoor zuurstof de bodem indringt en het veen mineraliseert (afbreekt). De mate waarin de grondwaterstand in de zomer uitzakt is afhankelijk van meerdere factoren, waarvan drooglegging, breedte van het perceel (afstand tussen sloten), type veen, en kwel- en wegzijgingsituatie de belangrijkste zijn.

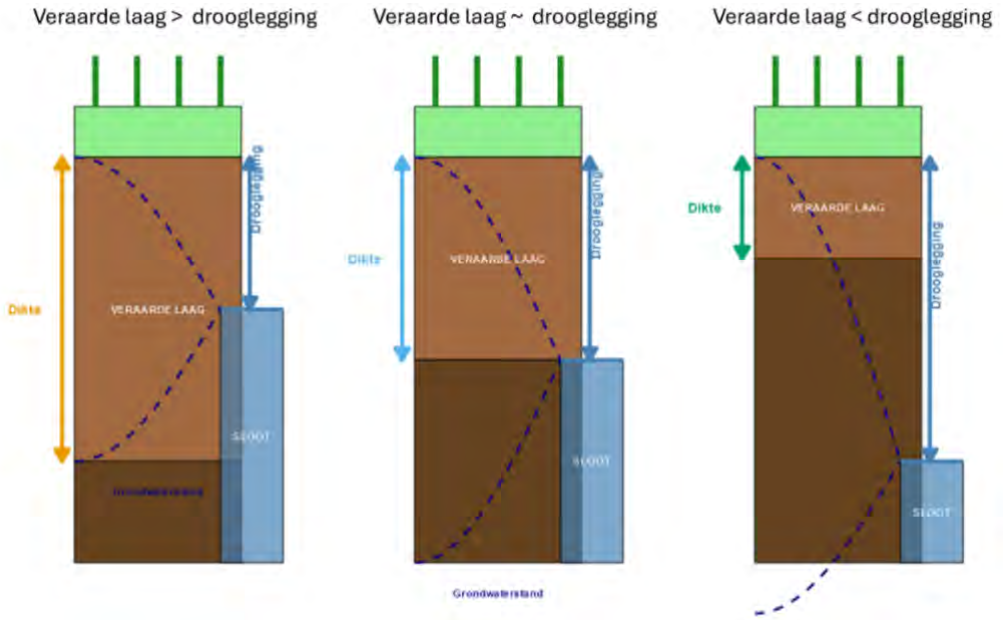
Vooral in gebieden met grote wegzijging (bijvoorbeeld reservaat Demmerik) of gebieden met slecht doorlatend veen (vaak veenmosveen, bijvoorbeeld in Heggewarren) is het verschil groot tussen drooglegging en de diepte van veraarding (Figuur 3-20). In Zegveld en Hegewarren kan het verschil tussen de vrij grote diepte van veraarding en de beperkte drooglegging ook worden veroorzaakt doordat het oppervlaktewaterpeil (en daarmee ook het grondwaterpeil) de afgelopen jaren hoger is geworden, en de drooglegging kleiner is geworden.

De combinatie van een dikke veraarde veenlaag in combinatie met een hoog slootpeil is mogelijk risicovol omdat dit kan leiden tot het tompouce effect (Figuur 3-19) waarbij de waterverzadigde veraarde veenlaag gemakkelijk wordt weggedrukt richting de sloot. Deze hypothese is nu nog alleen gebaseerd op literatuur en niet op data. Het is bekend dat de schuifspanning (de druk die nodig is om veen te doen verplaatsen) van veraard veen lager is dan die van onveraard veen. Vooral waterverzadigd, veraard veen heeft een lage schuifspanning. Bij een geringe perceelbelasting zou deze veenlaag mogelijk weggedrukt kunnen worden richting de sloot. De waterverzadigde veraarde veenlaag met geringe schuifspanning (de gele room in de tompouce) zit tussen de droge bewortelde veraarde veenlaag en de onveraarde veenlaag (de twee koeken in de tompouce) in. Met name in de gebieden Idzega, Zegveld, Reservaat Demmerik, Eilandspolder, Akkerdijksepolder en delen van De Tol is het veen diep veraard ten opzichte van de drooglegging (Figuur 3-20) met een mogelijk verhoogd risico op het ‘Tompouce effect’.

Er zijn ook gebieden, zoals Assendelft, Mijnden, en Staphorsterveen waar de veraarde toplaag gelijk is aan tot beperkt kleiner is dan de drooglegging. Dit is opmerkelijk want het zou betekenen dat op twee meter van de waterlijn het veen ongeveer even diep is ontwaterd als de drooglegging. Mogelijk zijn deze gebieden in het verleden niet diep ontwaterd, is de kweldruk hoog en/of is het veentype weinig waterdoorlatend.

Nog opvallender zijn Mastenbroek en polder Demmerik (meest onderin in Figuur 3-20) waar de veraarde toplaag significant kleiner is dan de drooglegging. Dit past niet in het algemene beeld waarbij de grondwaterstand en de dikte van de veraarde laag wordt beïnvloed door het oppervlaktewaterpeil. In polder Demmerik is het waterpeil medio 2023 met 10–20 cm verlaagd en wordt verwacht dat de veraarde toplaag de komende jaren dikker wordt.

Deze drie type gebieden zijn schematisch weergegeven in Figuur 3-21. Links is het meest vertrouwde beeld waar de dikte van de veraarde veenlaag groter is dan de drooglegging. In het midden is deze ongeveer gelijk aan elkaar mogelijk door kweldruk, recente peilverlaging, en/ of sterk ondoorlatend veen. Rechts is de situatie dat de veraarde veenlaag dunner is dan de drooglegging, mogelijk door recente peilverlaging.



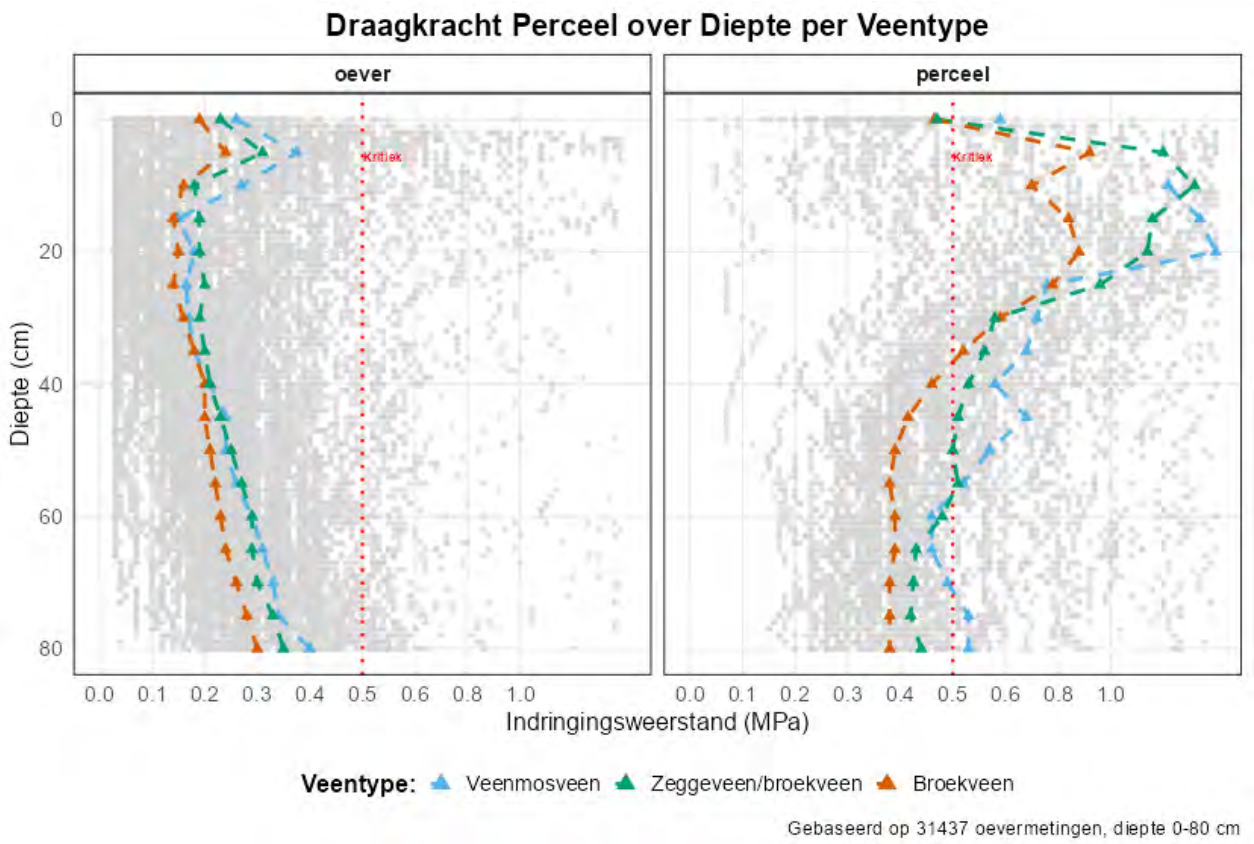

*Figuur 3-21 Schematisch weergave van het verschil tussen de dikte van de veraarde veenlaag en waar deze over gaat in de onveraarde veenlaag ten op zichte van de drooglegging. Links is het meest vertrouwde beeld waar de dikte van de veraarde veenlaag groter is dan de drooglegging. In het midden is deze ongeveer gelijk aan elkaar en rechts is de situatie dat de veraarde veenlaag dunner is dan de drooglegging.*

In aanwezigheid van zuurstof blijkt dat de veenafbraak voor alle veentypen grofweg vergelijkbaar hard verloopt (Brouns, 2016), maar onder anoxische condities (zoals in slootbodems en onder de grondwaterstand) blijken hier verschillen in te ontstaan en lijken riet- en zeggeveen bijvoorbeeld sneller af te breken (Tolunay 2024). Als veen in aanraking komt met zuurstof breekt het dus sneller af, maar veen dat in aanraking is geweest met zuurstof blijft ook sneller afbreken nadat het anoxisch is geworden (Tolunay 2024). Dit is niet alleen relevant voor percelen, maar schijnt mogelijk ook een ander licht op zomer/ winter peilen en veenafbraak rond de waterlijn.

### 3.2.9 Draagkracht oever en perceel

De draagkracht is indirect bepaald door de indringingsweerstand te meten over een diepte van 80 cm in een transect tussen waterlijn en perceel. De draagkracht is gemeten in de oever (2 tot 4 metingen tussen waterlijn en insteek afhankelijk van de breedte van de oever), op de insteek en op het perceel (5 tot 8 meter uit de insteek om verdichting door rij- en/of loopsporen te vermijden). De grenswaarde waarboven de kans op vertrapping klein is, wordt meestal gesteld op 0,7 MPa (Beuving e.a. 1989). Voor een goede draagkracht moet deze dus minimaal 0,7 MPa zijn. Onder de grenswaarde van 0,5 MPa zal zeker vertrapping of rijschade optreden (Holshof et al., 1994 en ook toegepast door Schils et al. 2019). Bij een gemeten indringingsweerstand kleiner dan 0,3 Mpa is het apparaat (penetrometer) zwaarder dan de dragkracht en moet dus met kracht het wegzakken worden begeleid.

De draagkracht van de oever is overal (fors) lager dan van het perceel (Figuur 3-22). In de oever is de draagkracht echter zo beperkt dat overal vertrappingsschade is te verwachten (draagkracht is lager dan de grenswaarde van 0,5 Mpa). Dit is bij vrijwel alle meetlocaties het geval (lichtgrijze puntjes in Figuur 3-22). Er zijn enkele oevers waar de draagkracht in de toplaag wel voldoende hoog is voor weidend vee.




*Figuur 3-22 Draagkracht gemeten op verschillende diepten ten opzichte van maaiveld. Per metpunt zijn in de oever meerdere metingen, en op het perceel één meting uitgevoerd. Mediane waarden zijn per veentype weergegeven. De lichtgrijze puntjes zijn de indivduele datapunten.*

Het is verder opvallend dat in de oever onder de bovenste 5 tot 10cm de draagkracht afneemt. Tussen 15 en 30cm diepte is de draagkracht minimaal; de pentrometer zakt met minimale weerstand door het veen. Dit komt overeen met de geobserveerde onderholling (paragraaf 3.2.7). Vanaf zo'n 30cm diepte neemt de draagkracht langzaam weer toe. Mogelijk dat dit overeenkomt met de mate van veraarding van het veen. Er is in de oever geen verschil tussen de verschillende veentypes wat betreft draagkracht.

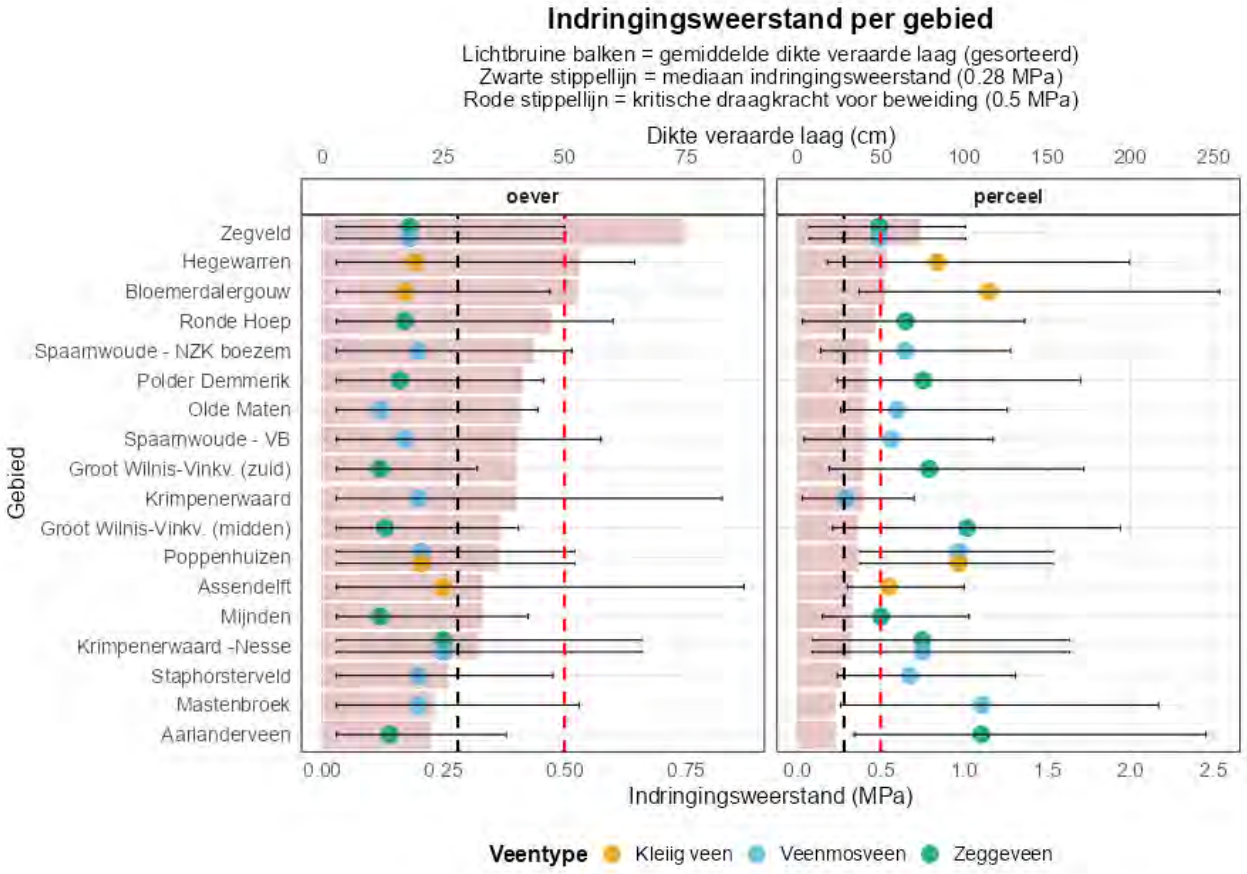
Op het perceel is de draagkracht in de bovenste 20cm in principe voldoende hoog voor agrarisch gebruik en is geen schade door machines en weidend vee te verwachten. Op enkele locaties (lichtgrijze puntjes in Figuur 3-22) is de draagkracht op het perceel ook onvoldoende hoog om vertrappingsschade te voorkomen. Op het perceel is het opvallend dat onder deze toplaag van zo'n 20cm de draagkracht sterk afneemt tot de kritieke grens van 0,5Mpa. Broekveen lijkt een beperktere draagkracht te hebben dan Zeggeveen en Veenmosveen, niet alleen in de toplaag, maar ook in de diepere bodemlagen.

De verlaagde draagkracht op zo'n 20-30cm diepte kan een indicatie zijn voor het 'tompouce' effect. Waarschijnlijk wordt deze diepte bepaald door de dikte van wortelzone. In de oever is ook een toplaag met een grotere draagkracht, van slechts zo'n 10cm dik. De oevervegetatie wordt gekenmerkt door terrestrische grassen. Deze houden niet van permanent natte omstandigheden en hebben dus maar een beperkte bewortelingsdiepte. Het is lijkt aannemelijk dat de toplaag van de 'tompouce' zijn

stevigheid ontleent aan de beworteling van de vegetatie. Het is niet aannemelijk dat de mate van waterverzadiging bepalend is voor deze stevige toplaag. Zoals eerder aangegeven wordt de schuifspanning kleiner bij waterverzadigd veraard veen. De metingen zijn echter in vanaf half mei uitgevoerd en het is daarom de verwachting dat de grondwaterstand dieper is dan de 25 tot 30cm waaronder de draagkracht op het perceel sterk afneemt.

Met het tompouce effect is het de verwachting dat op diepte het onveraarde veen een grotere draagkracht heeft dan het waterverzadigde veraarde veen. De metingen geven echter geen indicatie dat de draagkracht op diepte toeneemt. Dit was in de oever wel het geval. Mogelijk zijn de metingen niet diep genoeg op het perceel om bij de stevigere laag uit te komen.

Opvallend is dat er geen relatie lijkt te zijn tussen de gemeten draagkracht en drooglegging en ook niet met de dikte van de veraarde toplaag (Figuur 8-4, Bijlage 8.5). Op de oever is dit misschien logisch omdat de draagkracht daar overal beperkt is. Op het perceel was wel een relatie verwacht tussen draagkracht en drooglegging dan wel diepte van veraarding. Op basis van de data die in 2024 is verzameld kan deze relatie niet worden gelegd.




*Figuur 3-23 Indringingsweerstand van de bovenste 40 cm van de oever en het perceel. Met de gemeten bandbreedte (gemiddelde + standaarddeviatie) per gebied. Op de achtergrond is de gemiddelde dikte van de veraarde veenlaag getoond. Hier zijn de gebieden ook op gesorteerd.*

De variatie in draagkracht tussen en binnen gebieden is getoond in Figuur 3-23. Tussen gebieden is de variatie in de draagkracht van de oeverzone beperkt. Binnen gebieden kan de draagkracht van de

oever echter wel sterk verschillen. Op het perceel is er wel een verschil in draagkracht tussen de gebieden, maar vooral ook binnen gebieden is de variatie groot (Figuur 3-23). De toplaag van de percelen in Hegewarren, Bloemendalergouw, Groot Wilnis Vinkeveen midden, Mastenbroek, Staphorsterveen en het kleiig veen gedeelte van Poppenhuizen hebben een relatief grote indringingsweerstand vergeleken met de mediaan van VeeST. Hegewarren is veenmosveen met gelaagde opbouw (Spalterveen) waarvan bekend is dat hydraulische doorlatendheid zeer klein is (veel kleiner dan het mesotrofe veen in het westen). Ook Bloemendalergouw is van dit type veen en heeft een grote draagkracht. Hoewel Assendelft en het nabijgelegen Zuiderveen ook als veenmosveen op de bodemkaart staan, blijkt uit de bodemprofielen dat de toplaag van de bodem (0-50 cm) vooral uit klei bestaat en de onveraarde veenlaag zich rond of onder de grondwaterstand bevindt.

Tegen de verwachting in kon de draagkracht niet worden verklaard op basis van drooglegging, diepte van veen veraarding, of type veen. Uit de analyse van alle data moet nog blijken wat de sturende factoren zijn voor deze variatie in draagkracht. Mogelijk dat onderhoudsbeheer en de daaruit volgende vegetatiesamenstelling (bewortelingsintensiteit en -diepte) hier een rol in speelt.

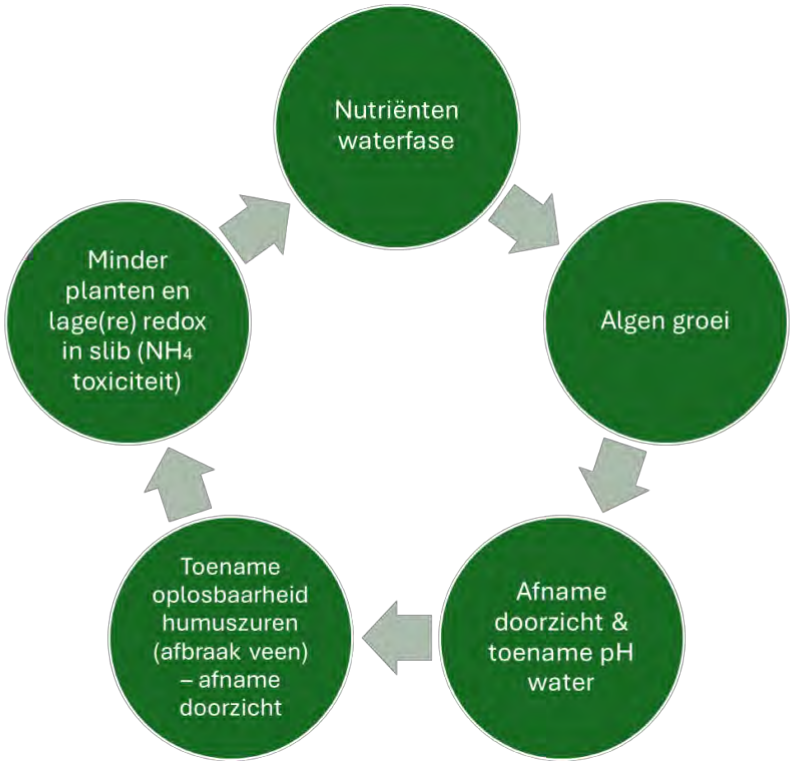
## 3.3 Samenstelling water, bodem en slib

### 3.3.1 Belangrijkste conclusies samenstelling water, bodem en slib

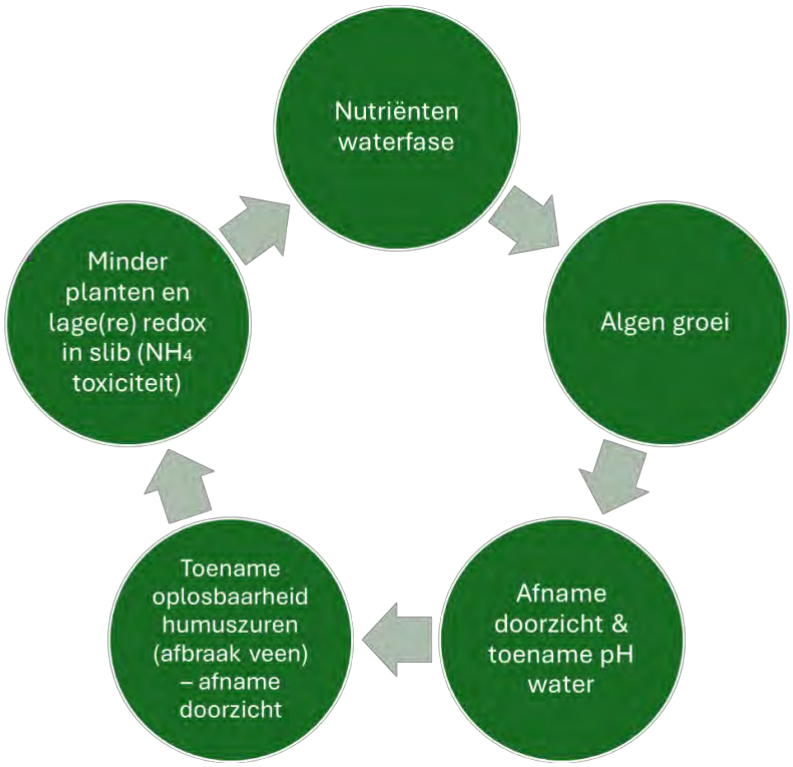
De samenstelling van water, bodem en slib bepaalt de (leef)omstandigheden voor vegetatie en fauna en geeft inzicht in (voor de waterkwaliteit) relevante processen die plaatsvinden in de oever, het slib en het water. In veel veenweidesloten bestaat een vicieuze cirkel die een ongewenste ecologische toestand stabiliseert – zelfs zonder de grote negatieve impact van rivierkreeften of woelende vissen zoals karper. De aanwezigheid en soortenrijkdom van vegetatie in het water wordt in sterke mate bepaald door de nutriëntenrijkdom in zowel de waterfase als het slib, en door de aanwezigheid in het slib van toxische verbindingen zoals ammonium en sulfide.

De beschikbaarheid van zowel nutriënten als potentieel toxische verbindingen zijn sterk afhankelijk van redoxprocessen. Redoxprocessen zijn relevant in milieus waar de beschikbaarheid van zuurstof beperkend is, of kan worden bij de afbraak van organische stof. Dat is het geval in het slib in de sloot. Het slib bestaat uit organische stof dat het product is van erosie (het tompouce effect) en van resten van planten en algen die in de sloot groeien. Erosie vindt vooral plaats onder de waterlijn; het gehalte aan inerte elementen in de toplaag van het slib is vergelijkbaar is met de diepere bodemlaag (25-50cm) van de oever en minder vergelijkbaar met de toplaag (0-25cm) van de bodem in de oever.

De voorgestelde (zelf-versterkende) vicieuze cirkel (




Figuur 3-24) bestaat eruit dat in de waterfase primaire productie van algen plaatsvindt, gedreven door de beschikbaarheid van nutriënten in die waterfase. Primaire productie van algen leidt ertoe dat het doorzicht beperkt wordt en dat de pH van de waterfase toeneemt. De relatief hoge pH van de waterfase contrasteert met de pH van het veen waardoor de oplosbaarheid van humuszuren in het veen toeneemt. Mogelijk leidt dit




*Figuur 3-24 Negatieve feedback loop tussen nutriënten – algen – pH - vegetatie en redoxprocessen in slib.*

ook tot een hogere afbraaksnelheid van het veen. Meer humuszuren leidt ook tot een beperkter doorzicht. De groei van waterplanten, die belangrijk zijn voor de aanvoer van zuurstof, wordt hierdoor beperkt. De anaerobe (zuurstofloze) microbiële afbraak van makkelijk afbreekbare organische moleculen in het slib leidt tot een afname van het redoxpotentiaal in het slib. Bij de anaerobe afbraak van reactief organisch materiaal komen onder andere anorganisch koolstof, stikstof en fosfor vrij in de vorm van $CO_2$ en bicarbonaat, ammonium en fosfaat.

Fosfaat wordt in het slib vooral beschikbaar door interne eutrofiëring: het oppervlak in de vorm van ijzer(hydr-)oxides waar fosfaat aan wordt gebonden gaat door redoxprocessen deels in oplossing waardoor het fosfaat ook vrijkomt. In alle gebieden is het slib zo gereduceerd dat dit proces optreedt. De beschikbaarheid van fosfaat in de waterfase is mogelijk in grote mate het product van redoxprocessen in het slib en in mindere mate van af- uitspoeling van anorganisch P uit percelen. Het vrijkomen van fosfaat uit het slib is weer voeding voor de algen en maakt de cirkel rond.

Ammonium is een voedingsstof, maar is in te hoge concentraties toxisch. Ammonium in het poriewater het slib wordt vooral beïnvloed door afbraak van organisch materiaal (algen, plantenresten, geërodeerd veen en mest) en wordt niet gedenitrificeerd als er geen zuurstof is. In alle gebieden bereikt ammonium in het poriewater toxische concentraties voor enkele soorten onderwaterplanten, en in sommige gebieden is het ammonium in het slib zo hoog dat het toxisch is voor vrijwel alle soorten onderwaterplanten.

### 3.3.2 Zuurgraad water, slib en oevers

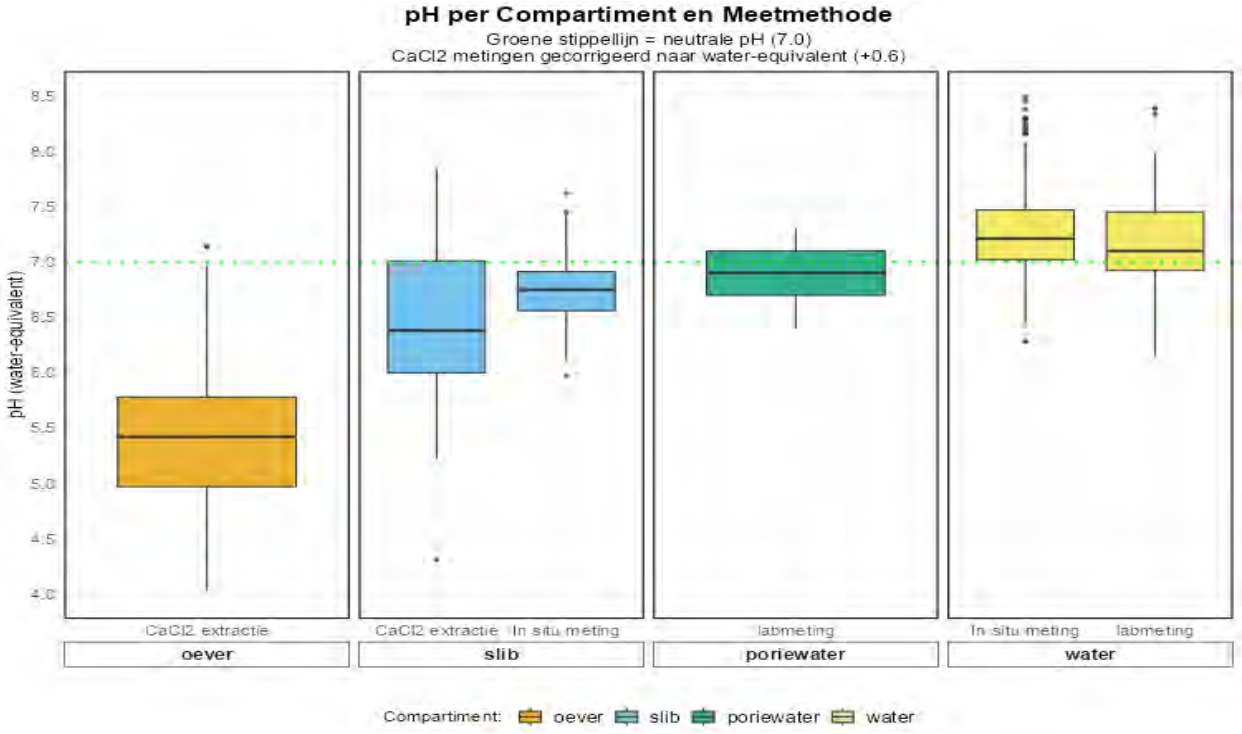
De pH neemt toe in de volgorde veenbodem, slib, poriewater slib en is het hoogst in het oppervlaktewater voor alle gebieden samen (Figuur 3-25) en voor elk gebied afzonderlijk (Figuur

3-26). De mediane waarde van de veenbodem (gemeten in de oever) is pH 5,4 voor alle gebieden samen. De pH op 25 tot 50cm diepte verschilt weinig van de bovenste 25cm. De pH van de veenbodem verschilt binnen en tussen gebieden; de mediane pH varieert tussen 4,3 in Poppenhuizen en 6,3 in Staphorsterveen.

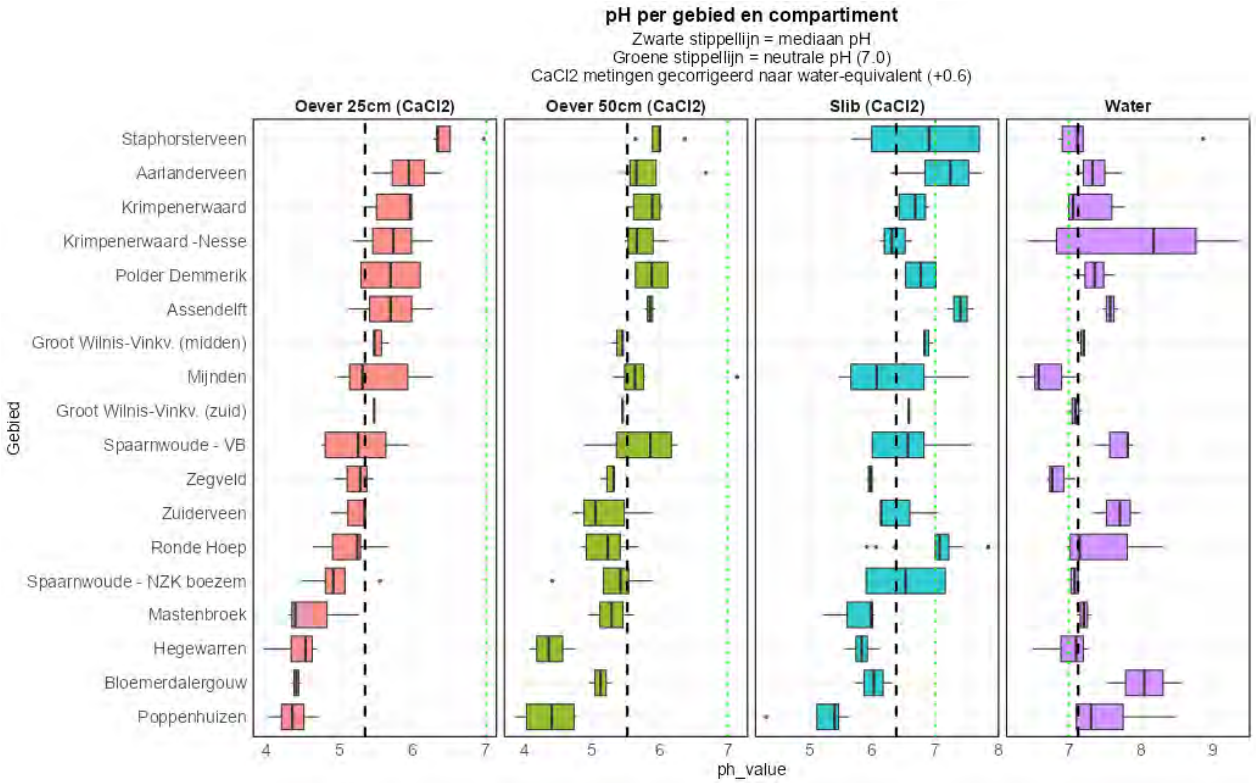
De pH van het slootwater is rond 7,2. In polder Mijnden is de pH lager dan de andere gebieden. Deze polder is aan drie zijden omringd door de Loosdrechtse plassen met een hoger waterpeil. Mogelijk dat kwel hier de pH van het slootwater beïnvloedt. Krimpenerwaard de Nesse en Bloemerdalergouw zijn uitschieters met een hoge pH van het water. Het is niet direct duidelijk wat de reden hiervoor is. Opvallend is dat in Bloemendalergouw de pH van de veenbodem juist laag is.

Van het slib is de pH op drie manieren gemeten: in het veld van het slib als geheel, in het lab van alleen het porievocht (onttrokken met een lysometer) en in het lab van het slib nadat dit eerst was gedroogd. Het poriewater lijkt het meest op de waterfase en het gedroogde slib lijkt het meest op de veenbodem. Toch is de pH van het slib ongeveer 1 pH eenheid hoger dan van de veenbodem.

De pH wordt in de natuur gebufferd. Dit betekent dat met het toevoegen van protonen (H+) of hydroxide-ionen (OH-) een verandering van pH wordt 'tegengewerkt' door biochemische reacties. De buffercapaciteit neemt toe in de volgorde: water, slib, bodem. Dit heeft tot gevolg dat de pH van water relatief gemakkelijk kan veranderen terwijl de pH van een bodem slechts langzaam verandert.




*Figuur 3-25 pH in verschillende waterige compartimenten en van de oever en het slib (calciumchloride extractie). pH calciumchloride is omgerekend naar waterequivalenten door er een factor 0.6 bij op te tellen ISO 10390:2005 en Van Reeuwijk, 2002).*



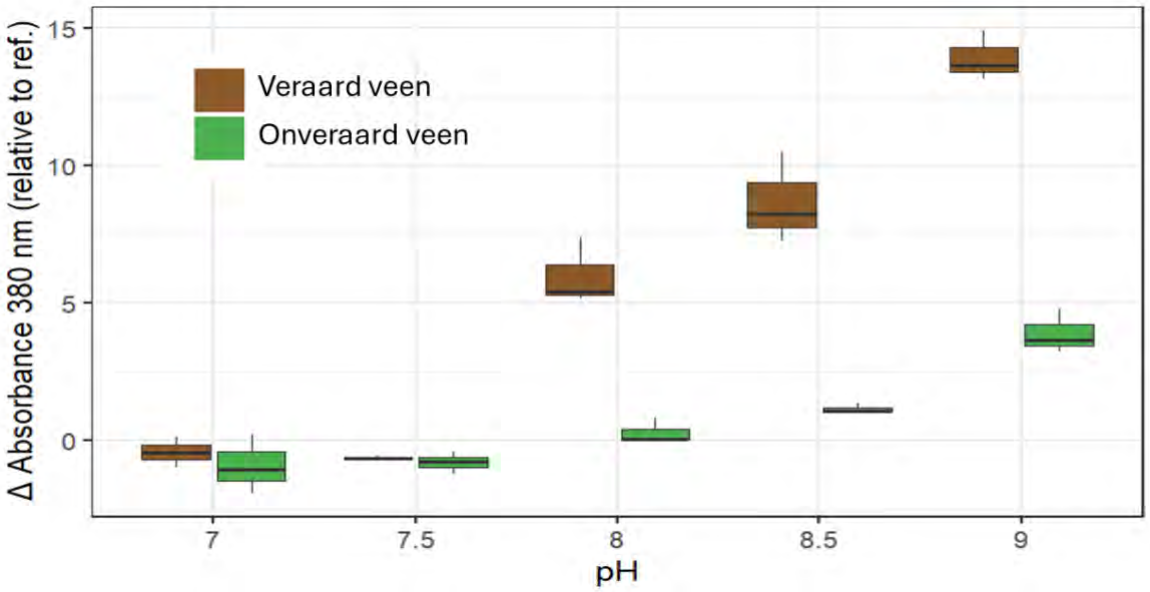

*Figuur 3-26 Gemeten pH per bemonsterd gebied in de oever, het slib en oppervlaktewater. Let op: de schaal op de x-as is anders in de verschillende deelgrafieken.*

In het oppervlaktewater neemt door primaire productie de pH toe. In algen gedomineerde sloten kan de pH toenemen tot lokaal richting een pH van 10. Dit is extreem hoog vergeleken met de pH van het veen (mediaan pH 5,4, Figuur 3-25). Omdat pH een log schaal is, betekent het dat de beschikbaarheid van protonen (H+) tussen water en veen een factor 10.000 verschilt in het extreme geval van pH 10. In de mediane omstandigheden is het verschil in protonenconcentratie tussen water en veen een factor 100.

Indirect beïnvloedt de pH van het water het doorzicht. Een toename in pH in de waterfase leidt tot hogere concentraties opgelost organische stof. Dit effect is groter bij veraard veen dan bij onveraard veen. Een toename in opgelost organische stof heeft een negatief effect op het doorzicht en verslechtert de omstandigheden voor ondergedoken waterplanten. De oplosbaarheid van opgelost organische stof (humuszuren) uit veen neemt toe bij een toename van de pH (o.a. Pschenyckyj et al., 2020). De toename in humuszuren (gemeten als humusextinctie) als gevolg van een hogere pH is in het kader van VeeST ook vastgesteld in een labproef (najaar van 2025). Bij een hogere pH (tussen pH 7 en 9) kleurde het water donkerder (en neemt de lichtabsorptie toe, Figuur 3-27). Hierbij is er een duidelijk verschil tussen veraard en onveraard veen. Uit het veraarde veen komt meer opgelost organische stof/ humuszuur vrij dan uit het onveraard veen boven een pH van 7,5. Humuszuren doven het licht uit waardoor er minder licht op de bodem valt voor plantengroei. Het verschil neemt toe met een toenemende pH.

Dezelfde proef bevestigt ook dat pH een effect geeft op de afbraaksnelheid van veen waarbij veen versneld afbreekt bij een hogere pH (o.a. Prasad et al., 2000). In tegenstelling tot de literatuur waar

een lagere afbraak wordt gemeten voor veraard veen ten opzichte van onveraard veen kan uit de proef juist een hogere afbraak van veraard veen worden afgeleid (gemeten als hoeveelheid base dat nodig is om de pH op peil te houden en zo de bufferreacties in het veen te compenseren). Het verschil tussen veraard en onveraard veen nam toe bij toenemende pH (tussen pH 7 en 9) van het water.




*Figuur 3-27 Relatieve humuszuurconcentraties (gemeten als absoprtie van licht bij 380nm) bij een variatie in pH van het water tussen 7 en 9. In het water waren theezakjes aanwezig met 20 gram veraard of onveraard veen afkomstig van dezelfde locatie in de Krimpenerwaard.*

### 3.3.3 Voedselrijkdom oppervlaktewater

Bij een hoge belasting van nutriënten in het water gaan algen domineren waardoor ze in de sloot 'het licht uitdoen' voor planten die licht nodig hebben. Vanuit waterkwaliteitsmeetnetten (en KRW-beoordeling) zijn grenswaarden gesteld aan de N- en P-concentraties in sloten. Feitelijk is dit onjuist omdat het voorkomen van algen wordt gestuurd door de nutriëntenbelasting, en de gemeten concentratie in het watersysteem een gevolg (en niet de oorzaak) is van verschillende chemische (adsorptie, mobilisatie) en biologische (primaire productie en microbiële afbraak) processen. De belasting is de totale hoeveelheid nutriënten die door een watersysteem stroomt. Zij wordt berekend door de concentraties van (water)bronnen te vermenigvuldigen met het debiet waarmee een bron (zoals inlaatwater) het systeem in stroomt. Wanneer bronnen buiten het watersysteem liggen, zoals bij neerslag, kwel, uitspoeling uit percelen of inlaatwater spreekt men van een externe belasting. Wanneer nutriënten worden gevormd door de afbraak van organisch materiaal of P-mobilisatie in de waterbodem wordt dit interne belasting genoemd. De interne belasting wordt besproken in 3.3.5.

Hoewel de concentratie in het oppervlaktewater gemakkelijk te meten is, is dit slechts een momentopname die beperkt informatie geeft over de werkelijke hoeveelheid nutriënten in verschillende componenten (planten, algen, fauna, het sediment en opgelost in het water) van het watersysteem, de temporele variatie en de grootste bronnen. Ook de data die binnen VeeST is verzameld is een momentopname en houdt geen rekening met de grote seizoensfluctuaties die vaak aanwezig zijn en met de beschikbaarheid en opslag in biota, denitrificatie. De metingen in het slib geven wel inzicht in de potentiële nalevering uit de waterbodem. Ook geven de gemeten concentratie

en vooral ook de verhouding tussen de organische en anorganische fractie en tussen N en P een indicatie van de voedselrijkdom van het watersysteem en sturende processen.

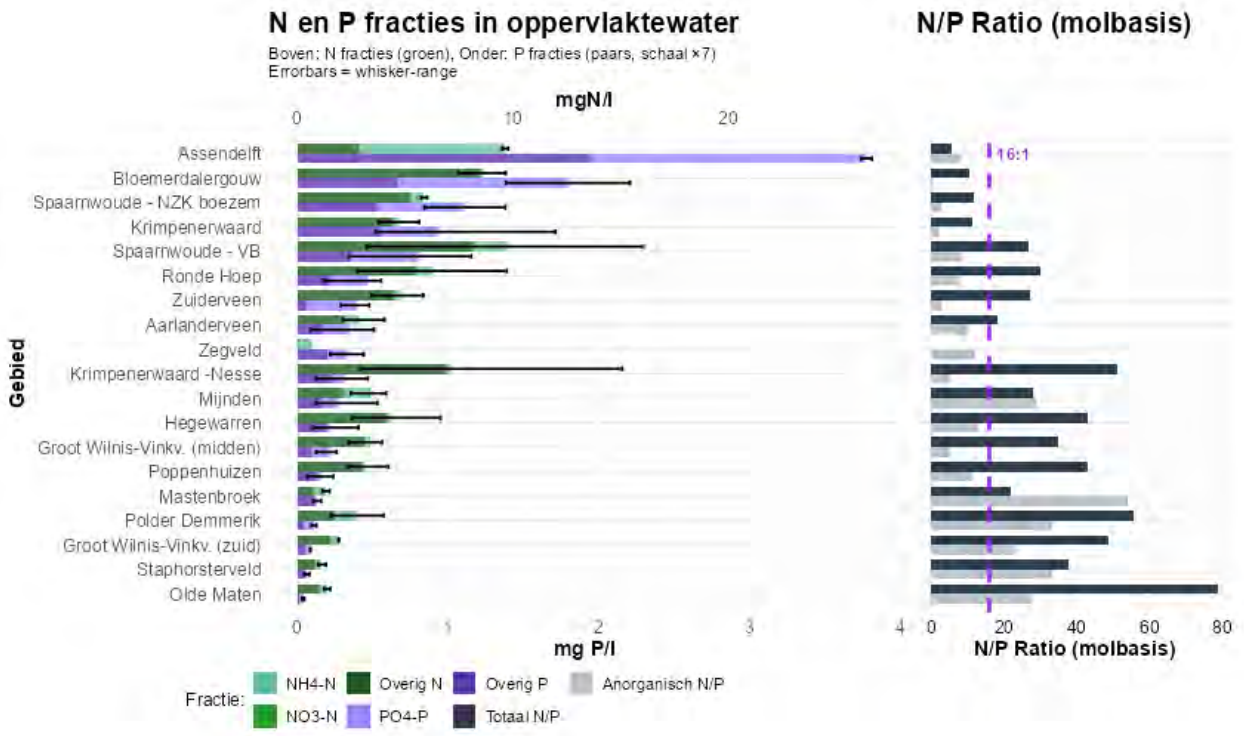
In alle sloten is de concentratie gemeten[1] (Figuur 3-28) van stikstof (N) en fosfor (P) en de verschillende vormen waarin deze kunnen voorkomen. N- en P concentraties verschillen sterk tussen gebieden. Assendelft springt eruit door de zeer hoge P-concentraties van rond de 4 mg/l. Ook in Bloemendalergouw, Spaarnwoude en Krimpenerwaard zijn de P-concentraties zeer hoog in het water ten opzichte van de algemeen gehanteerde grenswaarde van 0,15 mg/l voor P-totaal in veenpolders. In dezelfde polders als waar de P-concentratie hoog is, is ook de N-concentratie hoog. Daarbij zijn N-concentraties ook hoog in Krimpenerwaard de Nesse, Ronde Hoep, Zuiderveen en Hegewarren.

Onderscheid is gemaakt tussen vormen die direct beschikbaar zijn voor opname door algen en planten voor P (ortho P, $PO_4$-P) en N (nitraat ($NO_3$) en ammonium ($NH_4$)). De 'overige' vormen van N en P zijn voornamelijk organische moleculen zijn. Deze moeten eerst worden afgebroken voordat ze kunnen worden opgenomen.

Een hoge direct beschikbare P-fractie (lichte deel van de balk in Figuur 3-28) is vaak een indicatie van een hoge achtergrondbelasting vanuit kwel (Assendelft) en/of een grote nalevering van P uit de waterbodem (Spaarnwoude, Krimpenerwaard, Ronde Hoep, Zuiderveen, Aarlanderveen).

Totaal stikstof bestaat vooral uit een organische fractie. In de aanwezigheid van zuurstof wordt ammonium ($NH_4$) deels omgezet naar nitraat ($NO_3$) via nitrificatie. Dit gebeurt zowel in het oppervlaktewater als in het geoxideerde toplaagje van het slib op de waterbodem wanneer daar voldoende zuurstof aanwezig is. In het zuurstofloze slib vindt vervolgens denitrificatie plaats waarbij nitraat wordt afgebroken tot stikstofgas. Hierdoor zijn de anorganische stikstofconcentraties in de zomer vaak erg laag in het oppervlaktewater. Alleen in Assendelft is de fractie direct beschikbaar N (ammonium) hoger dan de organische N-fractie omdat ammonium hier niet wordt genitrificeerd.

[1] *P-totaal is niet op dezelfde wijze bepaald als in de waterschapslaboratoria omdat het monster is gefilterd voor de meting (ICP-MS) waardoor de concentratie lager is dan P-totaal zonder filtratie.*




*Figuur 3-28 N en P concentratie gemeten in het oppervlaktewater. N en P zijn uitgedrukt in mg/l, waarbij N is uitgezet op de bovenste x-as en P op de onderste x-as. De as van N is 7x hoger dan voor P; bij staven die even hoog zijn is de N/P verhouding 7 (gewichtsbasis), de N/P-ratio wordt gegeven op molbasis. Voor dit figuur is alleen data van 2024 beschikbaar.*

Stikstof, fosfor of beide kunnen limiterend zijn voor algengroei. De optimale verhouding tussen nutriënten voor algengroei verschilt per algensoort en daarom kan er vaak co-limitatie optreden in een watersysteem. In veel watersysteemanalyses gaat men er echter vanuit dat bij een N/P-ratio kleiner dan 4,5 (<14 op molbasis) N het limiterende nutriënt is, tussen de 4.5 en 6 (14-16 op molbasis) N of P limiterend is en boven de 7 (16 op molbasis) P limiterend is. Deze grenswaarden zijn bepaald op basis van de door Redfield bepaalde grens voor N- en P-limitatie (7,2 g/g en 16 mol/mol) en op basis van het proefschrift van Jan Janse (Redfield, 1958 en Janse, 2005). De Redfield ratio is 16:1, wat betekent dat een alg meestal 16 keer zoveel mol N als P bevat. Naast de N/P-ratio moet ook naar absolute concentraties worden gekeken; bij hoge concentraties (genoeg voor maximale groei) zullen deze nutriënten geen limiterende factor zijn voor woekering van planten (zie bijv. ook H8 proefschrift Verhofstad, 2017), waaronder algen en kroos. De N/P-ratio kan zeer sterk variëren in de biomassa van de verschillende kroossoorten die Nederland rijk is (zie bijv. Fig. 4 H1 proefschrift Verhofstad, 2017 en literatuur daarin). Datzelfde geldt trouwens voor de onderwaterplanten.

In bijna alle gebieden is de N/P-ratio (mol/mol) groter dan 16 (paarse balk is korter dan groen). Dit geeft aan dat in de meeste gebieden P limiterend is voor algen. Uitzonderingen zijn de gebieden waar zeer hoge P-concentraties zijn gemeten en waar ook de N/P-ratio groter is dan 16. In deze gebieden zijn concentraties zo hoog dat zowel P als N niet limiterend zijn voor woekerende algen en/of kroos. Dit zijn de gebieden Assendelft, Bloemendalergouw, Spaarnwoude-NZK (meer brakke invloed) en Krimpenerwaard.

In een groot deel van de gebieden is een deel van de totale N én P aanwezig in een direct beschikbare vorm. Wanneer midden in het groeiseizoen (zoals gemeten met VeeST) nog hoge concentraties aan N en P beschikbaar zijn, is dit een indicatie dat deze nutriënten niet limiterend zijn voor de groei van algen en/of kroos. N/P ratio in oppervlaktewater is dan een gevolg van nutriëntenlimitatie en niet de oorzaak. Een hoog N/P ratio kan een indicatie zijn van P limitatie, maar ook het gevolg van zeer hoge concentraties N én P.

### 3.3.4 Samenstelling slib: redoxpotentiaal

*Context*

Het redoxpotentiaal is een belangrijke resultante van de biogeochemische processen die zich in het slib afspelen. Deze is in het veld in de toplaag (bovenste 10cm) van het slib gemeten. Micro-organismen breken organische stof af (oxideren) waarbij ze een ander molecuul (reductor) gebruiken. Zuurstof geeft de meeste energie. Dit wordt daarom ook als eerste verbruikt. Als het zuurstof op is worden andere moleculen gebruikt die minder energie geven dan zuurstof. Dit zijn in volgorde van energielevering: nitraat, geoxideerd mangaan, geoxideerd ijzer, sulfaat en als laatste $CO_2$ waarbij methaan vrijkomt (methanogenese). Het redoxpotentiaal is een indicatie voor welke afbraakprocessen op dat moment spelen.

Een eenmalige steekmonster van het oppervlaktewater geeft een zeer beperkt beeld van werkelijke fysisch chemische omstandigheden gedurende de dag of het hele jaar omdat er, in tegenstelling tot het poriewater van (water)bodems, zeer veel temporele en ruimtelijke variatie is in een enkele sloot; zuurstofconcentraties vertonen een sterk dag-, nachtritme en variëren over diepte als er veel mineralisatie plaatsvindt in de waterbodem of als het water opwarmt en er microstratificatie optreedt. Het redoxpotentiaal laat een ander, robuuster beeld zien dan zuurstof. Redoxpotentiaal (Eh) is robuuster dan opgeloste zuurstof ($O_2$) voor het karakteriseren van reducerende condities in water, omdat Eh een geïntegreerde indicator is van alle redoxkoppels ($O_2$, $NO_3^-$, Mn, Fe, $SO_4$) en minder gevoelig is voor lokale fluctuaties.

*Resultaten*

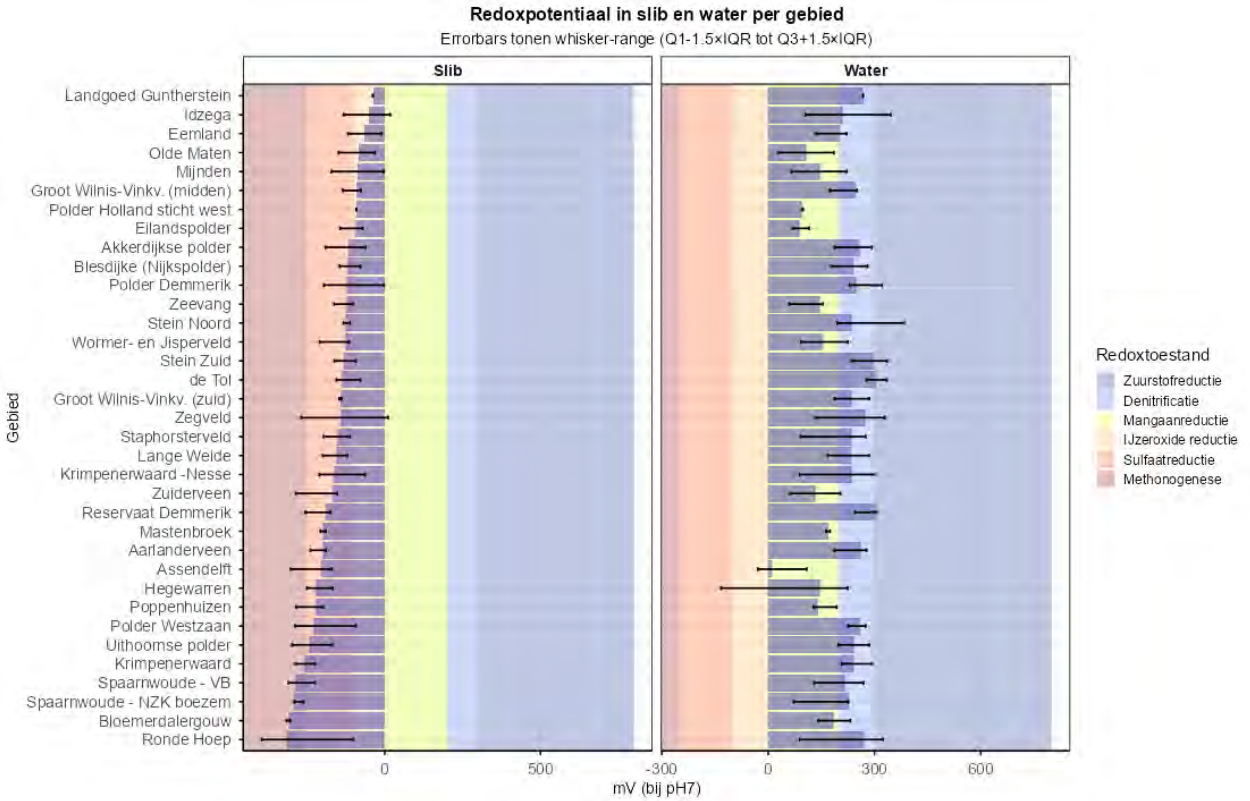
Per gebied is de mediane waarde en spreiding in gemeten redoxpotentiaal getoond in Figuur 3-29.In alle gebieden wordt ijzer(hydr-)oxide gebruikt als reductor voor de afbraak van organische stof. Dit is een belangrijke constatering omdat als ijzer(hydr-)oxide wordt gereduceerd dit leidt tot interne eutrofiëring. IJzer(hydr-)oxide is het belangrijkste oppervlak voor de binding van fosfor (P). Als dit reduceert en het ijzer vrijkomt als het oplosbare $Fe^{2+}$ komt het gebonden P ook vrij. Smolders et al. (2006) constateren dat interne eutrofiëring een belangrijkere bron van P is in veensloten dan de P-belasting vanuit percelen.

Wanneer het redoxpotentiaal daalt vindt ook sulfaatreductie plaats. Hierbij wordt het sulfaat omgezet naar sulfide. Dit sulfide kan neerslaan als ijzersulfide. Dit is belangrijk omdat ijzersulfide onoplosbaar is en het vrije ijzer ($Fe^{2+}$) niet meer terug kan worden omgezet naar ijzer(hydr-)oxide. Het bindingsoppervlak voor P gaat blijvend verloren.

In een aantal gebieden is het redoxpotentiaal in het slib zo laag dat methanogenese plaatsvindt. Dit is het geval in Bloemendalergouw, Ronde Hoep, Spaarnwoude (NZK boezem en Verenigde Binnenpolder) en Krimpenerwaard. De gebieden met de laagste redoxpotentiaal hebben ook de

hoogst gemeten P-concentratie in het water. In Assendelft is de P-concentratie in het water zeer hoog en is ook het slib sterk gereduceerd (grens Fe(III) en sulfaat reductie).

Het overgrote deel van de waterbodem is vrijwel altijd zuurstofloos (anaeroob) met een lage redoxtoestand. Wanneer het oppervlaktewater rijk is aan zuurstof (aeroob), zal het toplaagje van de waterbodem echter aeroob zijn. Dit laagje is vaak slechts enkele millimeters dik (van Diggelen et al., 2014) en daarom niet terug te zien in redoxmetingen van het slib. De zuurstof- en redoxmetingen van het slootwater laten alleen in Assendelft en Zegveld lage zuurstofgehalten zien.




*Figuur 3-29 Redoxpotentiaal van de toplaag (0-10cm) van het slib gemeten in het veld met een redoxelectrode (platina-elektrode, gecombineerd met een zilver/zilverchloride (Ag/AgCl) referentieel element). Gehanteerde redoxintervallen staan in bijlage 8-7.*

## 3.3.5 Voedselrijkdom slib en bodem

### *3.3.5.1 Voedselrijkdom oever en slib*

*Context*

De voedselrijkdom van het slib en de oever is belangrijk voor de aanwezigheid en potentiële ontwikkeling van wortelende water- en oeverplanten. Daarnaast is het slib een belangrijke bron van nutriënten voor het oppervlaktewater. De data die binnen VeeST is verzameld (verschillende fracties aan nutriënten in water, poriewater slib, vaste fase slib en veenbodem) geeft een indicatie van relevante processen en nutriëntenbronnen.

Voor wortelende waterplanten is de ophoping van nutriënten in het poriewater van het slib van belang. Een hoge voedselrijkdom van het slib kan leiden tot woekerende planten. Dit is beter dan

niets, maar suboptimaal voor biodiversiteit. In hoeverre nutriënten (ammonium, fosfaat) ophoopt hangt af van de redoxtoestand van de waterbodem, afbreekbaarheid van het organische stof, de bindingscapaciteit van de bodem en neerslagreacties tussen ijzer en fosfaat.

Voor oeverplanten zijn stikstof en fosfor de belangrijkste sturende voedingsstoffen: hoge concentraties veroorzaken verruiging, waarbij stikstofrijke soorten (gras, brandnetel) kwetsbare oeversoorten verdringen, wat leidt tot lagere diversiteit.

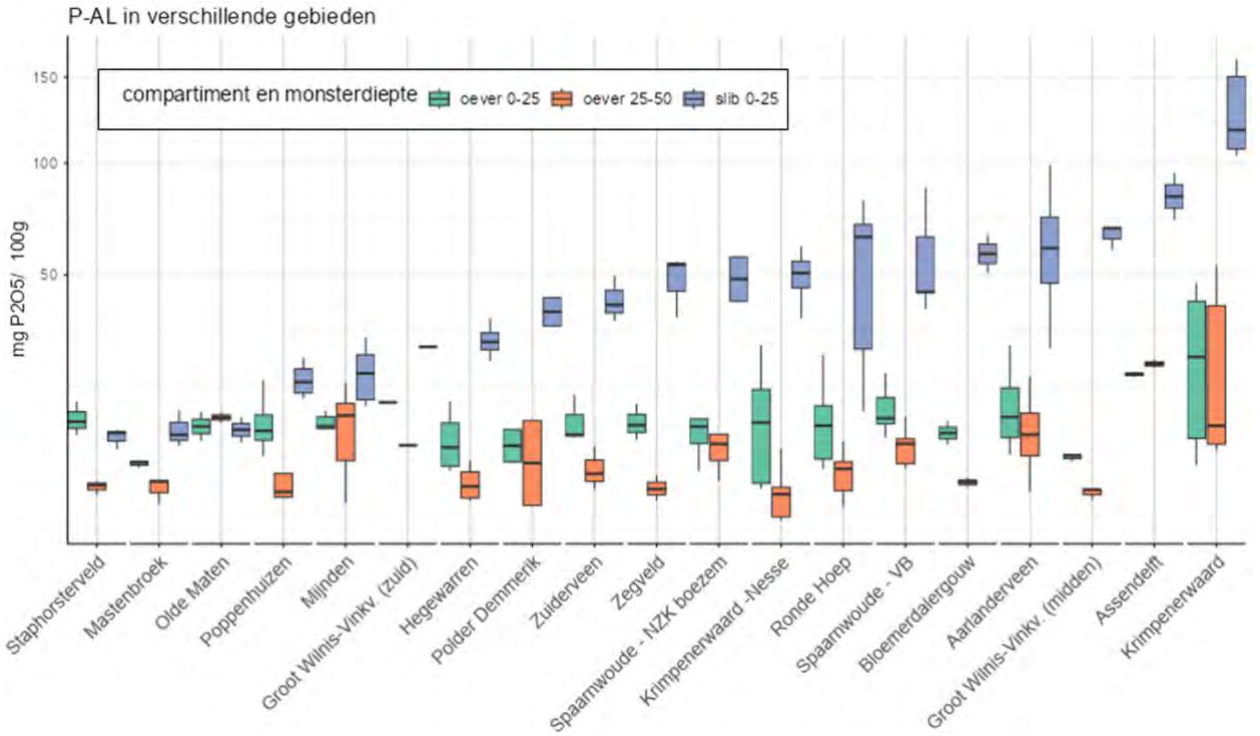
In bodem en slib zijn voor de relatie met (wortelende) vegetatie en algen niet totaal gehaltes maar juist de beschikbare fracties van N en P relevant. In het poriewater wordt de direct (ortho-P) en indirect (organisch P) beschikbare fracties gemeten. Deze fracties kunnen naleveren vanuit het slib naar de waterlaag. In de bodem en de vaste fase van het slib wordt een maat voor de makkelijk beschikbare P voorraad in bodem en slib gemeten (P-AL). Dat P-AL een maat is voor de P-beschikbaarheid wordt onderbouwd door de sterk correlatie met de P-concentratie in het poriewater van het slib (Figuur 8-5 in Bijlage 8.5).

Het anorganisch stikstof in percelen en slib bestaat voornamelijk uit ammonium ($NH_4^+$) en nitraat ($NO_3^-$), maar ammoniumconcentraties zijn vaak veel hoger in slib dan in percelen door de permanent anaerobe omstandigheden in slib die nitrificatie blokkeren (Figuur 8-9). Ook het anorganisch (beschikbaar) stikstof is in de meeste gebieden hoger in de vaste fase van het slib vergeleken met de oever (Figuur 3-31). Ammonium wordt gevormd bij de mineralisatie van organisch materiaal in het slib. De concentratie ammonium en anorganisch koolstof in het poriewater van het slib (Figuur 8-6, Bijlage 8.5) zijn beide een product van mineralisatie en gecorreleerd aan elkaar (Smolders, 2025). Voor de beschikbaarheid van ammonium is de hoeveelheid gemakkelijk afbreekbaar koolstof in het slib belangrijk omdat het de driver is voor afbraakprocessen en het redoxpotentiaal. Reactief organische materiaal is afkomstig van algen- en plantenresten of organisch materiaal (dode plantenresten en organische mest) dat vanaf het land inspoelt.

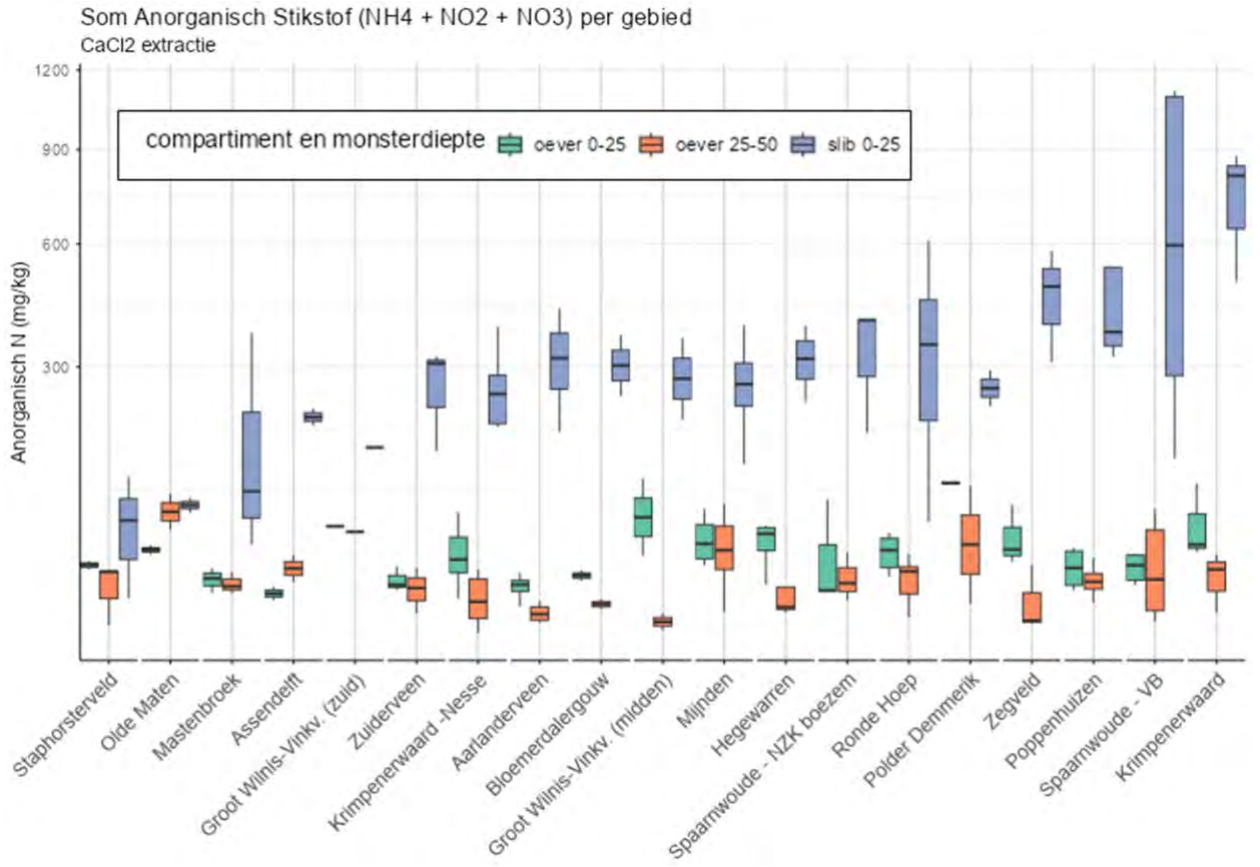
*Resultaten*

De beschikbare P-fracties (gemeten met P-AL) zijn in alle gebieden sterk verhoogd in de vaste fase van het slib vergeleken met de oever (Figuur 3-30). Alleen in Staphorsterveen en Mastenbroek is P-AL vergelijkbaar tussen het slib en de oever. De beschikbare P fractie (P-AL) is in Krimpenerwaard en Assendelft juist zeer hoog en sterk verhoogd in het slib ten opzichte van de oever. Hier is de beschikbare voorraad in de oever en de gemeten P-concentratie in het oppervlaktewater (Figuur 3-28) ook relatief hoog. In het meest extreme geval is in Krimpenerwaard in het slib een P-AL gemeten van 700 mg P/kg met een daarbij horende P-concentratie in het porievocht van 600 µmol/l (19 mg P/l). Dit is niet alleen extreem hoog vergeleken met de norm voor de P-concentratie in het oppervlaktewater (0,15 mg/l) maar ook zeer hoog vergeleken met de landbouwkundige streefwaarde voor de toplaag (0-10cm) van het perceel: P-AL rond 130 mg P/kg (30 mg $P_2O_5$/100g bij een P-$CaCl_2$ van 1 mg/kg).

In de Krimpenerwaard is ammonium, net als P, erg hoog.  is



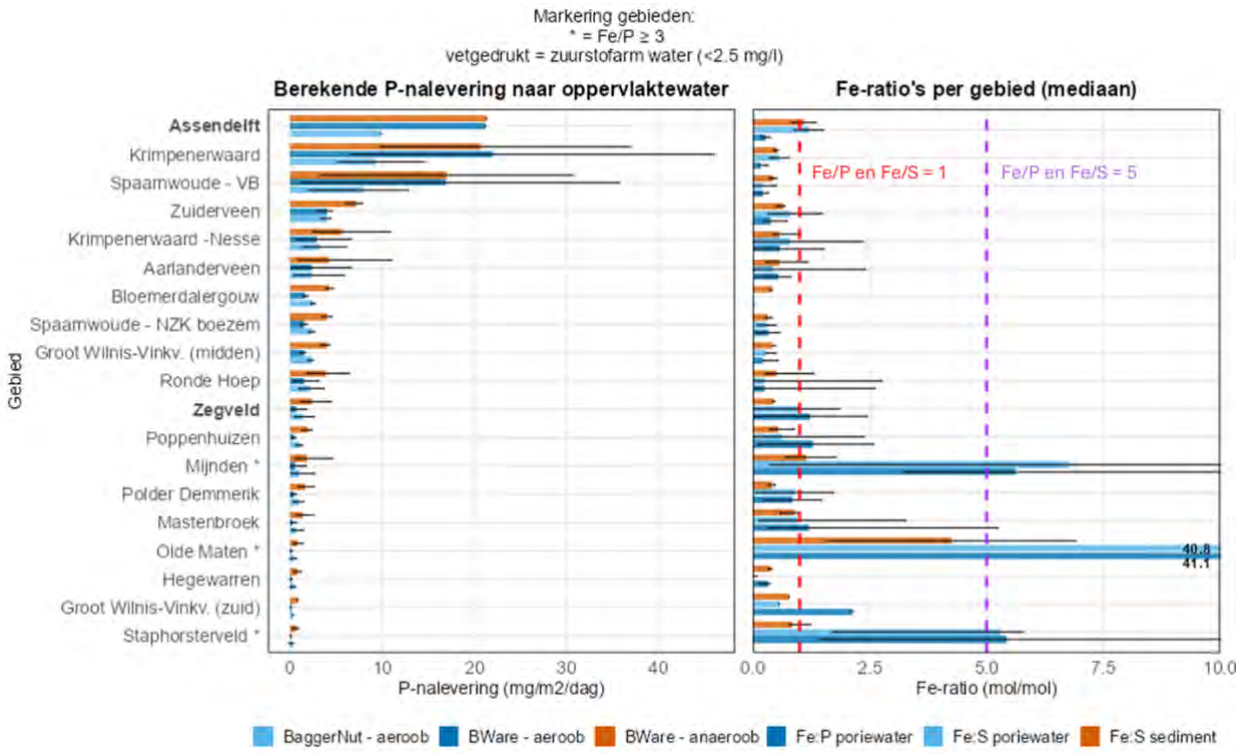

*Figuur 3-30 Maat voor de makkelijk beschikbare P voorraad (P-AL in mg P/kg grond) in de veenbodem en de vaste fase van het slib, spreiding en mediaan getoond per gebieden.*




*Figuur 3-31: Spreiding in de som van ammonium, nitriet en nitraat in calciumchloride extractie in de vaste fase van het slib en de bodem per gebied*

### *3.3.5.2 Nalevering uit het slib*

Fosforconcentraties in het poriewater van het slib zijn altijd hoger dan in de waterlaag. De P-concentratie van het poriewater, maar ook de verhouding tussen de ijzer- (Fe), en P-concentratie van het poriewater, zijn uiteindelijk samen met de zuurstofconcentratie van het oppervlaktewater sturend voor de mate van P-nalevering vanuit het slib naar het oppervlaktewater. Onder zuurstofrijke omstandigheden is de P-nalevering veel lager. Onder zwavelrijke omstandigheden kan in het slib het aanwezige ijzer aan S binden wat bijdraagt aan een hoger risico op P nalevering uit het slib naar de waterlaag (zie paragraaf 3.3.4). Het meten van nalevering onder gecontroleerde aerobe en anaerobe omstandigheden geeft het meest betrouwbare beeld, maar de nalevering kan ook worden geschat op basis van P en ijzer in het poriewater. Er zijn relaties afgeleid in het BaggerNut onderzoek (Witteveen en Bos, 2012) en op basis van data van onderzoekscentrum B-ware in Moria et al. (2025).




*Figuur 3-32: Links: berekende P-nalevering op basis van P, Fe en S in poriewater volgens formules afgeleid in BaggerNut en door Bware. Rechts: ratios tussen ijzer en P en zwavel in aerobe en anaerobe omstandigheden in het water (vlak boven de waterbodem). Gebieden zijn dikgedrukt als er weinig zuurstof is gemeten in het oppervlaktewater en gebieden zijn met een * gemarkeerd als er relatief veel ijzer (Fe/P -ratio > 3) in het poriewater zit. Fe/P of S-ratio van 1 is aangegeven met een rode stippellijn en Fe/P of S-ratio van 5 met een paarse stippellijn.*

De verhoogde P-beschikbaarheid in het slib is in veel gebieden een relatief grote bron van P naar de waterfase. Ter referentie: De externe P-belasting is in veel veensloten typisch 4-20 mg P/m$^2$/dag (Lamers et al., 2018; Jaarsma, 2008) de kritische grenzen variëren veelal tussen 10-30 in veensloten tussen de 30 en 70 cm diep (https://www.witteveenbos.com/nl/digital-solutions/pcditch-metamodel). In de Krimpenerwaard ligt de kritische belasting rond de 15 mg/m2/dag en is alleen de nalevering uit het slib (>20 mg/m2/dag) al hoger dan de kritische grens waarbij kroos kan gaan

woekeren. In de helft van de gebieden is de nalevering vanuit de waterbodem waarschijnlijk relatief klein ten opzichte van de externe belasting. Zeker zolang het water aeroob blijft (blauwe balken Figuur 3-32 links).

De P-nalevering (via diffusie) uit de waterbodems wordt sterk bepaald door de Fe/P ratio van het poriewater (Smolders et al., 2012). Zolang er voldoende gereduceerd ijzer ($Fe^{2+}$) in het poriewater in oplossing is en de waterlaag voldoende zuurstofrijk is, zal de P-nalevering naar de waterlaag beperkt zijn. De nalevering van P naar de waterlaag blijkt echter zeer sterk toe te nemen wanneer de Fe/P ratio in het poriewater lager wordt dan 1 (Smolders e.a., 2001; Geurts e.a. 2010). In Figuur 3-32 is te zien dat de Fe/P > 1 in Mijnden, Olde Maten, Staphorsterveld, Poppenhuizen, Mastenbroek, Groot Wilnis Vinkeveen Zuid en Zegveld. In Mijnden, Olde Maten en Staphorsterveld is het Fe:S ratio in het poriewater ook hoger dan in het slib zelf wat waarschijnlijk wordt veroorzaakt door de aanvoer van ijzerrijke kwel die wel de concentraties in het poriewater, maar niet in het slib beinvloed. In de overige gebieden ligt het Fe/P-ratio lager.

Het is ook aannemelijk dat deze hoge beschikbaarheid in een aantal gebieden het gevolg is van fosformobilisatie in het slib omdat de beschikbaarheid in de omliggende bodem lager is. Het zuurstofgehalte in de toplaag van het slib is in een aantal gebieden zo laag dat ijzer(hydr-)oxide en zwavel worden gebruikt als reductor voor de afbraak van organische stof. De ijzergebonden P komt dan beschikbaar en sulfide bindt aan ijzer waardoor er definitief bindingsplaatsen voor P verloren gaan. Waterbodems met een Fe/S ratio (mol/mol) hoger dan 1 worden daarom gekenmerkt door een hoge Fe/P ratio in het poriewater (Smolders et al., 2001). In Assendelft is dit echter niet het geval, hier zit weinig zwavel in het poriewater, maar veel P. In de Krimpenerwaard is naast P ook ammonium in het poriewater relatief hoog en beïnvloed mineralisatie ook de P concentraties in het poriewater juist meer. P komt vrij bij de mineralisatie van veen, maar de concentratie in het poriewater wordt dus ook bepaald door chemische processen; het neerslaan als ijzerfosfaat, de binding aan ijzer(hydr)oxiden of het vrijkomen door het in oplossing gaan van ijzer(hydr)oxiden als gevolg van redoxprocessen. De P-concentratie in het poriewater van het slib is daarom minder sterk gecorreleerd aan de concentratie anorganisch koolstof dan ammonium. Een deel van het ijzergebonden P is afkomstig uit afbraak van het organisch materiaal in het slib en een deel is afkomstig uit uitspoeling van ijzer en fosfor uit percelen. En een deel van de P dat uitspoelt uit percelen is weer afkomstig van de afbraak van veen in percelen en een deel uit (historische) bemesting.

Net als P kan ook nalevering van stikstof optreden. Dit wordt voornamelijk gestuurd door mineralisatie en niet door chemische processen zoals bij P. Ammonium in het poriewater is een goede proxy voor de mate waarin de waterbodem N nalevert.

Afbraak is een microbieel proces en wordt daarom in belangrijke mate gestuurd door temperatuur. Biologische processen, zowel de primaire productie als mineralisatie (en dus ook P-mobilisatie), gaan sneller bij hogere temperaturen (based on Van't Hoff Equation (1898) and applied in o.a. Abdalla et al., 2016; Lafleur, 2009; Velhuizen et al., 2018; Van Bergen et al., 2019).

### 3.3.6 Samenstelling slib: ammonium toxiciteit

Een te hoge concentratie ammonium kan toxiciteit veroorzaken. Bovendien wordt bij hoge pH (>8.5) ammonium omgezet in ammoniak, dat erg giftig is voor vegetatie en fauna. In dicht begroeide onderwatervegetaties en algenbloeien kan de pH op een zonnige dag makkelijk oplopen tot deze

waarden (en veel hoger) door fotosynthese. In poriewater slib wordt deze waarde vrijwel nooit gemeten en is de pH gemiddeld 7. Bij pH 7 is ongeveer 1% van het totale ammonium/ammoniak-mengsel aanwezig als $NH_3$ (ammoniak).

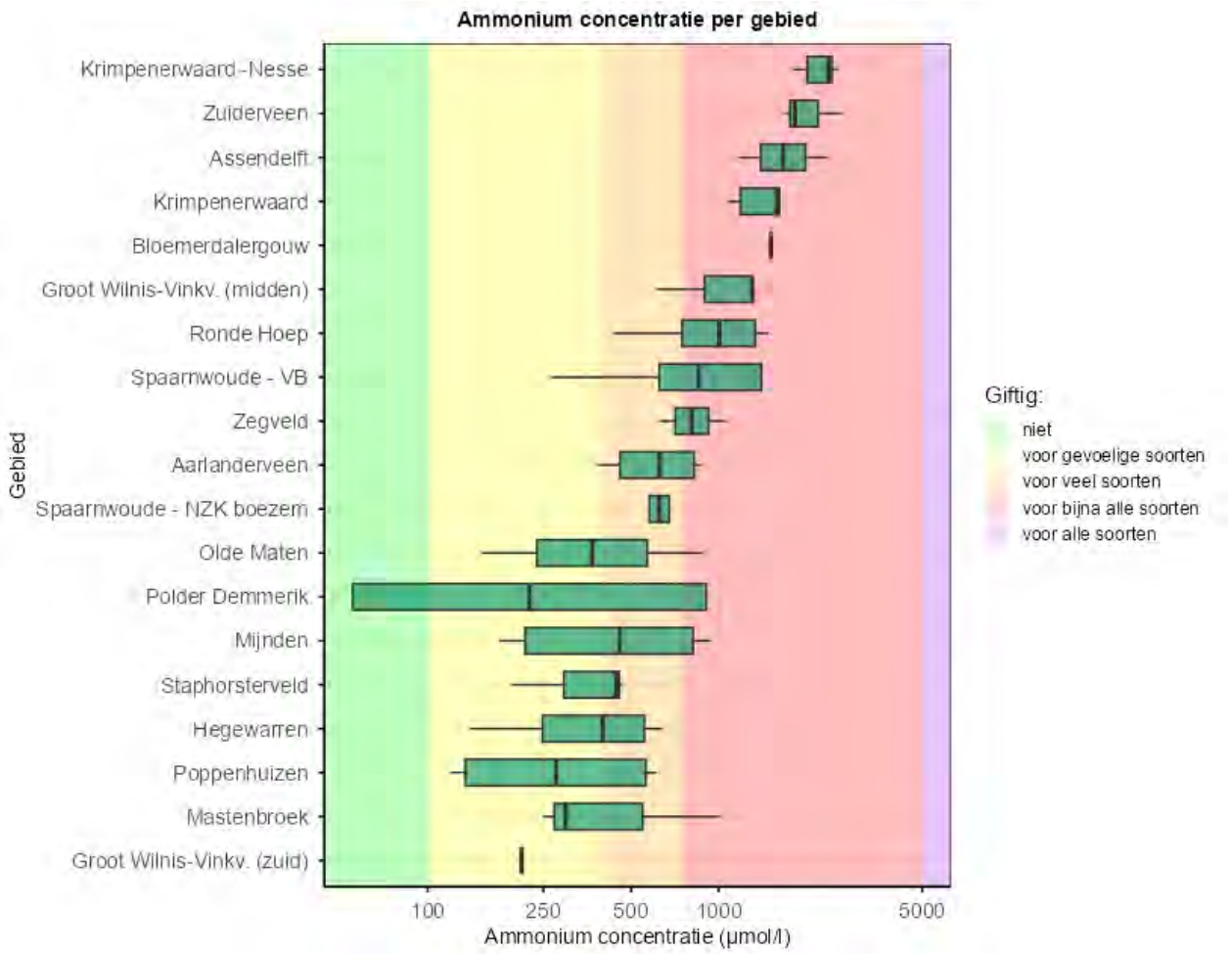
In lage concentraties is $NH_4$ niet giftig, en dient het juist als nutriënt voor planten. Veel planten nemen bij voorkeur $NH_4$ (en niet nitraat, $NO_3$) als stikstofbron op. Toxiciteit treedt pas op bij hogere concentraties en kan zowel door ammonium ($NH_4$) als ammoniak ($NH_3$) worden veroorzaakt. Het werkingsmechanisme van beide stoffen is gelijk. Bij te hoge concentraties neemt onder andere de fotosynthese af, maar kunnen planten ook gevoeliger worden voor graasdruk of schimmels (Van Geest & Smolders 2025) .

De kritische waarden kunnen sterk verschillen tussen soorten en zelfs binnen een familie van soorten. Uit onderzoek bleek dat hoge concentraties ammonium (1-7,5mg $N\text{-}NH_4^+$/l) de fotosynthese van Elodea nuttallii werd gestimuleerd terwijl deze werd geremd bij E. canadensis (Dendène et al., 1993, Rolland & Tremolieres 1995). Daarnaast zijn ook de omgevingscondities van belang. Als er meer licht en koolstof beschikbaar is, dan kunnen planten beter detoxificeren (Litav & Lehrer 1978).

Op basis van literatuur en expert kennis zijn de volgende grenswaarden aangehouden (nadere uitwerking in Bijlage 8.6):

- 0-100 µmol/l niet giftig
- 100-400 µmol/l giftig voor gevoelige soorten
- 400-750 µmol/l giftig voor veel soorten
- 750-5000 µmol/l giftig voor de meeste soorten

In alle gebieden is de gemeten ammoniumconcentratie in meer of mindere mate toxisch voor de vegetatie (Figuur 3-33). In Groot-Wilnis Vinkeveen zuid en Poppenhuizen is ammonium aanwezig in concentraties die giftig zijn voor alleen gevoelige soorten. In Krimpenerwaard de Nesse, Zuiderveen, Assendelft, Krimpenerwaard en Bloemendalergouw zijn de hoogste ammoniumconcentraties gemeten en deze liggen in het bereik dat toxisch is voor bijna alle soorten. De hoogste concentraties ammonium in het poriewater zijn gemeten in Krimpenerwaard de Nesse. Mogelijk is naast afbraak van het slib/de waterbodem in dit gebied ook uitspoeling uit de percelen na vernatting nog een extra bron.

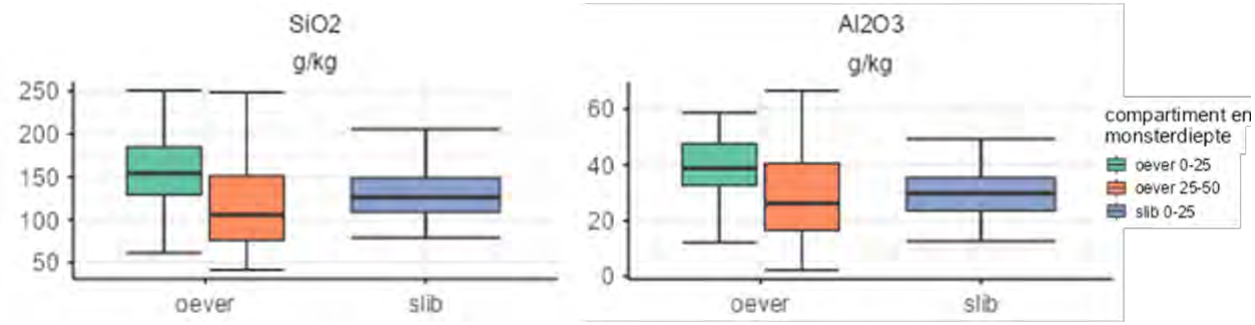



*Figuur 3-33 Ammoniumconcentraties in het porievocht van het slib (porievocht is onttrokken met een lysometer en in het lab gemeten). Alleen data van 2024 is getoond.*

### 3.3.7 Herkomst slib

In tegenstelling tot het algemene beeld dat erosie plaatsvindt van de toplaag van de bodem, laat de VeeST data zien dat het slib in de sloot eerder afkomstig is van de erosie van de oever onder de waterlijn. De samenstelling van het slib is vergeleken met de samenstelling van de bodem op de oever. Op basis van het gehalte aan de meest inerte elementen in de bodem (silicium en aluminium) komt de samenstelling van de toplaag van het slib (0-10cm) beter overeen met het gehalte in de diepere bodemlaag op 25-50cm diepte dan van de toplaag van de bodem (0-25cm-mv, Figuur 3-34, bodem is gemeten op 1m van de waterlijn).

Dat het gehalte aan inerte elementen in het slib vergelijkbaar is met de diepere bodemlaag van de oever onderschrijft het idee van het tompouce effect. Dit is ook in lijn met de gemeten onderholling en de beperkte draagkracht van de oever op een diepte onder de wortelzone.



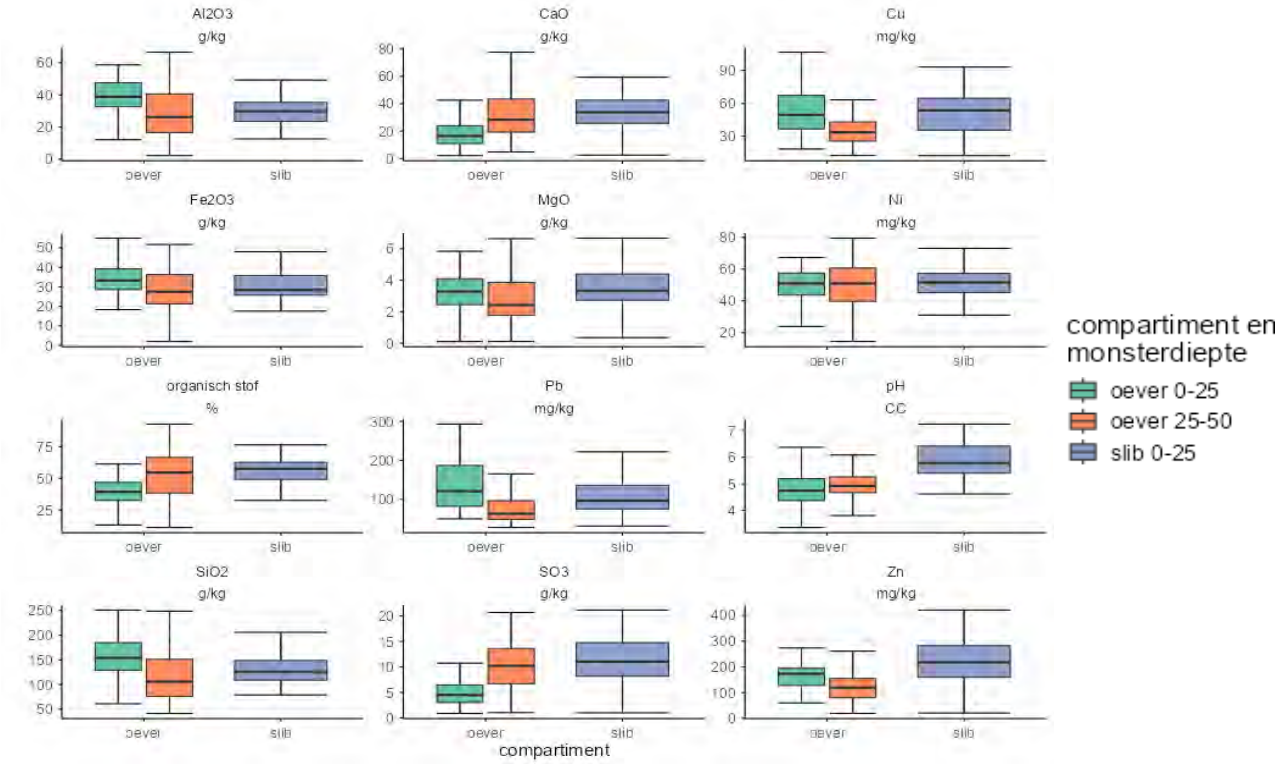

*Figuur 3-34 Concentratie totaal silicium (links) en totaal aluminium (rechts) in de bodem en slib.*

Zoals gezegd zijn Silicium (Si) en Aluminium (Al) de meest inerte metalen in de bodem. Alle andere elementen zijn in meer of mindere mate mobiel of worden beïnvloed door afbraak van veen, redox en pH. De gehaltes in de bodem (0-25 en 25-50cm) en in de vaste fase van het slib zijn getoond in Figuur 3-35. Een aantal relevante zaken worden er hier uitgelicht. Het gaat hier om een zeer grofstoffelijke analyse omdat de data van alle gebieden samen is genomen. Een gedetailleerde uitwerking volgt nog.

Veen bestaat grotendeels uit organisch stof. Wanneer dit afbreekt verdwijnt organisch materiaal (als $CO_2$ en water) en worden de minerale delen van de bodem verrijkt. Het organische stofgehalte is als gevolg van deze afbraak lager in de toplaag van de bodem dan in de diepere bodemlaag. door (dode) algen en (in mindere mate) waterplanten. In de vaste fase van het slib is het organische stofgehalte vergelijkbaar met de diepere bodemlaag. Voor een groot deel zal dit het gevolg zijn van de hierboven beschreven erosie van veen van onder de waterlijn. Afhankelijk van de lokale omstandigheden en het beheer zal het slib ook verrijkt zijn met afgestorven plantenmateriaal uit de sloot.

Veen dat is gevormd onder mariene omstandigheden is rijk aan zwavel. Wanneer het veen veraard wordt zwavel geoxideerd naar sulfaat, dat gemakkelijk kan uitspoelen uit de toplaag van de bodem. Net als het organische stofgehalte is ook het totaal zwavel lager in de toplaag van de bodem dan in de diepere bodemlaag. In het slib in de sloot is het totaal zwavel gehalte even hoog als in de diepere bodemlaag. Het is bekend dat uitspoelend sulfaat in de slootbodem neerslaat als ijzersulfide (o.a. Smolders et al., 2006). De vorming van ijzersulfide is niet terug te zien in hogere totaal gehaltes aan zwavel en ijzer in het slib vergeleken met de diepere bodemlaag. Wanneer alle data samen wordt geanalyseerd is dit niet terug te zien. Met de data kan dit wel in meer detail onderzocht worden.

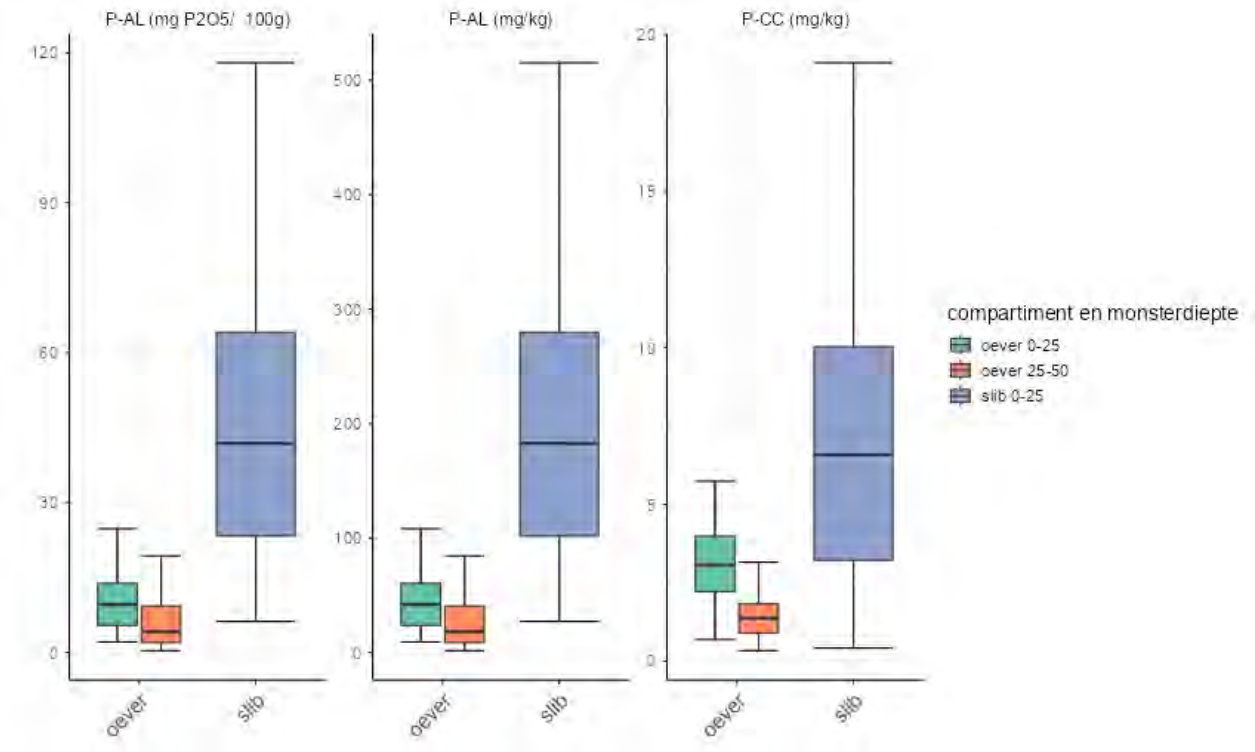
Zink is erg gevoelig voor pH waarbij de oplosbaarheid groter is bij een lage pH dan bij een hoge pH. Bij de aerobe afbraak van veen, en vooral veen dat rijk is aan zwavel komen zure protonen vrij. Hierdoor lost zink op bij lage pH in de toplaag van de bodem en spoelt dan naar diepere bodemlagen en naar de sloot. In het slib is de pH hoger en slaat het uitgespoelde zink weer neer.




*Figuur 3-35 : Chemische samenstelling bodem op twee dieptes en slib.*

De concentratie totaal P is in de vaste fase van het slib vergelijkbaar met de concentratie in de toplaag van de veenbodem (gemeten per kg bodem met xrf, rechts in **Error! Reference source not found.**) en geeft dus wel een beeld van de trofiegraad van het veen (een kenmerk van een gebied), maar niet van de beschikbaarheid van P voor (wortelende) planten of het risico op nalevering uit de waterbodem. P-totaal is in de diepere bodemlaag (25-50cm) lager dan in de toplaag van de bodem (0-25cm) en in het slib. Vermoedelijk is een hogere P-totaal in de toplaag van de bodem ten opzichte van de diepere bodemlaag het gevolg van veenoxidatie waardoor veen is afgebroken (naar $CO_2$ en water) en de minerale delen, inclusief P achterblijven (concentreren) en de toplaag van de bodem verrijkt. Dit wordt ook bevestigd door een lager organische stofgehalte in de toplaag ten opzichte van diepere bodemlaag (Figuur 3-35).

Een vergelijkbare P-totaal tussen toplaag van de bodem en slib betekent niet persé dat het slib afkomstig is door erosie van die toplaag. De meest inerte elementen (silicium en aluminium) tonen aan dat het slib vooral afkomstig is van de diepere bodemlaag (paragraaf 3.3.7). Het slib moet dus zijn verrijkt met P. Dit kan door verschillende processen. De verrijking kan plaatsvinden wanneer P uit de waterfase wordt gebonden in algen en planten, die afsterven, sedimenteren en zo de sliblaag verrijken. De verrijking kan ook plaatsvinden door immobilisatie van P in het slib door de vorming van Fe-hydroxyfosfaten (en in mindere mate door de binding aan ijzer(hydr-)oxides, Van der Grift et al., 2014). Deze ijzer-fosfaten zijn weinig reactief en zorgen voor een vastlegging van extern aangevoerd P in het slib.




*Figuur 3-36 Verschillende P fracties in de bodem op 0-25 en 25-50cm diepte en in de vaste fase van het slib. De fracties zijn een maat voor de reversibel gebonden P (P-AL in mg P2O5/ 100 g links), direct beschikbaar P (P-CaCl2 in mg/kg, midden) en totaal P (P2O5 – XRF in g/kg rechts). Het figuur bevat alle metingen die in 2024 zijn uitgevoerd.*

## 3.4 Onderhoudsbeheer

### 3.4.1 Belangrijkste conclusies onderhoudsbeheer

Het algemene beeld is dat het beheer van veenweidesloten matig tot vrij intensief is. Deze conclusie is gebaseerd op interviews met 27 beheerders die zijn afgenomen in 2024 (de interviews van 2025 worden nog uitgewerkt). Een relatief hoog percentage van de beheerders heeft één of meer ANLB-pakketten; 23% van locaties heeft een slootpakket (baggeren met de baggerpomp en/of ecologisch slootschonen), 22% heeft een botanische weiderand en 10% heeft op het perceel kruidenrijk grasland. In de meeste (81%) sloten waren (nog) geen slootplannen opgesteld, 19% wel.

In 72% van de sloten wordt door de beheerder schade aan de oever gezien door dieren en in 40% wordt ervaren dat baggeren de oever beschadigt (verzakking). De draagkracht van de oevers wordt meestal (80%) als matig of slecht ervaren.

In 67% van de sloten drinken koeien uit de sloot en zijn deze niet afgerasterd. Zo'n 20-100 koeien worden per perceel voor zo'n 1 tot 4 weken beweid, met uitschieters naar een beweidingsduur van een klein half jaar. In 32% van de sloten kunnen koeien gebruik maken van een drinkbak.

Beheerders maken onderscheid tussen het maaibeheer van perceelrand en oevers. Perceelranden worden bijna 2 keer zo vaak gemaaid als de oever. Oevers worden gemiddeld 1x per jaar gemaaid met een reguliere maaimachine waarbij het maaisel vaak wordt afgevoerd. De meeste oevers worden in juni en augustus gemaaid, en wordt bij de eerste snede niet mee gemaaid.

Maaibeheer van vegetatie in de sloot wordt meestal uitgevoerd met als doel om dichtgroeien tegen te gaan en omdat het moet voor de schouw. Slootvegetatie wordt gemiddeld 1x per jaar gemaaid, meestal in september en oktober (range: juli-december). De ecoreiniger en maaikorf worden het meest gebruikt. In 9% van de sloten wordt gewerkt met een minimale maaihoogte boven de bodem (>10cm). In ongeveer 25% van de gevallen wordt het slootmaaisel afgevoerd, en in zo'n 50% wordt het boven de insteek gedeponeerd. In ongeveer 25% van de gevallen wordt het maaisel in de oever gelaten. Na maaibeheer van de sloot wordt in 1/3 van de sloten zwarte grond gezien rond de waterlijn.

De sloten worden over het algemeen al zo'n 5-20 jaar op dezelfde manier beheerd met een mediaan van 10 jaar.

Er wordt 1 keer per 2 tot 5 jaar gebaggerd en meestal met de baggerspuit. Baggeren gebeurt in de periode juli-oktober en in 48% van de gevallen is er na 1 jaar weer 5-10cm slib in de sloot te vinden na 2 jaar is dit 61%. De meeste agrariërs zijn van mening dat baggeren een gewenst effect heeft (toename waterdiepte).

### 3.4.2 Algemene omschrijving van het onderhoudsbeheer (enquête)

Eén van de belangrijkste onderdelen van VeeST is het inzichtelijk maken van het werkelijk toegepaste beheer. Hiervoor zijn interviews gehouden bij de boeren en/of eigenaren van de gemeten sloten. Deze interviews zijn uitgevoerd aan het einde van het seizoen in 2024 en 2025. Op dit moment worden de resultaten van de interviews uit 2025 nog uitgewerkt. Deze zijn hier dus nog niet meegenomen. De

gegevens in onderstaande figuren zijn de antwoorden op de enquêtes van de WP1 en de eerste inventarisatie (nulmetingen) van de WP2 sloten uit 2024 (Voor eerste tussenresultaten van beheerproeven (WP2) zie paragraaf 3.5). Voor het eindrapport worden deze aangevuld met enquêtes uit de winter 2025-26 en geanalyseerd i.c.m. de vegetatie en abiotische data. Niet alle enquêtevragen zijn altijd ingevuld, dus de aantallen sloten tussen de verschillende beheervariabelen kan verschillen per gebied.

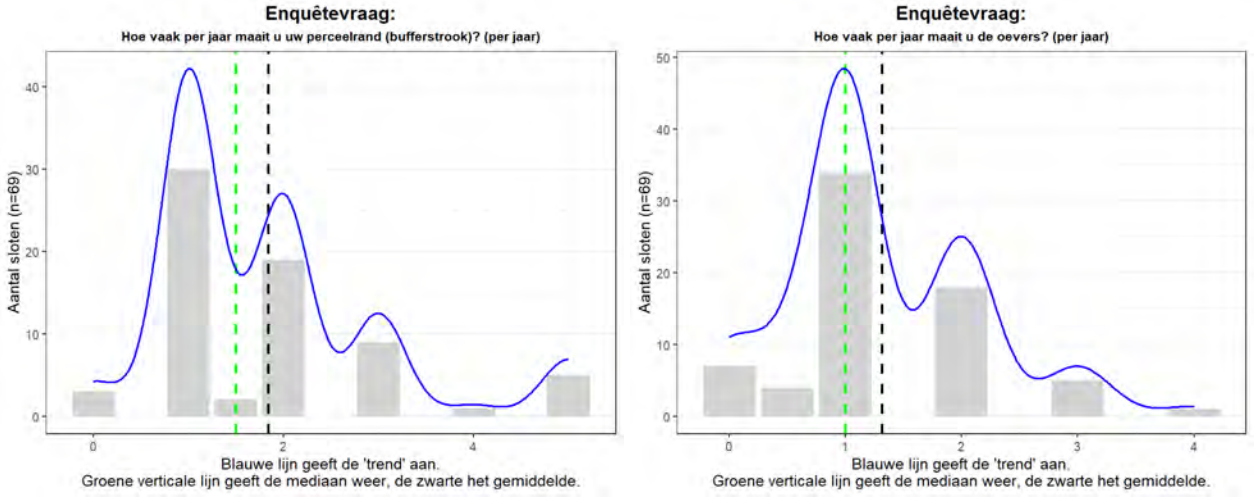
In totaal hebben 27 beheerders van 69 gemeten sloottrajecten meegewerkt aan de enquêtes. Op 23% (16) van de in 2024 bezochte locaties zijn een of meerdere ANLB pakketten afgesloten op de sloot, 22% (15) op de oever en 10% (6) op het perceel. Dit zijn de pakketten baggeren met baggerpomp en ecologisch slootschonen voor de sloot; botanische weiderand voor de oever; en kruidenrijk grasland voor het perceel. In de meeste sloten waren (nog) geen slootplannen opgesteld in 2024 (56x niet, 13x wel).

### 3.4.3 Maaibeheer van perceelrand en oever

De beheerders geven aan dat er langs 75% de sloten een bemestingsvrije zone wordt aangehouden van veelal 1 à 2 meter breed (data niet getoond), zowel in 2024 als in de jaren daarvoor. Bij enkele sloten was deze zone tot 3 meter breed. Dat kan de ecologische kwaliteit van de oever en de waterkwaliteit in de sloot ten goede komen (zie rapport verkenningsfase). Bij ongeveer een kwart van de sloten werd aangegeven dat er geen bemestingsvrijezone werd aangehouden (data niet getoond).

De bufferstrook wordt gemiddeld bijna 2x per jaar gemaaid (Figuur 3-37, links). In de helft van de sloten wordt de perceelrand net zo vaak gemaaid als het perceel zelf. Sommige randen worden tot wel 5x per jaar gemaaid. In dat laatste geval zal de floristische kwaliteit niet veel anders zijn dan die van het perceel. Officieel begint de bufferstrook bij de insteek en als deze moeilijk is vast te stellen wordt door RVO een insteek van 1meter aangehouden in het veenweidegebied. De bufferstrook is dus ook onderdeel van het perceel en het is daarom niet gek dat deze even vaak wordt gemaaid.

De ondervraagde beheerders geven aan dat de oeverzone (waterlijn tot insteek) minder vaak (mediaan 1 keer per jaar) wordt gemaaid dan de bufferstrook (mediaan 1,8 keer per jaar). 58% van de beheerders maait de oever minder vaak dan het perceel.

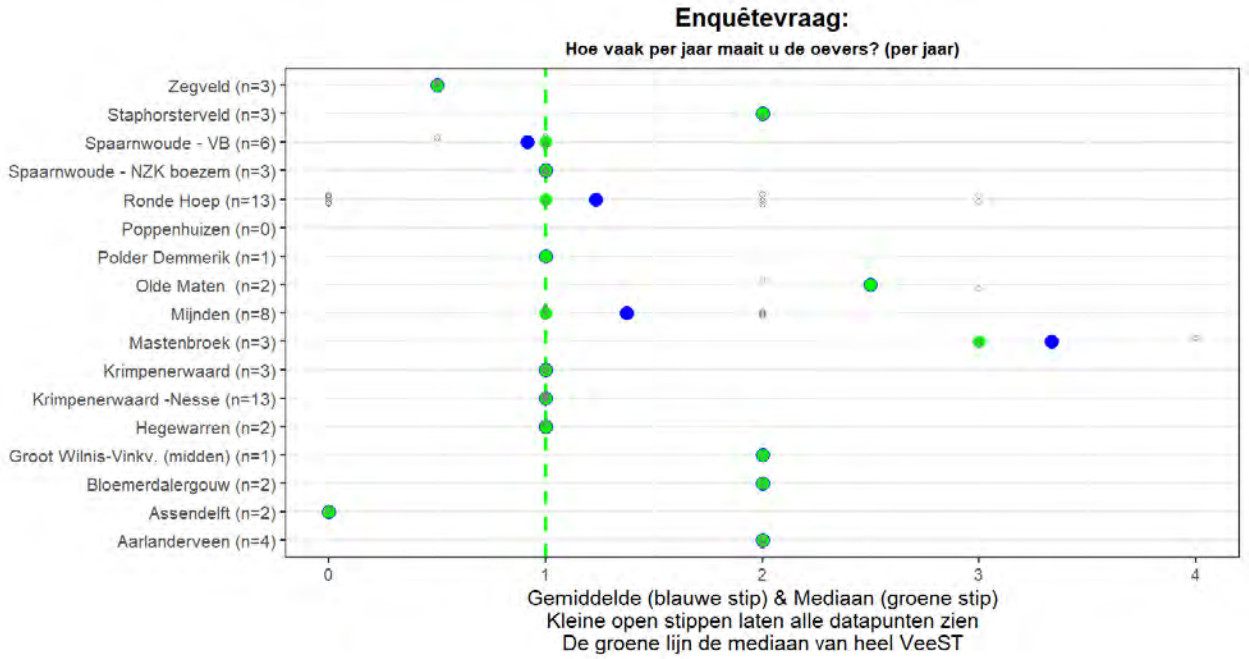



*Figuur 3-37 Histogram van de maaifrequentie (aantal keer per jaar) van de bufferstrook (links) en van de oever (rechts).*

Binnen een gebied kan veel variatie zijn in maaifrequentie, zoals in de Ronde Hoep (**Error! Reference source not found.**). Hier is ook veel variatie in maaiperiode (data niet getoond). Let wel: in de Ronde Hoep zijn ook relatief veel sloten onderzocht wat de kans op grotere spreiding verhoogd. In de meeste gebieden geld dat er weinig tot geen variatie is in maaifrequentie van de oever (omdat per gebied slechts één tot enkele beheerders zijn geïnterviewd). Enkele sloten, o.a. in Mastenbroek, werden gemiddeld frequent gemaaid (3-4 keer per jaar). Dit gebied heeft mediaan 20 soorten (Figuur 3-8) in de oeverzone.

De oevers worden tussen mei en oktober, en het vaakst in juni en augustus gemaaid. De eerste snede vaak wordt overgeslagen (data niet getoond). Een maaifrequentie van 1 keer per jaar de oever en 2 keer per jaar de bufferzone is een goede frequentie voor de floristische kwaliteit van een dergelijk productief systeem. Er wordt met een reguliere maaimachine gemaaid waarbij het maaisel in grofweg 75% van de gevallen wordt verwijderd uit de oever. Door te maaien en het maaisel af te voeren wordt verruiging voorkomen en wordt voorkomen dat maaisel in de sloot terecht komt.

Fasering in maaibeheer wordt aangeraden. Als de oevers volledig gemaaid worden (lees: niet ruimtelijke gefaseerd) kan zaadzetting van bepaalde plantensoorten belemmerd worden. Ecologisch gezien wordt aangeraden 15-50% van de oevervegetatie te sparen (Veldgids ecologische oeverbeheer, 2025 en tussenrapportage verkenningsfase).




*Figuur 3-38 Maaifrequentie van in de oever onderverdeeld per gebied.*

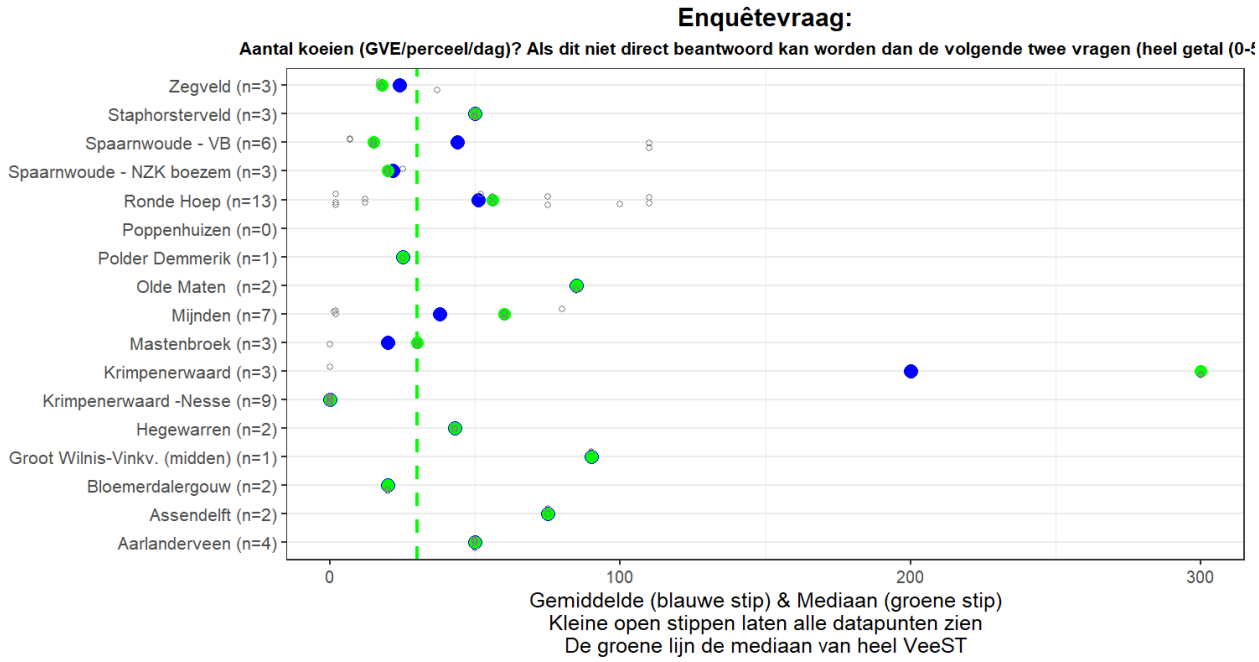
### 3.4.4 Koeien in de oever

In ongeveer 2/3 van de sloten geven de agrariërs aan dat de koeien uit de sloot drinken. In de huidige situatie is veedrenking dus een belangrijke bedrijfsmatige functie van de sloot. Koeien kunnen de oevers vertrappen en zelfs doen afscheuren als de beweidingsintensiteit te hoog wordt. Lichte vertrapping kan kansen bieden voor kleinere plantensoorten om te kiemen. Het aantal koeien en de tijd die deze koeien in de oever doorbrengen is meegenomen in de enquête.

Op de meeste percelen staan 20-100 koeien (Figuur 3-39). In de Krimpenerwaard is een uitschieter met een perceel met zo'n 300 koeien. De koeien verblijven echter maar relatief weinig dagen op dit perceel; één week. De koeien staan in de meeste gebieden tot max. 30 dagen in de wei. In Mijnden is een perceel waar de koeien bijna het hele groeiseizoen in de wei staan.

In 32% van de sloten kunnen koeien gebruik maken van een drinkbak.

Bij 72% van de sloten is door de agrariërs aangegeven dat de oevers schade ondervinden van dieren, dit is inclusief de uitheemse rivierkreeft, maar ook andere soorten. Dat is een risico voor de stabiliteit van de oever en kan mogelijk tot afkalving leiden (zie ook rapportage verkenningsfase).




*Figuur 3-39 Gemiddeld aantal koeien per perceel per dag.*

### 3.4.5 Stabiliteit oever

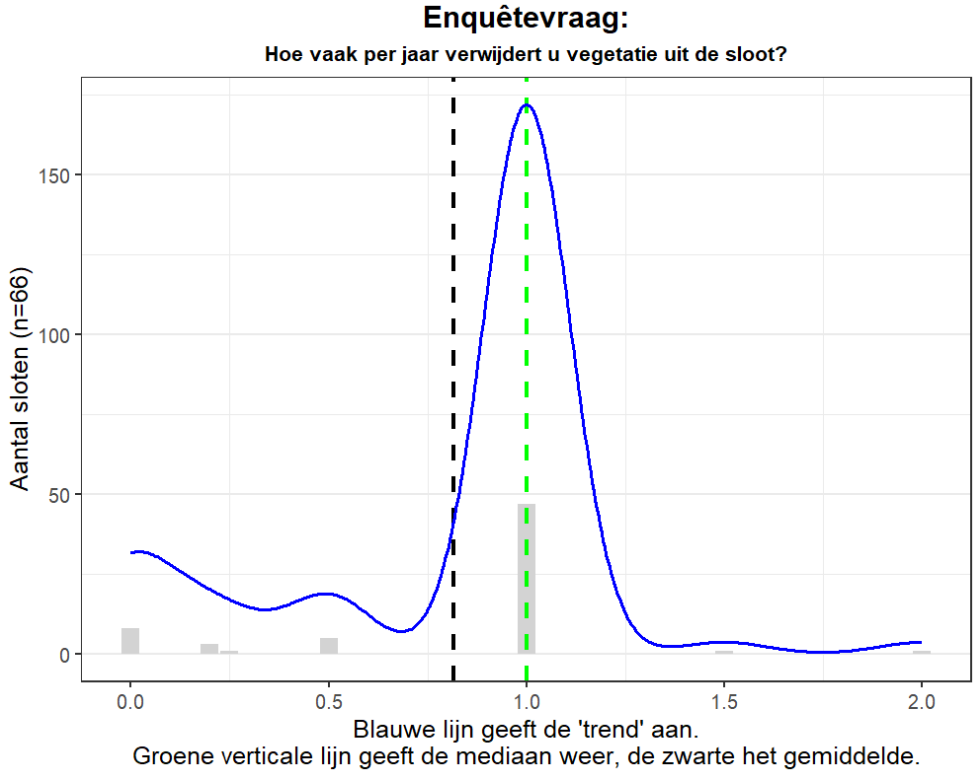
Het beheer van de oever is van grote invloed op de aanwezige vegetatie en op de stevigheid van de oever (zie rapportage verkenningsfase). Beheerders ervaren de oever- en watervegetatie in 2024 als "goed / veel of soortenrijk" in ongeveer 2/3 van de sloten en in 1/3 van de sloten als 'weinig' (data niet getoond). In ongeveer 1/3 van de sloten is zwarte grond te zien rond de waterlijn na het maaien van de sloot zelf. De relatie tussen zwarte grond en afkalving wordt nog nader onderzocht.

Veel beheerders ervaren schade aan de oever (zie ook H3.4.5). Zo geeft 40% van de beheerders aan dat baggeren invloed heeft op de stabiliteit van de oever en leidt tot verzakking van de oever (data niet getoond). Vrijwel alle agrariërs geven aan dat er geen machines in de oever komen (data niet getoond). Beheerders schatten de draagkracht van verreweg de meeste oevers (80%) in als matig of slecht tijdens het groeiseizoen (data niet getoond).

### 3.4.6 Maaibeheer sloot

In een voedselrijk milieu kunnen waterplanten snel groeien, met name in ondiep water. In ondiepe sloten kan de sloot uiteindelijk zelfs dichtgroeien. Of dat gebeurt en hoe lang dat duurt hangt van veel factoren af, zoals dimensionering van de sloot, functie van de sloot in het watersysteem, productiviteit van de vegetatie en soorten (zie ook rapportage verkenningsfase). Om de doorstroom te garanderen wordt de watervegetatie veelal gemaaid. Hier wordt van oudsher ook op geschouwd door het waterschap. In bijna 60% van de sloten wordt door de beheerders aangegeven dat het dichtgroeien van de sloot de reden is voor het laatst uitgevoerde maaibeheer en in bijna 30% omdat het moet voor de schouw.

In de meeste sloten wordt de watervegetatie 1x per jaar gemaaid (Figuur 3-40); vooral met de ecoreiniger en maaikorf (data niet getoond). De sloten zijn in 2024 tussen juli en december gemaaid en het vaakst in september-oktober (data niet getoond). In november-december zullen veel planten al in winterrust zijn en zal maaien vooral oude stengels van helofyten (moerasplanten als riet / lisdodde) verwijderen. De onderwatervegetatie kan hierbij waarschijnlijk zijn levenscyclus voltooien. Een risico voor de watervegetatie is als geen minimale maaihoogte (boven de waterbodem) wordt aangehouden (>10cm). In slechts 9% van de sloten wordt dit gedaan. Bij de overige sloten wordt geen specifieke maaihoogte aangehouden waardoor (alle) planten potentieel met wortel en al worden verwijderd en in het volgend voorjaar minder makkelijk terug kunnen groeien. Dit is ecologisch een risico, maar kan vanuit beheer(kosten) een pré zijn. Voor ecologisch maaibeheer van de sloot wordt aangeraden om een minimale maaihoogte van 5-10cm boven de bodem aan te houden en in ruimte gefaseerd te werken (10-25% laten staan: Veldgids ecologisch maaibeheer, 2025 en rapportage verkenningsfase).



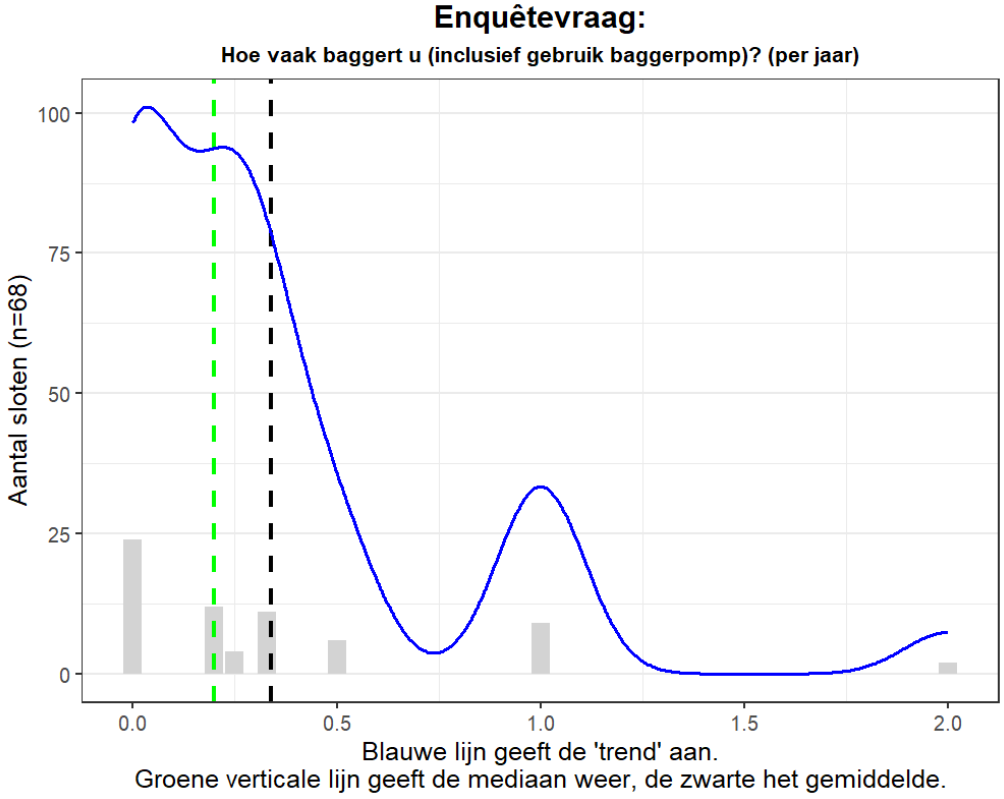

*Figuur 3-40 Histogram van de maaifrequentie van de watervegetatie in de sloot. Trend niet op schaal.*

In ongeveer 25% van de gevallen wordt het slootmaaisel echt afgevoerd; in ongeveer 50% van de gevallen wordt het maaisel boven de insteek gelegd en in ongeveer 25% wordt het maaisel in de oever gelegd. Maaisel in de oever leggen wordt wel gedaan om de oever te verstevigen. Wanneer (een dik pak) maaisel in de kant wordt gelegd, blijven de nutriënten in de oever en verstikt en verruigd de oevervegetatie (zie ook Veldgids ecologisch slootbeheer, 2025 en rapportage verkenningsfase).

### 3.4.7 Baggeren sloot

Door gebrek aan (natuurlijke) dynamiek worden sloten gebaggerd om dichtslibben/verlanding te voorkomen en om nutriënten van afgestorven planten te verwijderen. Verreweg de meeste sloten (81%) worden gebaggerd om verlanding en dichtslibbeb te voorkomen (data niet getoond). Een enkele keer (5%) werd de laatste keer gebaggerd om het perceel te beregenen (Groot Wilnis-Vinkeveen (midden) en een perceel in Spaarnwoude). In de meeste gevallen gaven beheerders aan dat het baggeren het gewenste effect had (data niet getoond). In bijna 90% van de sloten werd aangegeven dat na 3 jaar weer 5-10cm bagger in de sloot ligt, in 61% binnen 2 jaar en in 46% binnen 1 jaar. Bij 3 sloten (13%) is aangegeven dat pas na 10 jaar weer 5-10cm bagger in de sloot te vinden is (Ronde Hoep).

In de meeste sloten wordt 1x per 2-5 jaar gebaggerd (Figuur 3-41) tussen juni en oktober met de hoogste frequentie in augustus (data niet getoond). De baggerspuit werd het vaakst toegepast (67%). De combinatie van machine en frequentie is vrij intensief en laat weinig tijd voor herstel van de watervegetatie/ecologie (zie ook rapportage verkenningsfase). Gezien de ingeschatte opbouw van bagger en positieve mening over het effect van baggeren ligt hier een uitdaging.



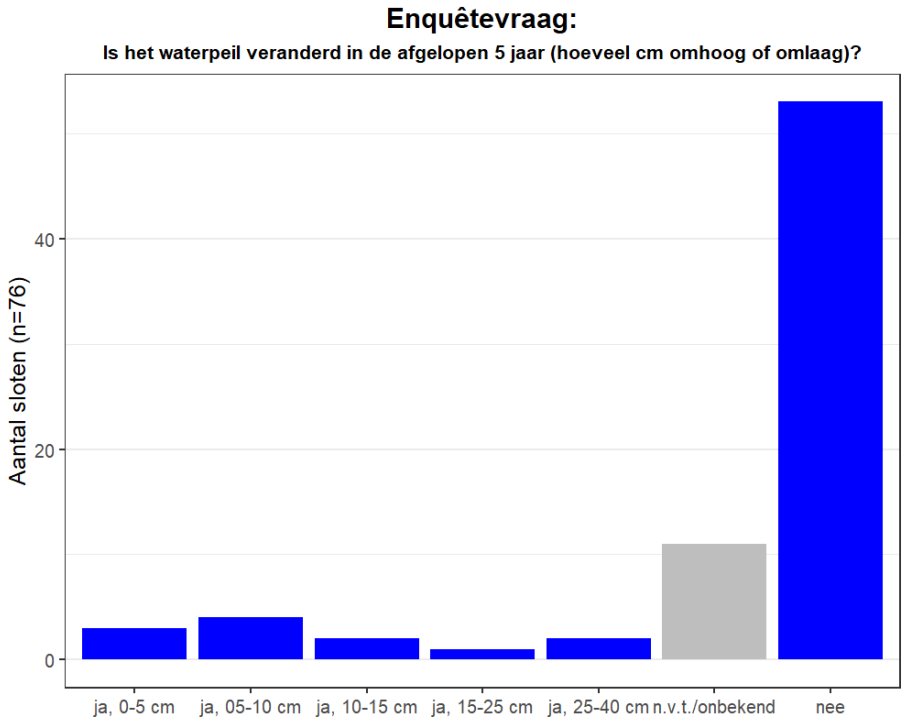

*Figuur 3-41 Histogram van de baggerfrequentie in aantal keer per jaar. Trend niet op schaal.*

Het beheer van de sloten is weinig veranderd over de jaren. Beheerders geven aan de sloten tussen 5 en 20 jaar op dezelfde manier te beheren. In slechts 13% van de sloten is het slootbeheer de afgelopen 5 jaar (iets) veranderd.

### 3.4.8 Waterpeil

De sloten hebben als functie om water af te voeren (58x gemeld) en hebben enkele sloten ook een wateraanvoerende functie (23%, data niet getoond). Drooglegging (slootpeil t.o.v. maaiveld), is belangrijk voor veenafbraak, daarom is het verhogen van het slootpeil bij de meeste vernattingsprojecten aan de orde om broeikasgasemissies en bodemdaling te beperken.

De ondervaagde beheerders geven aan dat van de in 2024 onderzochte sloten het grootste deel (70%) de afgelopen 5 jaar geen peilverandering heeft plaatsgevonden (Figuur 3-42). In een klein deel heeft wel een peilverhoging plaats gevonden. De beheerders gaven verder aan dat in 85% van de sloten plassen op het perceel staan bij (langdurig) nat weer, wat de agrarische gebruikswaarde tijdelijk kan beperken (data niet getoond). Dit ondanks dat er bij het merendeel van de sloten (71%) wel greppels gemeld zijn (data niet getoond).




*Figuur 3-42 Histogram van de verandering in slootpeil in de afgelopen 5 jaar, zoals ingeschat door de beheerders. Geen structurele peilverlagingen gemeld.*

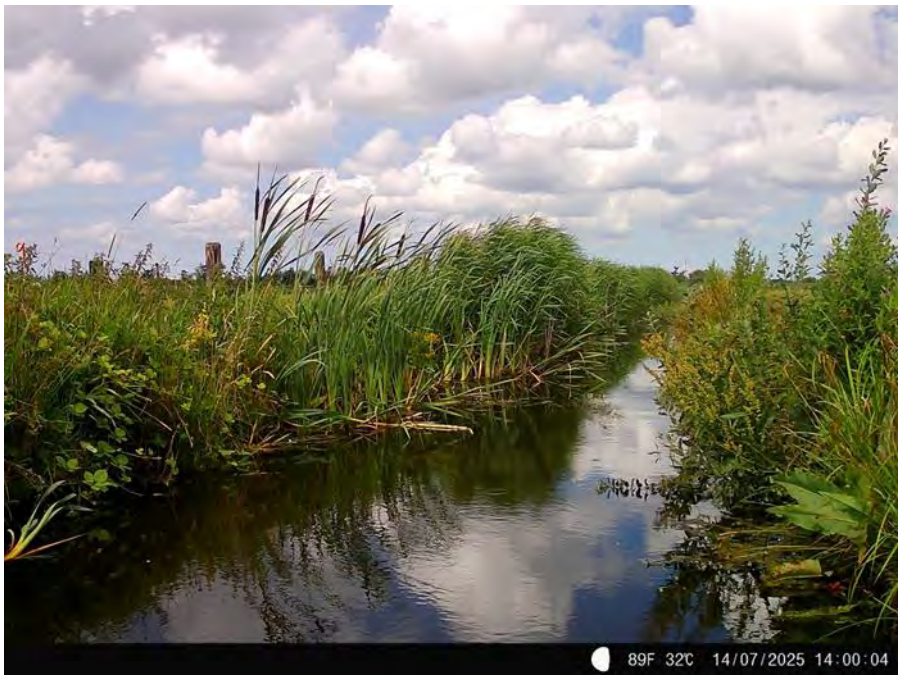
Beheerders zien maar weinig fluctuaties in waterpeil gedurende het jaar. Ze schatten bij de meeste sloten een peilmarge tot zo'n 10cm (data niet getoond). Er zijn echter sloten waar grotere fluctuaties zijn (tot 40cm), zoals in de gebieden Staphorsterveld, Ronde Hoep en Mijnden.

## 3.5 Praktijkervaring met terughoudend beheer (experimenten WP2)

Binnen VeeST worden experimenten uitgevoerd met terughoudend beheer versus regulier beheer in 25 sloten in zes gebieden. Met name het terughoudend beheer geeft nieuwe inzichten die vooraf niet werden voorzien. Naast dat het ons inzicht geeft op de invloed van beheer op de oevervegetatie en abiotiek, heeft het ook obstakels duidelijk gemaakt van terughoudend beheer, de relatie laten zien van de agrariër tot het oever- en slotenbeheer, en nieuwe onverwachte inzichten gegeven.

### 3.5.1 Algemeen beeld

Bij het terughoudende beheer, dat wil zeggen het niet maaien van de oever, het niet verwijderen van vegetatie uit de oever en de sloot en het afrasteren van de oever (waardoor vee hier niet in kan komen) zien we dat bij de meeste trajecten een sterke verruiging van de vegetatie plaatsvindt, waar oorspronkelijk met name lagere vegetatie aanwezig was (zie Figuur 3-43). Na 1 à 2 jaar van het terughoudende beheer is de vegetatie sterk veranderd en ontstaat eenvegetatie met een ruigere en hogere vegetatie structuur, voornamelijk rietachtige soorten. Er zijn ook afwijkende trajecten, waar met terughoudend beheer veel variatie aanwezig is en een grote spreiding in vegetatiestructuur. Soms is het merendeel van het traject alleen bedekt met lage grassen. Hier missen mogelijk flora soorten in de zaadbank die tot een verruigde hogere vegetatie leiden.




*Figuur 3-43 Foto van terughoudend beheerde oever en sloot in Hegewarren*

### 3.5.2 Uitdagingen en obstakels

Naast het beeld dat ontstaat bij deze sloten waar de experimenten naar verwachting verlopen, komen we ook obstakels tegen met de vormen van terughoudend beheer die we hebben afgesproken met de agrariërs. Een terugkerende uitdaging is het beheer van de afrastering die we om de sloten hebben

geplaatst om het vee uit de oevers te houden. Dit kan door machines en loonwerkers omver gereden worden, sommige onderdelen zijn diefstal gevoelig, en vee kan er in verstrikt raken.

Bij het werk van de sleepslangen werd de afrastering bij vier sloten door de slang plat gedrukt en soms tot 100 meter het perceel op gesleept. Deze incidenten zijn voorgekomen in februari en maart in de Ronde Hoep. Voordat de beweiding weer begon, zijn deze afrasteringen terug gezet. Na deze incidenten zijn we ook actief met de agrariër de afrastering komen weghalen, en terug plaatsen vooraf en naderhand dat de sleepslangen weer kwam voor bemesting.

In Spaarnwoude was een ander obstakel met de afrastering. Bij twee sloten zijn de schrikdraaddozen verloren gegaan aan diefstal en is het vee verstrikt geraakt in de bedrading van de afrastering. Hier is besloten om de afrastering volledig weg te halen, en markering te plaatsen om maaien en slootschonen te voorkomen op de trajecten met terughoudend beheer. Het vee kan hier dus wel in de slootkant komen.

Bij Hegewarren is er standaard afrastering aanwezig bij de slootkant, om te voorkomen dat het vee de sloot in komt. Dit was nog aanwezig in het groeiseizoen van 2024, en is weggehaald voor 2025 op de trajecten waar we ons richten op beheer waar het vee in de slootkant kan komen.

Naast dat de afrastering voor uitdagingen zorgen, komt het ook voor dat we communicatie vanuit de deelnemers missen over de trajecten. Zo is in Waterland een sloot gemaaid in de oever en de sloot geschoond met terughoudend beheer in november 2024 na een melding van de schouwmeester. En is in de periode dat de afrastering afwezig was bij twee sloten in de Ronde Hoep heeft een buurman van de deelnemende agrariër, in maart, de ‘ruige vegetatie’ gekleppeld in de trajecten met terughoudend beheer. Dit gekleppelde materiaal is blijven liggen in de oevers, en heeft hier mogelijk voor bemesting gezorgd.

Oorspronkelijk is afgesproken met de deelnemende agrariërs om met ons in overleg te gaan wanneer een melding binnen komt van de schouwmeester, of wanneer er ander beheer uitgevoerd dient te worden, zodat wij hierop in kunnen spelen. In werkelijkheid gebeurt dit niet altijd.

Bij het terughoudende beheer waar een afrastering aanwezig is, valt op dat bij sommige trajecten langs de afrastering looppaden van vee ontstaan. Door vertrapping maakt het vee een kleine gul naast de afrastering met een kleine ophoging dat onder de afrastering ligt (zie Figuur 3-44).

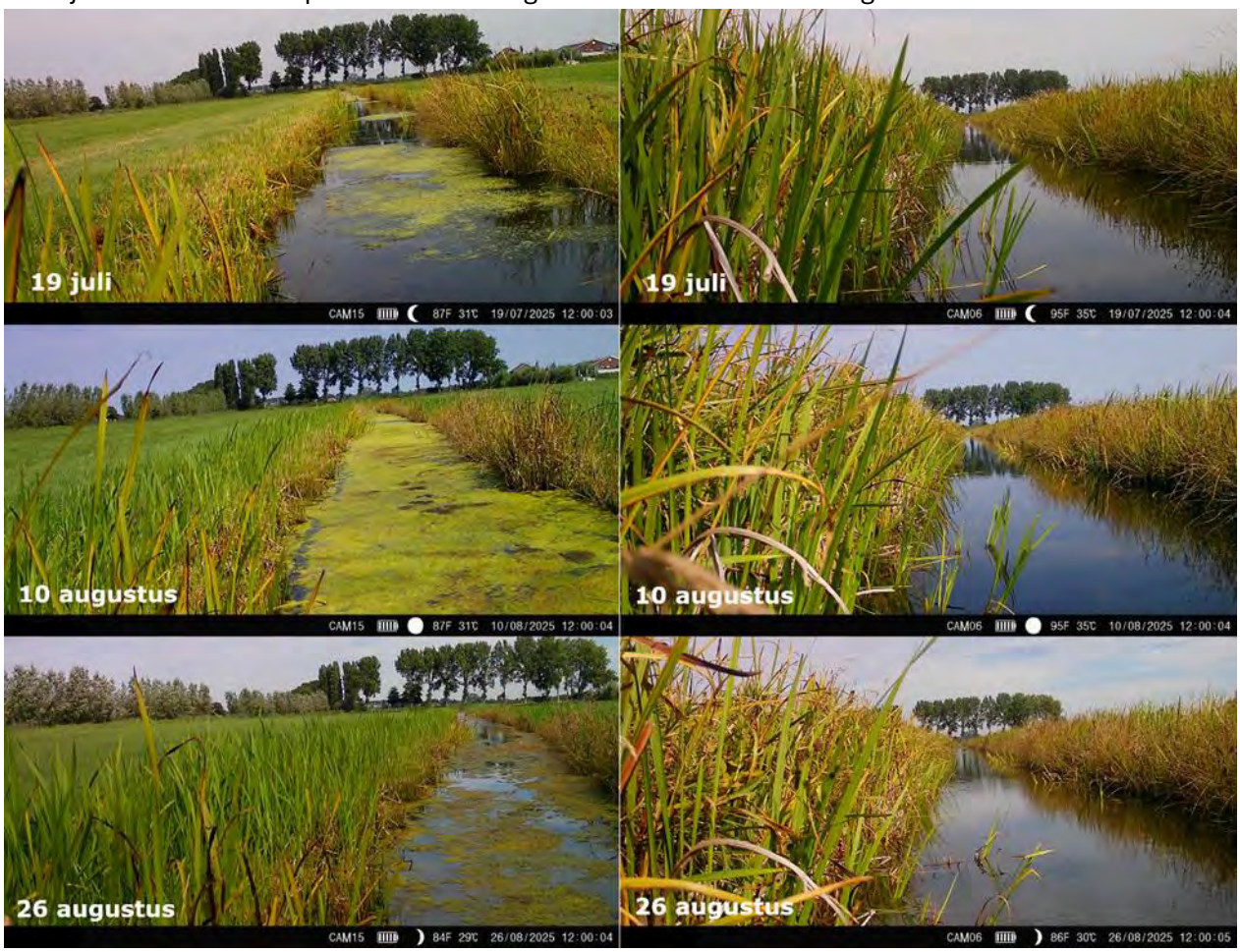
*Figuur 3-44 Vorming van een looppad naast de afrastering.*

### 3.5.3 Verhouding beheerder en beheer

Een kleine groep van de deelnemende agrariërs spreken zich negatief uit over de verruiging die ontstaat in de trajecten bij hun trajecten met terughoudend beheer. Hierbij maken zij zich zorgen dat de verruigde vegetatie langzamerhand het perceel in zal trekken, of dat het een optimaal habitat biedt voor muskusratten en dat deze een plaag zullen veroorzaken. Daarbij zijn zij ook niet blij met het beeld wat het geeft van de sloten. Een groter deel van de agrariërs kijkt er met een neutralere blik naar. Daarbij valt ook op dat zij vaak al een mate van terughoudend beheer uitvoeren.

### 3.5.4 Timelapse camera's

Vanuit de langdurige timelapse beelden hebben wij een nieuw en onverwacht inzicht gekregen van de invloed van oevervegetatie op de slootvegetatie. Bij een sloot bij Zegveld hebben we waargenomen dat flab ontstond in een sloot zonder hoge oevervegetatie omdat dit net was gemaaid. Het ontstond niet op het deel van diezelfde sloot met hoge oevervegetatie die niet was gemaaid (zie Figuur 3-45). Een mogelijk verklaring hiervoor is dat het zonlicht het water minder kan opwarmen bij een hogere oevervegetatie omdat de hoge vegetatie meer zonlicht tegenhoudt. Nadat deze vegetatie is verwijderd ontstonden optimale omstandigheden voor de ontwikkeling van flab.



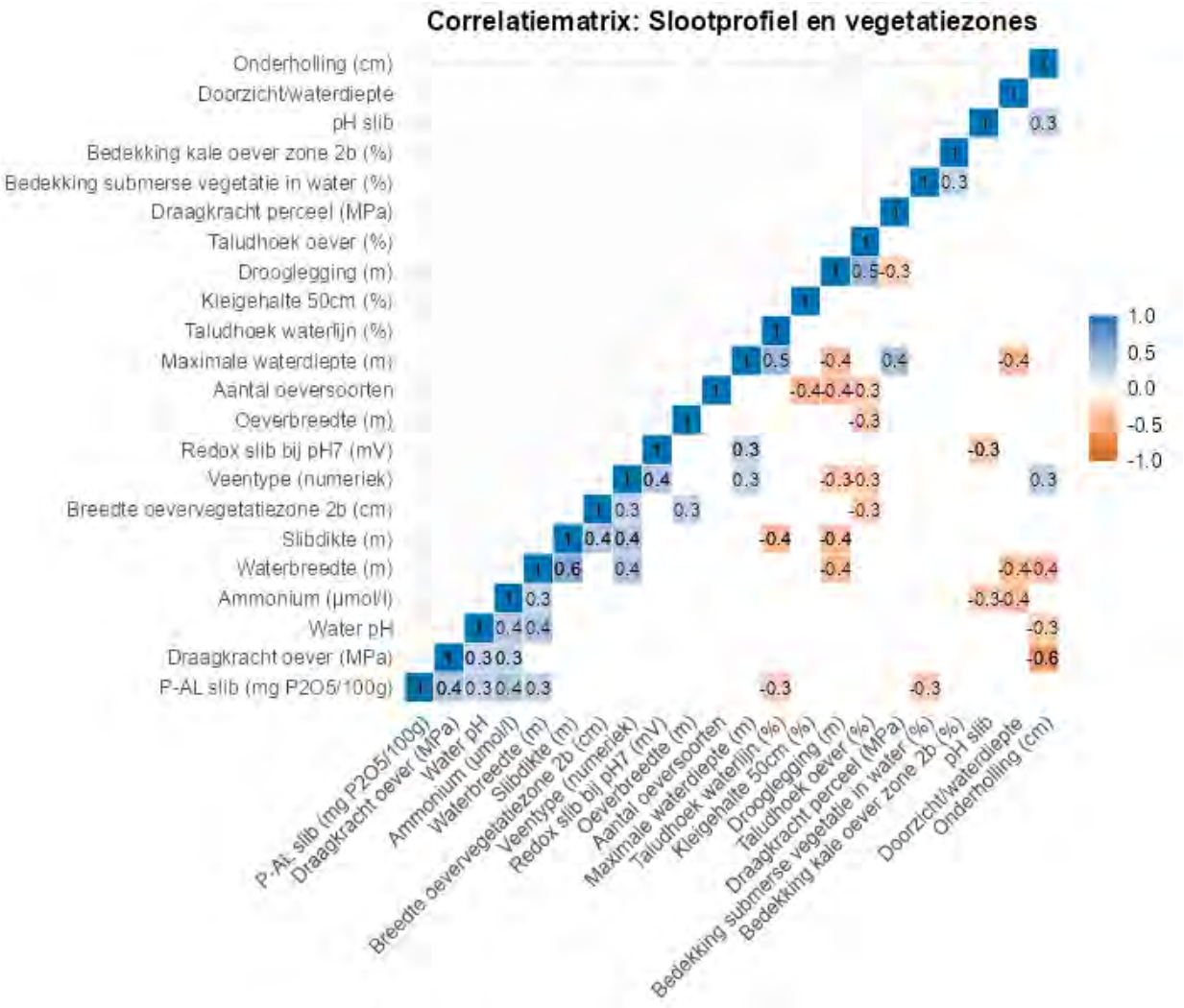

*Figuur 3-45 Een sloot in Zegveld waar flab ontstaat op een deel van de sloot met een korte oevervegetatie (links) en niet op het deel van diezelfde sloot met een hogere oevervegetatie (rechts). Foto's zijn genomen op 19 juli, 10 augustus en 26 augustus.*

# 4 Eerste duiding kwaliteit veenweidesloot

Dit hoofdstuk geeft enkele relaties op basis van een eerste simpele statistische analyses. In het vervolg van dit onderzoek wordt een uitgebreide statistische analyse uitgevoerd.

## 4.1 Relaties tussen vegetatie en slootprofiel, draagkracht, veentype

Figuur 4-1 toont de onderlinge samenhang tussen 25 variabelen die de wensbeelden van veenweidegebieden karakteriseren en een aantal variabelen waarvan we verwachten dat deze de wensbeelden beïnvloeden. De analyse omvat fysische slootkenmerken (zoals drooglegging, waterdiepte en slibdikte), vegetatie-eigenschappen (breedte, bedekking en aantal soorten submerse en oevervegetatie), bodemchemische parameters (pH, redox, nutriënten) en draagkracht van oevers en percelen. Alleen statistisch significante correlaties ($p<0.05$) zijn in de figuur getoond.




*Figuur 4-1: correlatieplot met Pearson correlatiecoëfficiënten die variëren van -1 tot +1, waarden boven 0.7 is een sterk correlatie, waarden tussen 0.3 en 0.7 is een matige correlatie; blauw is een positieve correlatie (waarden stijgen samen), rood is een negatieve correlatie (een parameter stijgt als de ander daalt). Veentype: 1= 'kleiig veen', 2= 'veenmosveen', 3= 'zegge- en rietveen', 4= 'combinatie zegge-, riet-, en broekveen', 5 = 'broekveen', 6 = 'overig'.*

### 4.1.1 Relaties op basis van veensloottypes

In de verkenningsfase van VeeST zijn veenweidegebieden getypeerd. Een belangrijk criterium daarbij was drooglegging omdat dit één van de meer onderscheidende factoren is tussen gebieden en omdat drooglegging vaak ook de sturende factor is bij vernattingsmaatregelen. De hypothese was dat drooglegging van invloed is op de breedte van de verschillende zones in de sloot.

1. Hypothese: Zowel de natte aquatische zone (2a) als de vochtige (2b) tot droge (3) terrestrische oeverzone is breder bij een kleine drooglegging dan bij een grote drooglegging en deze heeft een lage draagkracht. De resultaten van VeeST laten zien dat:
    - Bij een grotere drooglegging de oever boven de waterlijn inderdaad steiler is.
    - Deze sloten met een steiler talud hebben een grotere waterdiepte en groter doorzicht.
    - De draagkracht in oevers is altijd laag, zowel bij grotere als kleinere drooglegging.
    - Er is een kleinere drooglegging bij een grotere waterbreedte. Waterrijke gebieden hebben waarschijnlijk vaak een kleinere drooglegging.
    - Gemeten sliblagen zijn dikker in bredere watergangen.
    - Het aantal oeversoorten is groter op flauwe oevers met een kleine drooglegging.

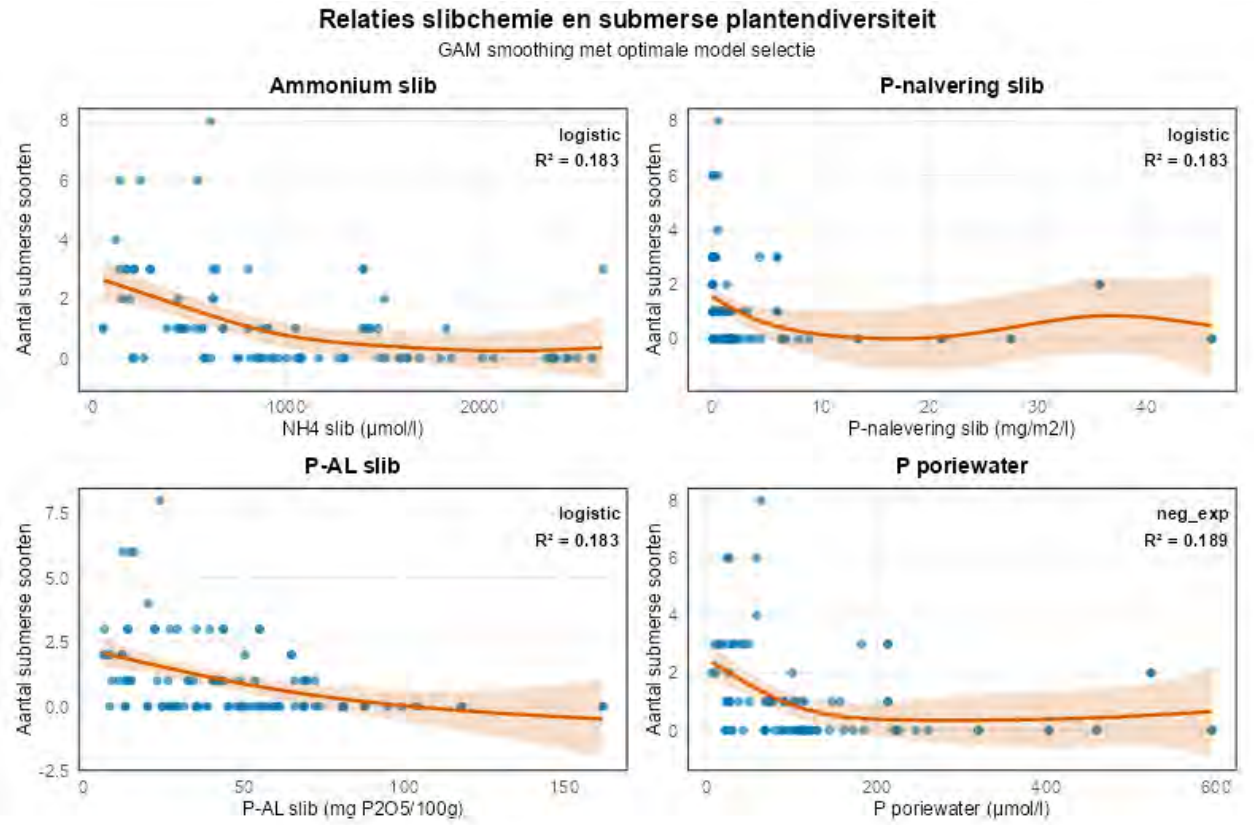
Een andere belangrijke hypothese was dat er een relatie is tussen oevervegetatie en draagkracht.

2. Hypothese: De juiste inundatietolerante oevervegetatie verbetert de draagkracht van de oever. De resultaten van VeeST laten zien dat:
    - Draagkracht van de oever vooral een sterk verband laat zien met onderholling; hoe groter de onderholling, hoe kleiner de draagkracht.
    - De draagkracht van de oever is overal laag en lijkt af te nemen onder de wortelzone. Er is geen relatie gevonden met de oevervegetatie (met deze simpele statistische analyse)
    - De oeverbreedte (op basis van morfologie: gemeten van de insteek tot de waterlijn heeft geen relatie met de breedte van de Oevervegetatiezone 2b (op basis van het voorkomen van inundatietolerante soorten). Dit komt omdat een groot deel van de oever begroeid is met productiegras, terrestrische soorten en deels kaal is. Mogelijk dat er wel een relatie is met beheer (moet volgen uit de verdiepende analyse).

### 4.1.2 Relaties tussen slibchemie en waterplanten

Interessant is dat er een verband is te zien tussen het (maximaal) aantal soorten waterplanten en de voedselrijkdom van het slib. Bij een lage voedselrijkdom van het slib neemt het aantal waterplanten toe. Deze voedselrijkdom van het slib is gemeten als P-Al in de vaste fase van het slib, P in het poriewater van het slib en de berekende P-nalevering uit het slib. Stikstof komt voor als ammonium, dat in hoge concentraties toxisch is voor wortelende waterplanten. Het aantal planten neemt toe bij lage concentraties.

Er is weinig relatie tussen bodemkwaliteitsparameters en het aantal gevonden soorten in de oever. De inrichting en beheer zijn waarschijnlijk bepalender voor de soortensamenstelling op de oever dan de chemische omstandigheden in de bodem van de oever.




*Figuur 4-2: Relatie tussen verschillende variabelen in het slib en het unieke aantal soorten ondergedoken waterplanten.*

# 5 Inbedding in de praktijk

## 5.1 Resultaat werksessies en veldwerkshop

In 2025 zijn drie werksessie gehouden; één met medewerkers van waterschappen, één met agrariërs, medewerkers van agrarische collectieven en loonwerkers en één met beide groepen samen.

### 5.1.1 Algemene indruk veenweidesloten

Tijdens alle drie de sessies werd de slechte toestand waar veenweidesloten in de huidige situatie veelal in verkeren herkend; de ecologische waterkwaliteit is slecht, in de sloten groeien weinig tot geen planten en er is veel slib aanwezig, er zijn wel planten in de oevers, en oevers hebben vaak een beperkte draagkracht. In alle sessies werd onderschreven dat er feitelijk sprake is van een verstoord veenweideslootsysteem als oorzaak van deze problemen, dat het gevolg is van onder meer rivierkreeften.

De gepresenteerde informatie over de bevindingen tot nu toe werd gewaardeerd. Voor sommigen was het een bevestiging van hun beeld, voor anderen waren het deels nieuwe inzichten, of werd duidelijk dat de huidige status (veel) slechter was dan eerst gedacht, zoals bij de onderholling van oevers.

Meerdere oplossingen zijn aangedragen en besproken om de situatie te verbeteren, waaronder; goede voorbeelden onder de aandacht brengen, inzicht geven/ krijgen in overruimte om vegetatie te kunnen laten staan, baggeronderhoud in relatie tot een ‘natuurlijk’ slootevenwicht, maaibeheer van de sloot en oever baseren op niets doen tenzij…, terughoudend en ecologisch beheer belonen en in de leger en schouw mogelijk maken en onderscheid maken tussen ontwikkelbeheer en eindbeheer.

### 5.1.2 Dikte sliblaag

Het beeld van de dikte van de sliblaag was een punt dat discussie opleverde. Een deel van de deelnemers herkende het wel, en een deel herkende zich niet in de bij VeeST gemeten slibdikte. Dit leidde tot discussie over waar een sliblaag overgaat in bodem en waar je dus van slib kan spreken of van een slappe bodem en hoe je dit meet. Bij het presenteren van de data van VeeST is het belangrijk om te vertellen hoe precies is gemeten (bij VeeST zonder voet aan de peilstok) en hoe deze metingen zijn geverifieerd (zuigerboor). Ook de locatie van de meting is van belang (armlengte afstand van de oever (monitoringsdata waterschap) of midden van de sloot (uitpeilen baggerwerkzaamheden waterschap en VeeST). Dit is belangrijk zodat we vanuit hetzelfde beeld spreken met loonwerkers, slooteigenaren, veldcoördinatoren en waterschap.

### 5.1.3 Uitdagingen voor de veenweidesloot van de toekomst?

De kwalitatief slechte toestand van de gemiddelde veenweidesloot wordt toegeschreven aan de (toenemende) schade door de invasieve Amerikaanse rivierkreeft en bodemwoelende vissen zoals karper en brasem, een slecht doorzicht als gevolg van algen die gevoed worden door een hoge belasting met nutriënten, en door te intensief baggeren en schonen. Daarbij hebben vooral waterschappers zorgen over bodemdaling en het effect van klimaatverandering en hoe hier met het

peilbeheer op een goede manier mee om moet worden gegaan om verdere verslechtering te voorkomen.

### 5.1.4 Wat wél te doen voor een goede veenweidesloot van de toekomst?

1. **Goede voorbeelden**

Tijdens de werksessies zijn inzichten gedeeld over hoe beter om te gaan met sloten en hoe de huidige situatie te verbeteren is. Meerdere onderwerpen zijn hierbij aan bod gekomen. Er was een breed gedeelde behoefte aan goede voorbeelden van situaties waarin de omslag van een slecht naar een gezond systeem al is gemaakt. De vraag om goede voorbeelden bleek tijdens de werksessies echter moeilijk te beantwoorden omdat weinig positieve voorbeelden bekend zijn. De vraag is gesteld om vanuit VeeST goede voorbeelden te presenteren.

2. **Inzicht delen en krijgen in de overruimte om vegetatie te kunnen laten staan**

In alle drie de bijeenkomsten was overruimte in de watergang een belangrijk discussiepunt. Overruimte is de extra ruimte die in een watergang aanwezig is boven op de ruimte die nodig is voor de af- en aanvoer van water. Sommige waterschappen hebben kaarten ontwikkeld waar de overruimte is berekend. Vanuit de uitvoering (sessie 2) is behoefte aan deze kennis en kaarten. In veenweidesloten is vaak overruimte aanwezig. Het water in de sloten in de veenpolders wordt op peil gehouden door het stelsel aan hoofdwatergangen en de boezem. De strakke handhaving van het waterpeil in dit hoofdwatersysteem en de geringe afstand tot een hoofdwatergang zorgt ervoor dat in de secundaire watergangen relatief weinig hydraulische ruimte nodig is om een goede afwatering te waarborgen. In de huidige situatie wordt onnodig veel vegetatie weggehaald uit de oever/ sloot om maar zeker te zijn dat er geen hydraulisch knelpunt kan ontstaan en sloten niet worden opgeschouwd. Inzicht in de overruimte helpt om meer vegetatie te laten staan, zowel voor agrariër als schouwmeester.

3. **Baggeronderhoud in relatie tot de legger**

In alle sessies werd onderschreven dat bagger verwijderd moet worden uit veenweidesloten om voldoende waterdiepte te waarborgen, maar dat er ook zoiets bestaat als een minimale baggerdikte of een evenwichtstoestand. Te veel bagger verwijderen leidt snel tot nieuwe baggeraanwas, waarbij de 'natuurlijke' evenwichtssituatie van de betreffende sloot zich hersteld. Het werd niet als wenselijk ervaren om bagger tot een standaardmaat/ waterdiepte te verwijderen zoals vaak door waterschappen in de legger wordt voorgeschreven. De wens werd uitgesproken om de norm voor waterdiepte afhankelijk te laten zijn van de evenwichtstoestand van de sloot; maatwerk dus. Het werd onderkend dat het vaststellen van dit maatwerk niet eenvoudig is.

Daarnaast werd aangegeven dat winst behaald kan worden door de volgorde van de werkzaamheden uit te splitsen over jaren. Bijvoorbeeld om in het jaar voordat gebaggerd wordt alleen met de ecoreiniger of maaibalk de vegetatie uit de sloot te verwijderen (te maaien) en het jaar dat gebaggerd wordt, de vegetatie te laten staan. In een ander voorbeeld (Friesland) zijn goede ervaringen met alleen baggeren (elke jaar een klein beetje uit het hart van de sloot) en de vegetatie op de oevers met rust te laten. Dit systeem wordt bij KTC Zegveld ook gehanteerd.

4. **Maaibeheer slootvegetatie: niet, tenzij…**

Consensus bestaat dat het slootbeheer te verbeteren is door oevervegetatie minder intensief te verwijderen. Belangrijkste drijfveren voor de huidige frequentie zijn ‘angst voor de schouw’ en ‘zo doe ik het altijd’. De vraag of het echt nodig is om de slootvegetatie te verwijderen wordt zelden gesteld. In de slotenplannen, zijn agrarische collectieven aan de slag om de pakketten met slootbeheer te vertalen naar een uitvoeringsplan per jaar voor alle sloten. Niets doen is hierin een belangrijk onderdeel. Via de agrarische collectieven en slotenplannen komt er aandacht voor terughoudend beheer en de optie om niets te doen. Geen beheer kost ook geen geld en via het slotenplan komt er een extra vergoeding voor het beheer als geheel.

Tijdens de werksessies is ook gesproken over de beperkte draagkracht van de oever. Bij het maaien zou meer rekening gehouden moeten worden met de draagkracht door beheer over te slaan als het perceel te nat is. Ook het gebruiken van minder zwaar materieel kwam aan de orde.

Er is ook gesproken over het tijdstip van verwijdering. De suggestie werd gedaan om eerder in het seizoen – half augustus – te maaien zodat de vegetatie de tijd heeft om weer uit te lopen. Zo is er in de winter vegetatie aanwezig om de oevers te beschermen. De periode van maaien is echter ook een discussiepunt omdat in deze vegetatie veel fauna leeft dat juist in de zomer actief is.

5. **Ontwikkelbeheer en eindbeheer**

Tijdens de gesprekken werd onderscheid gemaakt tussen ‘ontwikkelbeheer’ en ‘eindbeheer’. Soms is tijdelijk aangepast beheer nodig om een oever te ontwikkelen naar het wensbeeld toe. Dit kan soms ook na een inrichtingsmaatregel zijn. Veel verschillende handelingen die zijn genoemd in de sessies kunnen onderverdeeld worden in deze twee categorieën.

*Tabel 5-1 Verschil tussen ontwikelbeheer en eindbeheer.*

| Ontwikkelbeheer | Eindbeheer |
|---|---|
| • Bij (zeer) beperkte waterdiepte (<35cm) bagger frequent, slechts enkele cm's, voorzichtig met klein materieel en uit het hart van de sloot verwijderen tot evenwichtstoestand | • Zelfde als bij ontwikkelbeheer, maar waarschijnlijk minder frequent door minder baggeraanwas |
| • De minimale hoeveelheid slootvegetatie laten staan (niet verwijderen). Bij woekering voedselrijke oeversoorten de vegetatie hoog afmaaien en maaisel afvoeren* | • Ecologisch slootschonen alleen waar en wanneer nodig om waterhuishouding te waarborgen en ophoping nutriënten te beperken |
| • Kwetsbare oever en oevervegetatie beschermen tegen vee en vertrapping dor afrastering en veedrinkbak. | • Belasting oever (veebelasting) afstemmen op draagkracht oever en veedrinkbak/ plek. |
| • Oevers (eerste 1 tot 2 m vanaf de waterlijn) niet tot zeer beperkt (max. 1x per jaar) maaien tbv ontwikkeling inundatietolerante(!) oevervegetatie | • Oevers (eerste 1 tot 2 m vanaf de waterlijn) beperkt (1x per jaar) maaien tbv instandhouding inundatietolerante(!) oevervegetatie |
| • **Vast peil houden tot alle oeverzones goed ontwikkeld zijn** | • Inundatietolerante oeverzone (2b) is bestand tegen fluctuerende peilen |

6. **Verschil tussen praktijk en theorie**

In de laatste sessie kwam ook het verschil tussen praktijk en theorie aan de orde. Veel deelnemers gaven aan dat algemene regels, 'vanachter het bureau gemaakt' zijn en niet altijd aansluiten bij de praktijk. In de praktijk is vaker maatwerk nodig. In sommige gebieden werken regels juist blokkerend voor het doel dat beoogd is met de regel. Bijvoorbeeld een bepaalde slootdiepte aanhouden voor ecologische kwaliteit, kan juist zorgen voor extra baggeraanwas en inzakkende oevers waardoor de kwaliteit juist afneemt. In andere sloten kan het verdiepen juist wel gunstig zijn voor de waterplanten.

Schouwmeesters werken volgens strakke instructies en krijgen weinig ruimte om maatwerk te leveren, of zij zien daarvan (nog) niet de noodzaak. Ook boeren krijgen of voelen geen ruimte om maatwerk te leveren. Meerdere waterschappen in het veenweidegebied zijn bezig om juist wel meer maatwerk mogelijk te maken en communiceren actief naar zowel schouwmeesters als (onder meer) agrariërs dat het juist wenselijk is om wel wat vegetatie te laten staan.

Meerdere deelnemers pleitten voor een gebiedsaanpak. Waarin aan de hand van de praktijk en gesprekken in het veld wordt gekeken welk beheer van sloot en slootkant wenselijk is, om vervolgens per gebied afspraken vast te leggen dat het beheer door waterschap en boer ook zo wordt uitgevoerd en wordt toegestaan. Hierin kunnen de collectieven ook een rol spelen.

Zowel in deze gebiedsaanpak, maar ook al in de bestaande bedrijfsslootplannen die collectieven al opstellen met individuele agrariërs, zou onderscheid gemaakt moeten worden – en besproken met de eigenaren/uitvoerders – tussen ontwikkelbeheer en eindbeheer. Het is sowieso van belang om de beheerplannen regelmatig (bijvoorbeeld 1-2-jaarlijks) te monitoren en te evalueren zodat het beheer waar nodig wordt bijgestuurd. Zo kan het maatwerk op de diversiteit van de praktijk geleverd worden.

Tenslotte kwam ter sprake dat de verschillende waterschappen anders met het beheer en schouw omgaan. Het blijkt dat de verschillende waterschappen andere regels hebben en in de schouw ook anders met hun eigen regels omgaan. Boeren weten niet altijd waar ze aan toe zijn. Op verzoek wordt binnen VeeST aandacht besteed om de verschillen tussen waterschappen in beeld te brengen.

### 5.1.5 Vooruitblik: Wat gaat er in de toekomst anders? Wat is daarvoor nodig?

Tijdens met name de derde werksessie zijn toekomstbeelden gedeeld. Hier volgen enkele onderdelen van deze beelden:

- Slootpeilen gaan meer fluctueren waarbij een weerbare oevervegetatie van (nog) groter belang is.
- Wateroverlastnormen mogen best omlaag, als het gebied daarmee instemt.
- De schouw ziet er anders uit; het is minder gericht op de uitvoering van onderhoudswerkzaamheden, maar meer op het resultaat van een gezond ecosysteem in en om de sloot.
- Het mandaat op peilbeheer en onderhoudsbeheer ligt meer in het gebied.
- De collectieven krijgen een grotere rol in het sturen op een betere waterkwaliteit met behulp van bedrijfsslootplannen die ieder bedrijf in de toekomst heeft.
- Slootplannen zijn geüniformeerd en monitoring - en zo nodig aanpassen van het beheer - is onderdeel van het slootplan.

- De beheervergoedingen van het ANLb waterbeheer zijn ruim kostendekkend, want de maatschappij schat de sloot als onderdeel van het polderecosysteem op waarde.

### 5.1.6 Vervolg: hoe te komen tot een werkbaar advies?

Met het rondsturen van het verslag van de drie bijeenkomsten naar alle genodigden is ook een enquête onder de waterschappen verspreid om in beeld te brengen wat de regels zijn en hoe daar mee omgegaan wordt. De resultaten hiervan moeten nog worden verwerkt.

Vanuit VeeST blijven we zoeken naar locaties waar een ander beheer al in de praktijk wordt toegepast en tot verbeteringen heeft geleid in onder meer waterkwaliteit, biodiversiteit, draagkracht.

Deze werksessies bleven wel -de een wat meer dan de ander- wat theoretisch en abstract. Daarom ontstond de behoefte om te onderzoeken hoe het gesprek zou verlopen in het veld, bij sloten waar daadwerkelijk de resultaten van verschillend beheer te zien zijn. Daarom is in oktober 2025 een workshop in het veld gehouden (zie resultaten hieronder).

Op basis van de resultaten van alle beheerinterviews en de relaties tussen beheer en kwaliteitsindices voor vegetatie en stabiliteit wordt beheerrichtlijnen in meer detail uitgewerkt. Dit zal in de werksessies getoetst worden. Belangrijk is om daarbij vast te stellen naar welk doel en streefbeeld toe wordt gewerkt, en om onderscheid te maken tussen ontwikkelbeheer en instandhoudingsbeheer.

### 5.1.7 Resultaat veldworkshop: het belang van een duidelijk beheerdoel

Op een WP2 onderzoekslocatie in de Krimpenerwaard is met een kleine groep vanuit landbouw, water- en natuurbeheer uit het gebied een workshop gehouden, waarin een aantal proefvakken met verschillend beheer is bekeken en is gediscussieerd over doelen en aanpak.

Er was overeenstemming dat met aangepast beheer meerwaarde kan worden bereikt voor bepaalde doelen. In de praktijk bleken er ook tegenstrijdigheden te zijn tussen doelen. Met beheer kan bijvoorbeeld gestuurd worden op een maximale botanische waarde voor insecten en weidevogels. Deze gras/kruidensoorten zijn veelal niet de oeversoorten die leiden tot meer stevigheid van de oever. Soorten die met hun uitgebreide wortelstelsel wel bijdragen aan een stevige oever, zoals pitrus en andere grovere oeversoorten, kunnen juist strijdig zijn met weidevogelbeheer door een beperkt uitzicht en schuilgelegenheid voor predatoren. Voor de agrariër was een ruige oevervegetatie onwenselijk omdat het geen meerwaarde heeft als voer voor de koeien, terwijl een gras/ kruidenvegetatie dit wel heeft. De gras/kruiden werden zelfs als positief ervaren omdat deze extra smaak aan de melk en kaas geven.

Op deze locatie was er consensus bij de betrokkenen dat al goede stappen waren gezet door minder intensief te schonen, met de maaikorf en ecoreiniger te werken en slechts één keer in de vier tot vijf jaar baggeren met de baggerpomp. De betreffende loonwerker haalde zorgvuldig de vegetatie uit de waterzone en zette deze met de wortels naar beneden voorzichtig in de oever.

Het gesprek in het veld met verschillende partijen bleek heel waardevol is. Het voornemen is om in 2026 nog een aantal veldworkshops te houden.

## 5.2 Afwegingskader natuurvriendelijke oevers: inrichting versus beheer

Ondanks dat er nog veel uitgezocht wordt over oeverstabiliteit en oeverontwikkeling, is ook al veel bekend. In het werkveld bestaat al een tijd een behoefte aan handvatten en een keuzehulp bij het bepalen van maatregelen om oevers stabieler en ecologisch waardevoller te maken. Daarnaast wordt veel budget vrijgemaakt voor de aanleg van natuurvriendelijke oevers (NVO's). De resultaten een aantal jaren na aanleg zijn wisselend, en veelal terug te leiden naar beheer of het ontbreken van beheerafspraken en/ of controle van het naleven van de gemaakte afspraken. In samenwerking met Waterschap Amstel, Gooi en Vecht is begin 2025 een eerste versie van een Afwegingskader Oevers Landelijk gebied gemaakt.

Uitgangspunt bij dit afwegingskader is dat een oever met ecologisch beheer (baggeren, slootmaaien, oevermaaien, beschermen tegen vertrapping en vraat door vee) meestal te verbeteren is tot een stabiele oever met oevervegetatie, en dat pas gekozen wordt voor inrichting als het niet anders kan. Wanneer er toch ingericht wordt, is dit enkel zinvol als dat in combinatie met passend beheer gebeurt. Een meer gedetailleerde versie van dit afwegingskader is op te vragen bij de auteurs.

### 5.2.1 Uitgangspunten en aanpak afwegingskader

Het afwegingskader is toe te passen in lijnvorige wateren in het landelijk gebied, in zowel primaire als secundaire watergangen. De oevers zijn meestal van derden (niet van het waterschap). De gebruikers van het afwegingskader zijn adviseurs binnen het waterschap én buiten, zoals veldcoördinatoren van de collectieven. Meestal komt een oevervraagstuk vanuit het gebied binnen. Dat kan zijn dat er energie is om natuurvriendelijke oevers te ontwikkelen of om met natuurlijke oplossingen oeverafkalving tegen te gaan.

De oeveraanpak is gebaseerd op een aantal stappen: eerst wordt gekeken naar de toestand van de sloot en oever, dan worden de risico's geïnventariseerd en daarna opgehaald welke opgave er ligt in het gebied. Deze aspecten leiden samen tot een aanpak of maatregelen.

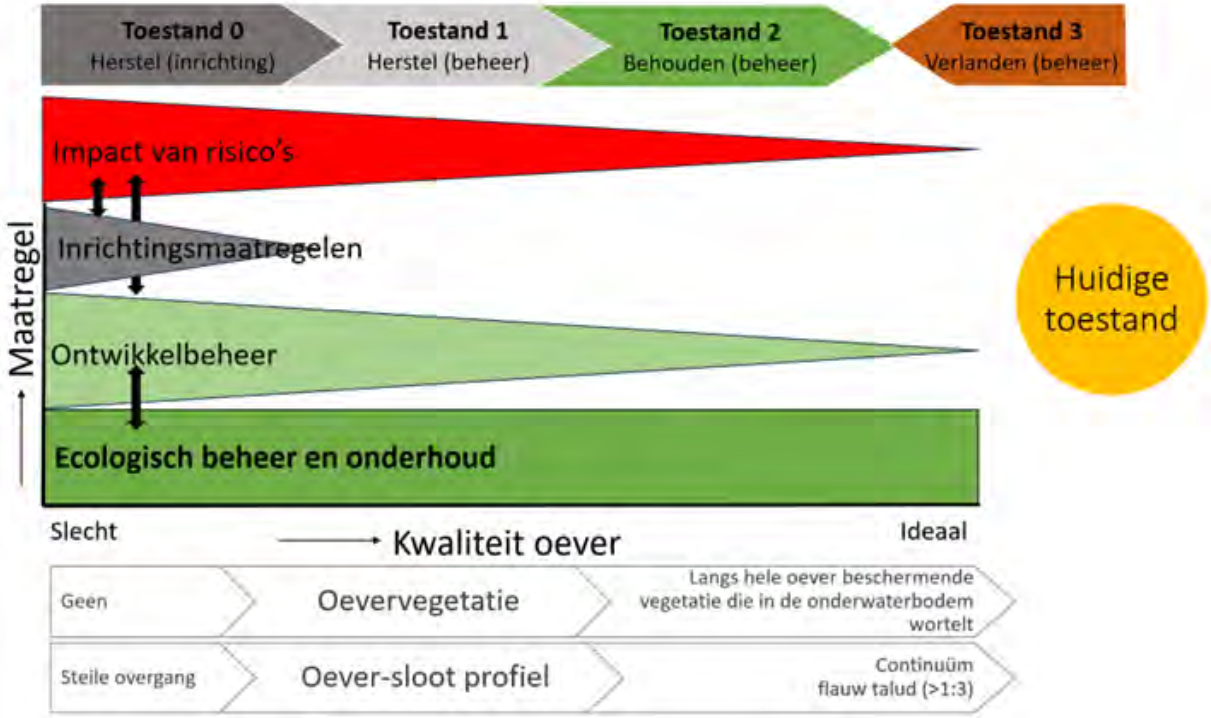
#### *5.2.1.1 Toestandsbepaling*

De eerste stap in het afwegingskader is om de toestand van de oever te bepalen. Deze toestand is gebaseerd op zowel de aanwezigheid van vegetatie als de vorm van het oeverprofiel. De toestand wordt in principe afgeleid per oeverzone.

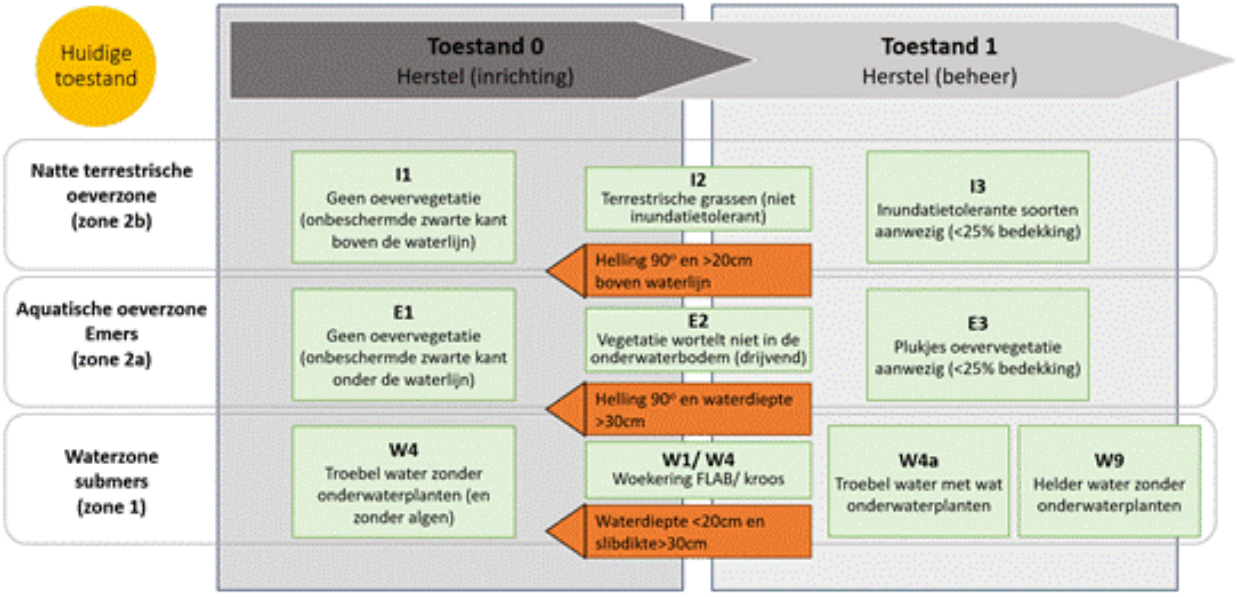
In Figuur 5-1, staan de verschillende toestanden weergegeven in volgorde van slechte kwaliteit oever naar een ideaal toe. Een oeverzone in toestand 0 is in slechte staat omdat er geen beschermende of stabiliserende vegetatie staat en omdat het slootprofiel ook geen ruimte biedt voor deze vegetatie om zich te ontwikkelen. Deze oeverzone kan niet met alleen aangepast beheer worden hersteld. De impact van risico's op de oevers is het grootst (grote rode driehoek). In toestand 1 is de oeverzone deels in onvoldoende staat, maar kan met ontwikkelbeheer (en mogelijk een inrichtingsmaatregel tegen een specifiek risico) de oever verbeterd worden. Een oever in toestand 2 is in goede staat, er is voldoende ruimte voor vegetatie in alle zones aanwezig. Toestand 3 staat voor verlanding of verruiging en vraagt ook om beheer om vegetatie beheersbaar te houden en ophoping van nutriënten tegen te gaan. Naarmate de kwaliteit van de oever beter wordt (naar rechts in de grafiek) wordt de mate van benodigd ontwikkelbeheer kleiner, zijn geen grote ingrepen nodig en wordt de oever minder

kwetsbaar voor risico's. Hoe beter de kwaliteit van de oever, hoe belangrijker ecologisch beheer en onderhoud is om deze kwaliteit te behouden.

Figuur 5-2 helpt bij het bepalen in welke toestand (0 of 1) een bepaalde oeverzone zich bevindt op basis van de aanwezigheid (hoeveelheid en soorten) van planten (groene blokken) en de ruimte in het profiel (oranje blokken).



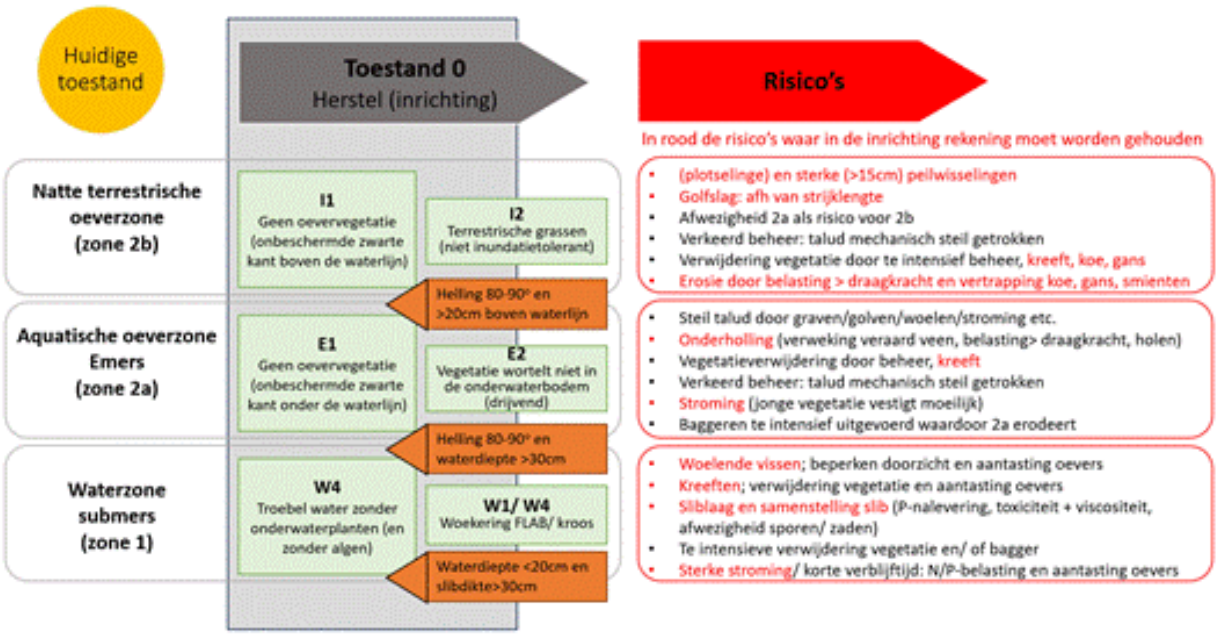

*Figuur 5-1 Relatie tussen type maatregel en kwaliteit van de oever. De kwaliteit van de oever is bepaald op basis van profiel en vegetatie en ingedeeld in toestand 0-3. De rode driehoek staat voor de impact van risico's, die is kleiner bij betere oeverkwaliteit.*




*Figuur 5-2 Schema bij bepalen of alleen beheer of ook inrichting nodig is aan de hand van aanwezige (oever)vegetatie en het slootprofiel.*

#### *5.2.1.2 Risico-inschatting*

Wanneer de huidige toestand van de oever toestand 0 of 1 is en deze dus geen of weinig fysieke ruimte heeft en niet of nauwelijks begroeid is, is deze gevoelig voor risico's (Figuur 5-3). Voor iedere oeverzone zijn verschillende risicofactoren waardoor een oever zich niet kan ontwikkelen of kwetsbaar blijft. Afhankelijk van de grootte van het risico, is naast ecologisch oeverbeheer (of het tijdelijk stoppen van beheer) soms een (tijdelijke) inrichtingsmaatregel nodig om toch rust te creëren. Voor alle risico's is een beschrijving gemaakt hoe je een risico kunt herkennen door in het veld te kijken en welke extra informatie je nodig hebt om dit in te schatten.




*Figuur 5-3 Risico's die spelen op de oever die extra veel impact hebben wanneer deze in toestand 0 is, uitgesplitst per zone.*

#### *5.2.1.3 Maatregelen*

Afhankelijk van de zone, de toestand en de risico's zijn beheer- en inrichtingsmaatregelen uitgewerkt. Onderscheid is gemaakt tussen ontwikkel en instandhoudingsbeheer. Dit is een vrij uitgebreide tabel die is op te vragen bij de auteurs.

#### *5.2.1.4 Toetsing in de praktijk van de voorgestelde maatregelen*

In de zomer van 2025 is het afwegingskader besproken met medewerkers van het waterschap die te maken hebben met oeverherstel projecten en met leden van agrarische collectieven in het beheergebied van waterschap Amstel, Gooi en Vecht die ook oeverinventarisaties uitvoeren. Zij konden zich vinden in de huidige (theoretische) opzet van het kader. De komende tijd zullen met praktijkervaring rondes van wijzigingen en aanpassing van dit afwegingskader en bijbehorende producten plaatsvinden. Waterschap Amstel, Gooi, Vecht start komend jaar met een monitoring en evaluatieronde van verschillende oeverprojecten om te toetsen of het advies dat gegeven is op oevers (voorgestelde maatregelen) uitkomt zoals bedoeld, of dat er maatregelen aangescherpt moeten worden. In de volgende aanpassingsronde van het kader wordt uiteraard ook de in VeeST ontwikkelde kennis gebruikt.

# 6 Conclusies tot nu toe en hoe verder

## 6.1 Conclusies

Onderstaande conclusies zijn gebaseerd op een tussenstand van de data die tot nu toe is opgehaald en verwerkt. De beheerproeven zijn nauwelijks meegenomen omdat in 2026 nog een meetjaar volgt.

De huidige stand van zaken van de veenweidesloten, gebaseerd op 200 sloten verspreid over het veenweidegebied en metingen van zo'n 600 variabelen per sloot, is matig tot slecht.

- De biodiversiteit in het water en op de oever is beperkt:
  - In een kwart van de sloten is geen watervegetatie aangetroffen of slechts 1 soort
  - In de natte oever (onder de waterlijn) is slechts 20cm beschermende oevervegetatie aanwezig (gemeten in de zomer)
  - In de oeverzone boven de waterlijn is slechts op een beperkt deel inundatietolerante soorten aangetroffen. De meeste soorten zijn landplanten die niet bestand zijn tegen vernatting. De soorten komen overeen met voedselrijke omstandigheden
  - Het aantal soorten op de oever neemt toe bij een bredere oeverzone. De breedte van de oeverzone is een beheerkeuze (hoe breed en hoe vaak wordt de maai oever gemaaid ten opzichte van de bufferstrook/ perceel). Het talud van de oever neemt af bij een kleinere drooglegging.
- De omstandigheden voor vegetatie in de sloot zijn over het algemeen slecht en lijken zich in een negatieve vicieuze cirkel te bevinden
  - Waterdiepte is beperkt
  - Doorzicht is beperkt, en meestal alleen voldoende als de waterdiepte klein is
  - Slibdikte is groot
  - De omstandigheden in het slib zijn (zeer) gereduceerd waardoor fosfaat wordt gemobiliseerd en ammonium ophoopt.
  - Nutriëntenrijkdom van het slib (P-beschikbaarheid vaste fase, P-concentratie in het porievocht van het slib, P-nalevering naar de waterfase) en ammoniumtoxiciteit van het slib zijn in een groot deel van de sloten beperkend voor het aantal waterplanten.
  - Algen zorgen voor een verhoging van de pH in de waterfase. Dit contrasteert met de pH van het slib en de veenbodem waardoor humuszuren in oplossing gaan. Dit beperkt het doorzicht (nog) verder.
- De stabiliteit van de oever is zeer beperkt
  - Indringingsweerstand (als maat voor draagkracht) is (zeer) laag. Op nagenoeg alle oevers leidt beweiding tot vertrappingsschade
  - Op nagenoeg alle oevers is een bepaalde mate van onderholling gemeten (in de helft van de sloten 25cm of meer). Hoe groter de onderholling hoe lager de draagkracht in de oever
  - De samenstelling van slib en oever wijst op slibaanwas door erosie van onder de waterlijn (25-50cm).
- De draagkracht van percelen is alleen in de bovenste 25cm hoog en neemt daaronder af, onafhankelijk van drooglegging of dikte van de veraarde veenlaag.
- Het beheer van de geïnventariseerde sloten (alleen gebaseerd op de interviews in 2024) is matig tot vrij intensief
  - Onderscheid wordt gemaakt tussen de maaifrequentie op de bufferstrook en de oever.

    - In 2/3 van de sloten wordt beweid en in 1/3 van de sloten kunnen koeien gebruik maken van een drinkbak.
- Met beheer is goed te sturen op de vegetatie-ontwikkeling op de natte, vochtige en droge oever. Met minimaal beheer ontwikkelt op de meeste plekken binnen het groeiseizoen oevervegetatie die hoort bij de natte/ vochtige omstandigheden op de oever en die bestand is tegen inundatie.
- In het beheer van de oever zou meer aandacht moeten zijn voor een goede afstemming tussen belasting en draagkracht. Ook op het perceel zou het gewicht van de machines afgestemd moeten worden afgestemd op de draagkracht (ook in de diepere bodemlagen).
- De relatie tussen beheer en watervegetatie is moeilijker te bepalen. Er lijkt geen directe relatie te bestaan tussen oevervegetatie en watervegetatie.

## 6.2 Hoe verder?

In deze tussenrapportage zijn de resultaten getoond van sloottrajecten die eenmalig zijn geïnventariseerd. Niet alle data was nog beschikbaar. Dit zijn de inventarisatie locaties (WP1), en de nulmeting van de behandeling met regulier beheer in de beheerexperimenten (WP2). Van de beheerexperimenten is een aantal anekdotes gedeeld, maar de resultaten nog niet. In 2026 zal nog 1 meetjaar zijn voor de experimenten. De data die is besproken in deze tussenrapportage was nog niet compleet. De data van het lab (water, bodem en slib monsters) was nog niet beschikbaar voor het meetjaar van 2025. Ook de beheerinterviews van 2025 zijn in deze rapportage nog niet verwerkt.

In 2026 zullen de volgende activiteiten plaatsvinden:

- Compleet maken database met inventarisatielocaties (inclusief lab data en beheerinterviews)
- Statistische analyse van de data (vegetatie, abiotiek, samenstelling water, bodem, slib en beheer) om de kwaliteitskenmerken van de sloten en sturende variabelen te duiden en na te gaan hoe deze met peil- en onderhoudsbeheer zijn te sturen
- Gebiedsanalyses: per gebied wordt een analyse gemaakt om relaties te leggen en om processen en sturende variabelen te begrijpen
- Uitvoering metingen en inventarisaties voor de beheerexperimenten (WP2)
- Uitwerken beheerexperimenten
- Uitwerken van een beslisboom voor beheer. Deze beslisboom moet beheerders en agrarische collectieven handvatten te geven voor het onderhoudsbeheer, waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen ontwikkel- en instandhoudingsbeheer
- Organiseren en bijdragen aan bijeenkomsten om kennis te delen, kennis op te halen en om de beslisboom te toetsen
- Communicatie uitingen om de resultaten en aanbevelingen uit dit onderzoek breed onder de aandacht te brengen.

Als slot zal het project worden afgerond met het opleveren van een eindrapport en het organiseren van een eindsymposium.

# 7 Literatuur


Bloemendaal, F. H. J. L.& J. G. M. Roelofs (1988). Waterplanten en waterkwaliteit. Utrecht, Stichting Uitgeverij Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging.

Cao, J. J., Y. Wang& Z. L. Zhu (2012). "Growth response of the submerged macrophyte Myriophyllum spicatum to sediment nutrient levels and water-level fluctuations." Aquatic Biology 17(3): 295-303.

Cao, T., L. Ni& P. Xie (2004). "Acute Biochemical Responses of a Submersed Macrophyte, Potamogeton crispus L., to High Ammonium in an Aquarium Experiment." Journal of Freshwater Ecology 19(2): 279-284.

Clarke, E.& A. H. Baldwin (2002). "Responses of wetland plants to ammonia and water level." Ecological Engineering 18(3): 257-264.

Dendène, M., T. Rolland, M. Trémolières& R. Carbiener (1993). "Effect of ammonium ions on the net photosynthesis of three species of< i> Elodea</i>." Aquatic Botany 46(3): 301-315.

Jaarsma N.G. & H. van Dam (2020). Doelen op maat 4.3 - Aanpak systeemanalyses volgens ESF-methodiek. Herman van Dam, Adviseur Water en Natuur, Amsterdam. Rapport 1308-4-3 / Nico Jaarsma, Aquatische Ecologie & Fotografie, Den Hoorn.

Jaarsma, N.G., Klinge, M., Lamers, L. (2008) Van helder naar troebel…en weer terug. STOWA-rapportnummer 2008-04, ISBN 978.90.5773.386.4

Lamers, L.P.M., Geurts, J.J.M.G., van Schie, M., van Dijk, G.M., Barendregt, A., Mettrop, I.S., Moria, L., Fritz, C., Roelofs, J., Smolders, A.J.P., Rip, W. (2018). Waterkwaliteit en biodiversiteit in het laagveenlandschap. Rapport 2018/OBN220-LZ. Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV), Wageningen.

Litav, M.& Y. Lehrer (1978). "The effects of ammonium in water on< i> Potamogeton lucens</i>." Aquatic Botany 5: 127-138.

Moria, L., S. Kanters, J. van Diggelen, F. Smolders, S. Schep, S. Clevers, J. Geurts, 2025. Eutrofiëring bij natuurontwikkelingsprojecten als gevolg van erosie, uitspoeling en/of afspoeling in laagveengebieden . Rapport nummer OBN-2024-146-LZ, Kennisnetwerk OBN, Driebergen.

Netten, J. J. C., T. van der Heide& A. J. P. Smolders (2013). "Interactive effects of pH, temperature and light during ammonia toxicity events in Elodea canadensis." Chemistry and Ecology 29(5): 448-458.

Prasad, M., Verhagen, J. B. G. M., & Aendekerk, T. G. L. (2000). Effect of peat type and ph on breakdown of peat using fourier transform infrared spectroscopy. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, *31*(17–18), 2881–2889. https://doi.org/10.1080/00103620009370635

Rolland, T.& M. Tremolieres (1995). "The role of ammonium nitrogen in the distribution of two species of Elodea." Acta Botanica Gallica 142(6): 733-739.

Schep, S.A., van der Wal, B., van der Wijngaart, T.(2015), Ecologische sleutelfactoren voor het herstel van onderwatervegetatie. Toepassing van de ecologische sleutelfactoren 1, 2 en 3 in de praktijk. STOWA 2015-17 ISBN 978.90.5773.695.7

Smolders, A. J. P., Lamers, L. P. M., Lucassen, E. C. H. E. T., Van Der Velde, G., & Roelofs, J. G. M. (2006). Internal eutrophication: How it works and what to do about it—a review. *Chemistry and Ecology*, *22*(2), 93–111. https://doi.org/10.1080/02757540600579730

Smolders, A. J. P., Lamers, L. P. M., Lucassen, W. G. H., van der Velde, G., & den Hartog, C. (2006). Iron sulfide as a detoxifying mechanism for sulfide in freshwater wetlands. Environmental Toxicology and Chemistry, 25(6), 1592-1599.

Smolders, A., C. Den Hartog, C. Van Gestel& J. Roelofs (1996). "The effects of ammonium on growth, accumulation of free amino acids and nutritional status of young phosphorus deficient Stratiotes aloides plants." Aquatic Botany 53(1): 85-96.

Smolders, A.J.P., Van Diggelen, J.M.H. (2025) Toelichting bij resultaten veldmetingen VeeST 2024. PR-24.047

Simons, J., M. Ohm, R. Daalder, P. Boers& W. Rip (1994). "Restoration of Botshol (The Netherlands) by reduction of external nutrient load - recovery of a Characean community, dominated by Chara connivens." Hydrobiologia 275: 243-253.

STOWA-rapport "Systeemkennis brakke wateren" (2022-39, Van Geest et al.)

STOWA maatlatten sloten en kanalen

Tolunay, D., Kowalchuk, G.A., Erkens, G., Hefting, M.M. (2024) Aerobic and anaerobic decomposition rates in drained peatlands: Impact of botanical composition, Science of The Total Environment 930, https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.172639.

Van der Grift, B., Rozemeijer, J. C., Griffioen, J., and van der Velde, Y.: Iron oxidation kinetics and phosphate immobilization along the flow-path from groundwater into surface water, Hydrol. Earth Syst. Sci., 18, 4687–4702, https://doi.org/10.5194/hess-18-4687-2014, 2014.

Zhong, A. W., T. Cao, L. Y. Ni& P. Xie (2013). "Growth and membrane permeability of two submersed macrophytes in response to ammonium enrichment." Aquatic Biology 19(1): 55-64.

# 8 Bijlagen

## 8.1 Bijlage 1. meetlocaties

*Tabel 8-1 Per gebied het aantal sloten die zijn onderzocht in WP1 en WP2*

| | | |
|---|---|---|
| Aarlanderveen | 4 | 0 |
| Assendelft | 6 | 0 |
| Blesdijke | 4 | 0 |
| de Tol | 4 | 0 |
| Delflandse polders | 8 | 0 |
| Eemland | 4 | 0 |
| Eilandspolder | 4 | 0 |
| Groot Wilnis-Vinkeveen (midden) | 2 | 0 |
| Groot Wilnis-Vinkeveen zuid | 1 | 0 |
| Hegewarren | 2 | 8 |
| Idzega | 15 | 0 |
| Krimpenerwaard | 17 | 8 |
| Langdgoed guntherstein | 4 | 0 |
| Lange Weide | 7 | 0 |
| Mastenbroek | 7 | 0 |
| Mijnden | 16 | 0 |
| Oukoop/ Polder Holland sticht | 4 | 0 |
| Polder Demmerik | 3 | 0 |
| Polder Westzaan | 3 | 0 |
| Poppenhuizen | 4 | 0 |
| Reservaat Demmerik | 4 | 0 |
| Ronde Hoep | 3 | 23 |
| Spaarnwoude | 1 | 17 |
| Staphorsterveen | 5 | 0 |
| Staphorsterveen Zuidkant | 4 | 0 |
| Stein Noord | 5 | 0 |
| Stein Zuid | 6 | 0 |
| Uithoornse polder | 4 | 0 |
| Waterland / Holysloot / Bloemerdalergouw | 0 | 4 |
| Wormer- en Jisperveld | 7 | 0 |
| Zaanstreek waterland | 6 | 0 |
| Zeevang Polder | 3 | 0 |
| Zegveld | 8 | 8 |
| Zuiderveen | 3 | 0 |

**Bemonsterde gebieden met inventarisatie- en proefslootlocaties**

Inventarisatiesloten

Inventarisatiesloten en beheerexperimenten

Aarlanderveen
Akkerdijkse polder
Assendelft
Bloemerdalergouw
de Tol
Eemland
Groot Wilnis-Vinkeveen (midden)
Groot Wilnis-Vinkeveen zuid
Krimpenerwaard
Krimpenerwaard -Nesse
Langdgoed guntherstein
Lange Weide
Mijnden
Polder Demmerik
Polder Holland sticht west
Polder Westzaan
Reservaat Demmerik
Ronde Hoep
Spaarnwoude - NZK boezem
Spaarnwoude - Verenigde Binnenpolder
Stein Noord
Stein Zuid
Uithoornse polder
Zegveld
Zuiderveen

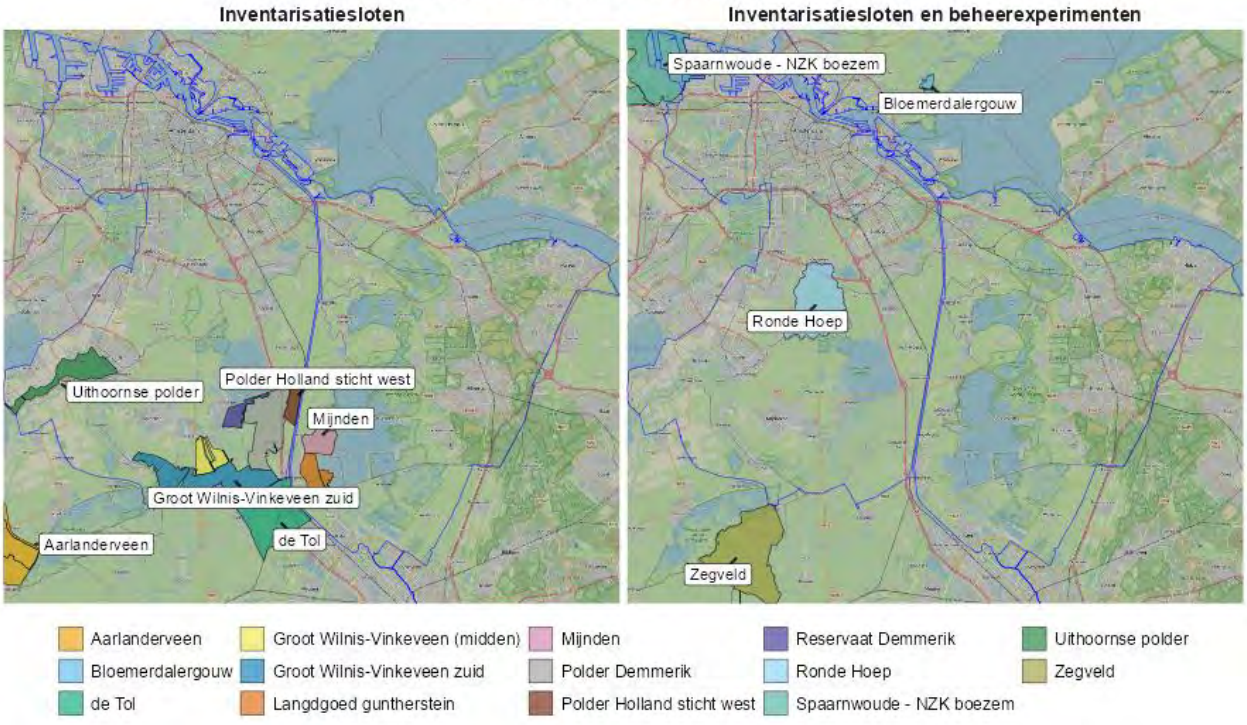
**Bemonsterde gebieden met inventarisatie- en proefslootlocaties**

Inventarisatiesloten

Inventarisatiesloten en beheerexperimenten

Aarlanderveen
Assendelft
Bloemerdalergouw
de Tol
Eilandspolder
Groot Wilnis-Vinkeveen (midden)
Groot Wilnis-Vinkeveen zuid
Langdgoed guntherstein
Mijnden
Polder Demmerik
Polder Holland sticht west
Polder Westzaan
Reservaat Demmerik
Ronde Hoep
Spaarnwoude - NZK boezem
Spaarnwoude - Verenigde Binnenpolder
Uithoornse polder
Wormer- en Jisperveld
Zeevang
Zegveld
Zuiderveen

**Bemonsterde gebieden met inventarisatie- en proefslootlocaties**



## 8.2 Bijlage 2. WP2 Behandelingen

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Hegewarren | HW_1_M-DRGLG_O | M | 0 | 0 | ja | nee | 0 | nee |
| Hegewarren | HW_1_M-DRGLG-AF_O | M-AF | 0 | 0 | ja | nee | 0 | nee |
| Hegewarren | HW_1_R-DRGLG_O | R | 0 | 1 | ja | nee | 1 | nee |
| Hegewarren | HW_1_R-DRGLG-AF_O | R-AF | 0 | 1 | ja | nee | 1 | nee |
| Hegewarren | HW_2_M-DRGLG_W | M | 0 | 0 | ja | nee | 0 | nee |
| Hegewarren | HW_2_M-DRGLG-AF_W | M | 0 | 0 | ja | nee | 0 | nee |
| Hegewarren | HW_2_R-DRGLG_W | R | 0 | 1 | ja | nee | 1 | nee |
| Hegewarren | HW_2_R-DRGLG-AF_W | R-AF | 0 | 1 | ja | nee | 1 | nee |
| Krimpenerwaard | KW_1_M-AF_O | M-AF | 0 | 0 | nee | nee | 0 | nee |
| Krimpenerwaard | KW_1_R_O | R | 1 | 1 | nee | nee | 0 | nee |
| Krimpenerwaard | KW_2_M_W | M | 1 | 1 | ja | ja | 0 | nee |
| Krimpenerwaard | KW_2_M-AF_W | M-AF | 0 | 0 | ja | nee | 0 | nee |
| Krimpenerwaard | KW_2_R_W | R | 1 | 1 | ja | ja | 0 | nee |
| Krimpenerwaard | KW_3_M_W | M | 1 | 1 | ja | ja | 0 | nee |
| Krimpenerwaard | KW_3_M-AF_W | M-AF | 0 | 0 | ja | nee | 0 | nee |
| Krimpenerwaard | KW_3_R_W | R | 0 | 1 | ja | ja | 0 | nee |
| Ronde Hoep | RH_1_M_N* | M | 1 | 1 | ja | ja | 0 | nee |
| Ronde Hoep | RH_1_M-AF_N | M-AF | 0 | 0 | ja | nee | 0 | nee |
| Ronde Hoep | RH_1_R_N | R | 1 | 1 | ja | ja | 0 | nee |
| Ronde Hoep | RH_1_R-AF_N* | R-AF | 0 | 0 | ja | nee | 0 | nee |
| Ronde Hoep | RH_10_M_N | M | 1 | 1 | ja | ja | 0 | nee |
| Ronde Hoep | RH_10_M-AF_N | M-AF | 0 | 0 | ja | nee | 0 | nee |
| Ronde Hoep | RH_10_R_N | R | 1 | 1 | ja | ja | 0 | nee |
| Ronde Hoep | RH_11_M-AF_Z | M-AF | 0 | 0 | ja | nee | 0 | nee |
| Ronde Hoep | RH_11_R_Z | R | 0 | 2 | ja | ja | 0 | nee |
| Ronde Hoep | RH_2_M-AF_O | M-AF | 1 | 2 | ja | nee | 0 | nee |
| Ronde Hoep | RH_2_M-AF_W | M-AF | 1 | 2 | ja | nee | 0 | nee |
| Ronde Hoep | RH_2_R_O | R | 0 | 0 | ja | ja | 0 | nee |
| Ronde Hoep | RH_2_R_W | R | 0 | 0 | ja | ja | 0 | nee |
| Ronde Hoep | RH_3_M-AF-KR_O | M-AF-KR | 1 | 2 | ja | nee | 0 | ja |
| Ronde Hoep | RH_3_M-AF-KR_W | M-AF-KR | 1 | 2 | ja | nee | 0 | ja |
| Ronde Hoep | RH_3_R-KR_O | R | 0 | 0 | ja | ja | 0 | ja |
| Ronde Hoep | RH_3_R-KR_W | R | 0 | 0 | ja | ja | 0 | ja |
| Ronde Hoep | RH_4_M-AF_N | M-AF | 1 | 1 | ja | nee | 0 | nee |
| Ronde Hoep | RH_4_M-AF_Z | M-AF | 1 | 1 | ja | nee | 0 | nee |
| Ronde Hoep | RH_4_R_N | R | 1 | 1 | ja | ja | 0 | nee |
| Ronde Hoep | RH_4_R_Z | R | 1 | 1 | ja | ja | 0 | nee |
| Ronde Hoep | RH_5_M-AF-KR_Z | M-AF | 1 | 1 | ja | nee | 0 | ja |
| Ronde Hoep | RH_7_M-AF-KR_W | M-AF | 0 | 0 | ja | nee | 0 | ja |
| Ronde Hoep | RH_7_R-KR_W | R | 1 | 0 | ja | ja | 0 | ja |
| Ronde Hoep | RH_8_M_AF_W | M-AF | 0 | 0 | ja | nee | 0 | nee |
| Ronde Hoep | RH_8_R_W | R | 1 | 0 | ja | ja | 0 | nee |
| Ronde Hoep | RH_9_M-AF_Z | M-AF | 0 | 0 | ja | nee | 0 | nee |
| Ronde Hoep | RH_9_R_Z | R | 0 | 2 | ja | ja | 0 | nee |
| Spaarnwoude | SW_1_M_W | M | 1 | 1 | ja | ja | 0 | nee |
| Spaarnwoude | SW_1_M-AF_W | M-AF | 0 | 0 | ja | nee | 0 | nee |
| Spaarnwoude | SW_2_M_O | M | 1 | 1 | ja | ja | 0 | nee |
| Spaarnwoude | SW_2_M_W | M | 1 | 1 | ja | ja | 0 | nee |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Spaarnwoude | SW_2_M-AF_W | M-AF | 0 | 0 | ja | nee | 0 | nee |
| Spaarnwoude | SW_3_M_N | M | 1 | 1 | ja | ja | 0 | nee |
| Spaarnwoude | SW_3_M-AF_N** | M-AF | 1 | 1 | ja | ja (vanaf augustus) | 0 | nee |
| Spaarnwoude | SW_3_M-NVO_Z | M | 1 | 1 | ja | ja | 0 | nee |
| Spaarnwoude | SW_3_M-NVO-AF_Z** | M-AF | 1 | 1 | ja | ja (vanaf augustus) | 0 | nee |
| Spaarnwoude | SW_4_M_ZO | M | 1 | 1 | ja | ja | 0 | nee |
| Spaarnwoude | SW_4_M-AF_ZO | M-AF | 0 | 0 | ja | nee | 0 | nee |
| Spaarnwoude | SW_4_M-AF-NVO_NW | M-AF-NVO | 0 | 0 | ja | nee | 0 | nee |
| Spaarnwoude | SW_4_M-NVO_NW | M-NVO | 1 | 1 | ja | nee | 0 | nee |
| Spaarnwoude | SW_5_M_Z | M | 1 | 1 | ja | ja | 0 | nee |
| Spaarnwoude | SW_5_M-AF_Z** | M-AF | 1 | 1 | ja | ja (vanaf augustus) | 0 | nee |
| Spaarnwoude | SW_5_M-NVO_N | M-NVO | 1 | 1 | ja | ja | 0 | nee |
| Spaarnwoude | SW_5_M-NVO-AF_N** | M-NVO-AF | 1 | 0 (om het jaar) | ja | ja (vanaf augustus) | 0 | nee |
| Waterland | WL_1_M_W | M | 1 | 2 | ja | ja | 0 | nee |
| Waterland | WL_1_M-AF_W | M-AF | 1 | 1 | ja | nee | 1 | nee |
| Waterland | WL_2_M_O | M | 1 | 2 | ja | ja | 1 | nee |
| Waterland | WL_2_M-AF_O | M-AF | 0 | 0 | ja | nee | 0 | nee |
| Zegveld | ZG_1_M_O | M | 1 | 0 | ja | ja | 0 | nee |
| Zegveld | ZG_1_M-AF_O | M-AF | 0 | 0 | ja | nee | 0 | nee |
| Zegveld | ZG_2_M_O | M | 1 | 0 | ja | ja | 0 | nee |
| Zegveld | ZG_2_M-AF_O | M-AF | 0 | 0 | ja | nee | 0 | nee |
| Zegveld | ZG_3_M_W | M | 1 | 1 | ja | ja | 0 | nee |
| Zegveld | ZG_3_M-AF_W | M-AF | 0 | 0 | ja | nee | 0 | nee |
| Zegveld | ZG_3_M-PR_W | M | 1 | 1 | ja | ja | 0 | nee |
| Zegveld | ZG_3_M-PR-AF_W | M-AF | 0 | 0 | ja | nee | 0 | nee |

*Behandeling is niet uitgevoerd en komt overeen met aanliggend traject, komt daardoor te vervallen
** Afrastering is weggehaald door belemmeringen met het vee

## 8.3 Bijlage 3. metingen, inventarisaties en informatieverzameling

### 8.3.1 Vegetatieinventarisatie

Over het algemeen: Voor bijna alle hoogte/breedte schattingen is er op **minimaal** 5 plekken in het traject gemeten, waar mogelijk op 10 plekken (elke 10 meter). Deze metingen zijn gedaan met behulp van een hark met vaste steel (ook gebruik voor het bemonsteren van de watervegetatie). Op de steel is een schaalverdeling gemaakt in delen van 10cm. Na meerdere metingen (5-10) is het gemiddelde bepaald en afgerond naar het dichtbij zijnde 10-tal.

Incidenteel zijn er situaties in het veld aangetroffen waarbij bepaalde factoren (zoals breedte van de zones of bedekkingen van bepaalde groeivormen) niet of lastig volgens protocol ingevuld konden worden. Bij dergelijk situaties is er met alle aanwezige veldwerkers overlegd en is er gezamenlijk bepaald welke keuze gemaakt dient te worden. Voor de methode is grotendeels de voorgestelde methodiek (onderaan dit document) gevolgd. Het nu volgende hoofdstuk bevat afwijkingen en aanvullingen op de voorgeschreven methode, zoals deze in de praktijk zijn toegepast.

### 8.3.2 Breedte zones:

- **Breedte waterzone (1)**: Schatting. Nauwkeurigere data via NMI beschikbaar omdat ze hebben gewerkt met een DGPS en alle zones los ingemeten hebben.
- **Breedte oeverzone onder de waterlijn (2a)**: Hierbij is er gekeken naar de aanwezigheid van helofyten/inundatie tolerante soorten in de sloot, evenals de uiterlijke kenmerken van de sloot. In veel gevallen waren helofyten in deze zone slechts zeer beperkt aanwezig en is er op basis van potentieel geschikt habitat een schatting gemaakt van de breedte van deze zone.
- **Breedte van de oeverzone boven water (2b):** Hierbij is er wederom gekeken naar de bedekking helofyten. Er is gekeken naar de zone boven de waterlijn waarin inundatie tolerante soorten aanwezig zijn. Hierbij is er NIET gekeken naar Riet of naar Gele lis voor he bepalen van deze breedte, dit zijn soorten die op redelijk afstand van de watergang het perceel in kunnen groeien. Hierbij is het belangrijk om in je achterhoofd te houden dat veel soorten nat en/of droog KUNNEN staan, terwijl dit niet direct het meest geschikte leefgebied is. Dit betekend dat de aanwezigheid van een enkel sprietje Liesgras op 2m afstand van de sloot niet bepalend is voor de breedte van 2b. Hiernaast is de breedte van deze zone wederom een gemiddelde van minimaal 5(-10) metingen/schattingen. Belangrijke soorten voor het bepalen van deze brede (kunnen) zijn: Grote egelskop, Mattenbiezen, Liesgras, Kalmoes, Zwarte/Scherpe/Moeras/Oever zegge, Echte valeriaan, Grote kattenstaart, Waterkersen, Watereppe, Groot moerasscherm, Gewone waternavel (hoogste bedekking), Moerasrolklaver (hoogste bedekking), Watermunt, Vergeet-mij-nietjes, Wolfspoot (hoogste bedekking).

**Opm. zone 2ab:** Dit is en blijft ‘expert judgement’. Zo is pitrus meestal niet geschikt voor het bepalen van de breedte van 2a/2b, maar in sommige gevallen is dit een van de weinige aanwezige inundatie tolerante soorten. Ook bepaald het uitgevoerde beheer in veel gevallen de begrenzing van 2a door slootschonen en 2b door maaien van het perceel. Hiernaast is de term ‘inundatie tolerante soort’ ook

erg breed. Kruipende boterbloem kan som (deels) onderwater groeien, afhankelijk van de hoeveelheid regenval of het peilbeheer van de boer/waterschap.

Nog een aandachtspunt is het **verschil tussen een krag en onderholling** zone 2a/2b. Wanneer noemen we het een krag en wanneer noemen we het onderholling? Het is krag genoemd als er geen (of nauwelijks) bodemmateriaal onder/aan de wortels/planten te vinden is. Dit is indicatief voor het feit dat het hier gaat om een pakket planten materiaal wat de watergang in groeit. Als er bodem of resten van bodem aan de wortels/planten hangen is dat, wat mij betreft, indicatief voor het wegspoelen van de bodem en dus onderholling. In dit laatste geval is er dan 0% kraggenvorming.

- **Breedte van het hellende vlak (zone 3):** De grens tussen 3 en 4 is in veel gevallen redelijk duidelijk te zien. De grens tussen 2b en 3 is meestal lastiger. Hiervoor is er gekeken naar de aanwezigheid van productiegrassen en de grens tot waar de inundatie tolerante soorten gemiddeld gezien voorkomen (losse individuen van deze soorten tellen hiervoor niet mee). Probeer het zwaartepunt te bepalen van de aanwezige inundatietolerante soorten en het punt waarop de bedekking van deze soorten (grofweg) onder de 25% komt. Door dit op meerder plekken te doen en uit te middelen komt er een redelijke accurate schatting uit. Echter, in enkele uitzonderlijke gevallen zou het zo kunnen zijn dat ook in zone 3 een groot aandeel inundatie tolerante soorten te vinden is. Denk aan percelen in natuurgebieden, percelen met (zeer) hoge (grond)waterstanden of percelen met veel reliëf in de oeverzone. In dergelijke gevallen is er vooral gekeken naar de fysieke helling in het terrein en waar deze begint, in combinatie met de aanwezigheid van productiegrassen vanuit zone 4. Daar waar de productie grassen niet of nauwelijks meer voorkomen EN de helling uitvlakt richting de sloot is de grens van 3 en 2b.
- **Grilligheid**: Uniform is gezien als echt recht, met een hele kleine marge. In principe de vorm die ontstaan door jarenlang op dezelfde manier te beheren. Merendeel van de watergangen is enige mate van variatie aanwezig (vaak veroorzaakt door 'moeilijkheden' mbt zoals paaltjes, wegzakken van materieel, vertrappingen, weggeslagen vegetatie door stroming, e.d.). Alleen bij zeer grote variaties is de laatste categorie gekozen. Vaak ging het om variaties in breedte op meerdere plekken EN groter dan 50cm vanaf de gemiddelde breedte. Links: Uniform, Midden: Matige variatie, Rechts: Zeer variabel

### 8.3.3 Bedekking groeivormen

**Zone 1:**

Algemeen. Er is onderscheid gemaakt tussen waterbodem, waterkolom en wateroppervlakte.

Dat wil zeggen dat 'kale bodem' dus het % onbegroeide bodem is en NIET open bodem zichtbaar van bovenaf. Harken is dus noodzakelijk om dit betrouwbaar te kunnen bepalen. % Submers is de vulling van de waterkolom door submerse vegetatie, in 3d. Bedekking natans (drijvend) is het aandeel begroeid wateroppervlak (exl. Kroos) van boven gezien. Let op, soorten als Punt kroos en Blaasjeskruiden liggen onder de waterspiegel en vallen hiermee dus onder de categorie 'submers'. % emers is gezien als het percentage van de begroeide (water)bodem, ten opzichte van het totaal beschikbare leefgebied.

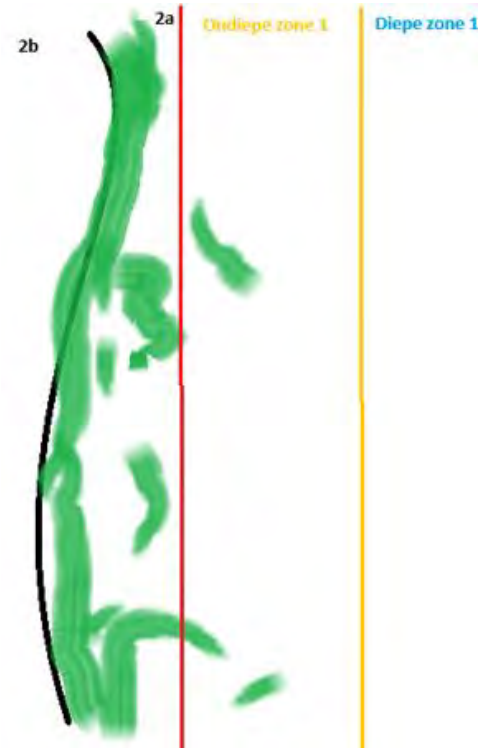
In het kort: alle percentages zijn de bedekking ten opzichte van het **totale beschikbare** leefgebied voor de groep in kwestie.

**Zone 2ab:**

Niet productie grassen/kruiden: Ook geen emerse/inundatie tolerante soorten. We hebben het hier over planten zoals Smalle weegbree, Scherpe/kruipende boterbloem, kamille en grassen zoals beemdlangbloem, kruipertje en straatgras. Let op soorten als Rode klaver, die regelmatig mee ingezaaid worden en dus onder productie kruiden vallen.

Kraggen**:** Het % krag is bepaald LOS van alle andere bedekkingen. Dit betekend dat de vegetatie op de krag enigszins te achterhalen is op basis van de bedekkingen van groeivormen in de desbetreffende zone.

Kale bodem zone 2a: Wegens de afwezigheid van ook helofyten/inundatie tolerante soorten onder de waterspiegel is de breedte van deze zone vaak gedaan aan de hand van het potentieel geschikt leefgebied. Het aandeel kale bodem hangt dus ook samen met deze inschatting. Er zijn verschillende situaties is het veld gezien waarbij er een ondiepe zone aanwezig is, aansluitend op zone 2b, die duidelijker ondieper is dan het midden van de sloot. Deze gehele zone zou kunnen worden aangewezen als zone 2a vanwege de, op het eerste oog, geschiktheid van dit deel van de sloot van inundatie tolerante soorten. In deze gevallen is ervoor gekozen om zone 2a af te bakenen door de gemiddeld verste afstand vanuit 2b te nemen waar oeverplanten de ondiepe zone in groeien (Figuur 8-1). Dit betekend dat er dus een soort tweedeling ontstaat in zone 1, namelijk een diep en ondiep gedeelte. Hiervoor is gekozen omdat er in veel situatie nauwelijks vegetatie aanwezig is in deze ondiepe zone en er dus geen sprake (lijkt) te zijn van geschikt habitat voor helofyten/inundatie tolerante soorten terwijl hier andere factoren bepalend zouden kunnen zijn (zoals kreeften).




*Figuur 8-1 overzicht grens tussen zone 2a en 2b*

**Zone 3:**

Hier geen afwijkingen of aanvullingen met betrekking tot de voorgeschreven methode. Let wel, de afbakening van de breedte van deze zone is een ander verhaal.

**zone 4**:

Zeer lastig te bepalen voor grote percelen. Elk perceel is uniek, heeft zijn eigen bijzondere plekjes met afwijkende vegetatie of meer/minder open grond en het is vaak niet helder wat er is ingezaaid en wat niet. Als vuistregel is het uitgangspunt dat een 'typische' boer het liefst 100% productie gewas wilt. Dit zijn zowel grassen zoals Veldbeemdgras en Engels raaigras, maar ook Witte/Rode klaver en alles uit pretpakket mengsels (zoals klaproos, korenbloem, knoopkruid, ...). Het inschatten van open grond bij gemaaide percelen is in veel gevallen zeer lastig door de aanwezigheid van maairesten en/of schade aan de bodem door spoorvorming of 'wat te lomp maaien'. Hiernaast is het vaak zo dat deze open grond niet verspreid over het perceel aanwezig, maar zich laat bepalen door de looproute van de koeien, de aanwezigheid van mollen of de route die de boer met zijn trekker meestal neemt. Hiernaast zijn de percelen vaak groot en kost het veel tijd om deze in zijn geheel na te lopen. Het is aan te raden om schattingen met betrekking tot de bedekkingen aan soorten in deze zone te doen bij het lopen naar het te monitoren sloottraject en bij het vertrekken.

Tot slot is het altijd aan te raden om te bedekkingen (zowel in het ODK formulier als voor eventuele vegetatie opnames) gedurende de inventarisatie in te vullen en aan het einde nog eens na te lopen. In de praktijk is dit vaak gebeurt bij het ophalen van de markering voor het startpunt van het traject.

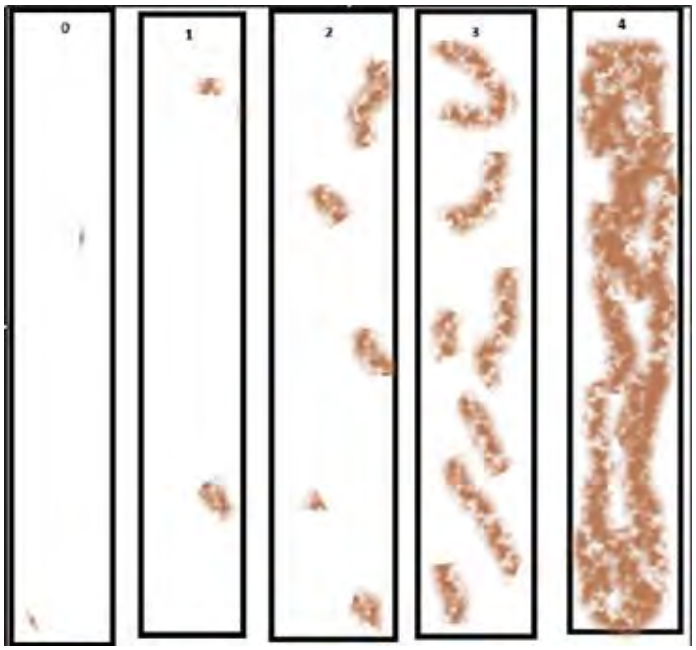
**Vegetatie hoogte**: Minstens 5(-10)x meten over het hele traject. Hiervoor is de hark met schaalverdeling gebruikt, een gemiddelde bepaald en afgerond naar het dichtstbijzijnde 10-tal. In zone 2a wordt de hoogte bepaald tov het wateroppervlak, dit is dus afhankelijk van de actuele waterstanden.

**Vegetatie diepte**: Zeer zelden van toepassing geweest. Indien van toepassing, dan gemeten met een centimeter, wederom op minstens 5(-10) plekken. In nagenoeg alle gevallen waren de waterplanten (indien aanwezig) tot aan het oppervlakte gegroeid (vermoedelijk door strekkingsgroei als gevolg van lichtgebrek in de waterkolom). Klein aandachtpunt hier is de aanwezigheid van puntkroos en blaasjeskruiden, die vrij dicht tegen het wateroppervlakte groeien. Er is voor het bepalen van deze diepte alleen gewerkt met centimeter en geen millimeters, afgerond naar het dichtstbijzijnde hele getal. Indien er geen submerse vegetatie is waargenomen, kan deze diepte verwijderd worden.

### 8.3.4 Fauna - anekdotisch

Bepaald zoals in formulier omschreven staat. Toelichting op mate van **vertrapping/schade** aan vegetatie/bodem (Figuur 8-2)

- 0: 0-1% (geen of een enkel zeer kleine plek)
- 1: 1-5% (een of enkele zeer kleine plekken)
- 2: 5-25% (meerdere redelijke plekken, tot ong. 25% van totaal opp)
- 3: 25-50(-60)% (Overal, zowel kleine als grote plekken, tot ong. 50(-60) % van totaal opp)
- 4: 50(60)-100% (overal flinke plekken, 'naar de klote gelopen', altijd meerdere plekken, vaak met duidelijk afgescheurde vegetatie en plukken los drijvend plantenmateriaal in zone 1 en/of 2a).



*Figuur 8-2 Weergave van de mate van vertrapping per klasse*

In enkele gevallen was er een pad/verharding aanwezig, dit is niet meegerekend als vertrapping. Ook spoorvorming door trekkers of andere voertuigen zijn niet meegerekend als vertrapping, dit is genoteerd als 'maaischade'. In sommige gevallen, vooral later in het seizoen, waren kapotgelopen plekken weer (deels) begroeid. Door langzaam door de desbetreffende zone te wandelen kun je de mate van vertrapping ook voelen. Het gaat dus niet alleen om de plekken die zichtbaar vertrapt zijn, maar ook de vertrapte delen die weer deels begroeid zijn. Dit is zelden voorgekomen, maar soms wel op plekken waar een draad gespannen was (vermoedelijk vlak voor het veldbezoek…). In deze gevallen lijkt het waarschijnlijk dat er dus vee gelopen heeft voordat de draad geplaatst was. Dit betekend ook dat er dus niet alleen gekeken is naar recente vertrapping maar ook naar 'historische vertrapping' (of hoe je dit wilt noemen).

**Oorzaak vraat/maaischade:** In veel gevallen lastig te bepalen wat de 'schade' precies veroorzaakt heeft. Klepelbeheer is relatief makkelijk zichtbaar door de rafelige sneden die er aan de vegetatie ontstaan. Ander maaibeheer is vaak te herkennen doordat hele delen op dezelfde hoogte afgesneden zijn. Plekken met vraatschade door vee zijn te herkennen doordat de vegetatie vaak op ongelijke hoogte is 'losgetrokken', vaak met rafelige randen en opvallend hellend naar en aangevreten aan de weide kant. Vraat door vogels is herkenbaar doordat deze dieren de planten zeer kort afgrazen (minder dan 10cm) en door (meestal) de aanwezigheid van vogelpoep en veren. Vraat door (water)vogels VANUIT de watergang (dus in zone 1 en 2a) is vaak vast te stellen door schade uitsluitend aan stengels/bladeren die richting de waterzijde aanwezig zijn, zonder schade aan de delen verder het land op. Schade door kreeften en bodemwoelende vis is nagenoeg niet vast te stellen zonder sporen van de dieren zelf. Baggerbeheer is meestal vast te stellen door aanwezigheid van de bagger op de kant. Ook de schade veroorzaakt door het dumpen van de bagger is als vraat/maaischade genoteerd.

**Oude plantenstengels/kruiden:** Vooral voor de inventarisaties aan het einde van het seizoen is dit niet meer betrouwbaar. Tijdens de laatste inventarisaties was een deel van de vegetatie al deels

bovengronds afgestorven, waardoor het niet meer vast te stellen was of het oude stengels van dit jaar of van vorig jaar waren. Dit speelt grofweg vanaf (half) augustus.

Kreeften zijn zeker niet overal gezien, maar waren volgens de boeren en/of omwonende in het overgrote merendeel van de sloten aanwezig. Er is niet specifiek gezocht naar kreeften of sporen hiervan, maar er heeft altijd overleg plaatsgevonden tussen de veldwerkers om de aan- of afwezigheid van kreeften vast te kunnen stellen. Zeer waarschijnlijk zijn er kreeften over het hoofd gezien.

### 8.3.5 Protocol Vegetatie

Ga altijd samen het veld in met de medewerker van NMI, zowel voor veiligheid, als om er zeker van te zijn dat dezelfde 100m sloot en oever worden opgenomen!

3. Check of toestemming perceeleigenaar is geregeld
4. Loop naar de sloot en bepaal welke 100m representatief is en dus geschikt is voor de inventarisatieopname.
5. Stem af welke locatiecode jullie gebruiken voor de in de formulieren (als t goed is op de kaart te vinden)
    - a. Bij elke sloot werd één oever gemeten. Hiervoor werd de meest noordelijke (zonnige) oever gepakt en vul bij opmerkingen in of de andere oever vergelijkbaar was. Indien tijd het toelaat, vul nog wel een ODK form in van andere oever (zonder VERA-veg.opname).
    - b. Voor WP1 (de inventarisatie) 1 formulier en noteer welke oever is opgenomen. Orientatie altijd of N/O/Z/W (geen NW bijv.)
6. Slootcodes zijn belangrijk en moeten bij elk ODK-formulier en VERA-opname worden toegevoegd. Slootcodes zijn van te voren al aangegeven. De codes bestaan uit een aantal onderdelen.
    - a. WP1 codes bestaan uit 1) 2 of 3 letters die het gebied aangeven, dus de gebiedscode. Bijvoorbeeld HG voor Heggewarren. Ieder gebied heeft een unieke code. 2) Een slootnummer. Bij WP1 heeft ieder sloot één traject en dus komt ieder slootnummer 1 keer voor. 3) Vervolgens wordt aangegeven dat de sloot een WP1 sloot is met WP1. Tussen deze 3 onderdelen staan underscore-streepjes. Voorbeeld: HG_4_WP1
    - b. WP2 codes bestaan ook uit een gebiedscode (2 of 3 letters die een gebied aangeven), een slootnummer en een letter voor de maaibehandeling (R= regulier beheer, M is terughoudend beheer). Indien afgerasterd wordt AF toegevoegd, geen toevoeging als het open is voor vee. En KR als er afgekreeft wordt. Als laatste is de orientatie van de oever als letter meegenomen. Tussen de onderdelen staan underscores. Voorbeeld: SW_3_R_N is Spaarnwoude, sloot 3 met regulier beheer zonder afrastering en zonder afkreeften en de noordelijke oever. Voorbeeld 2: WL_1_M_AF_W is Waterland, sloot 1, terughoudend maaibeheer en met afrastering, westelijke oever. Er wordt niet afgekreeft.
7. Water: Neem bij smalle sloten (tot 4m) de gehele waterzone op (van kant tot kant), bij bredere vaarten/kanalen ten minste 4m vanaf de oever het water in. (noteer dan hoeveel meter je opgenomen hebt).
8. Oever: Neem zone 2 altijd volledig op.
9. Terrestrisch: bekijk altijd ten minste 1 meter brede strook van terrestrische zone (zones 3 en 4)
10. Werk volgens het ODK-veldformulier voor vegetatie en vul dit volledig in.

- a. Op het ODK formulier kun je alles behalve de soortenlijsten opnemen
- b. Als een waarde niet kan worden ingevuld maar wel verplicht is, vul dan 999 in en zet bij de opmerkingen waarom het niet is gelukt dit op te nemen.
- c. Extra uitleg:
- i. Percentageschatting gaan altijd t.o.v. gehele oppervlak van de betreffende zone. % emergente planten is dus NIET diens percentage t.o.v. totale vegetatie, maar WEL t.o.v. oppervlak van de hele zone (breedte*lengte van de zone)
- ii. Onder “Productiegras” valt: Engels raaigras, Grote vossenstaart en soms: beemdgras, dravik en Gestreepte witbol (afhankelijk van grassen op perceel die duidelijk wel of geen productiegras van de betreffende boer zijn). Kijk naar het naastgelegen perceel en bepaal aan de hand daarvan welke soorten wel of niet bij de productiegrassen horen. Als een soort verspreid af en toe voorkomt kan het een natuurlijke populatie zijn. Staat het overal dan is het ws een productiegras. (vanaf de eerste 0-meting, in de pre-0metingen WP zat GW in cat. niet-productiegras).
- iii. Bij de vraag over recente maai/vraatsporen. Dit gaat over sporen van dit jaar aan de groene planten, indien mogelijk. De vraag over of je oude stengels van vorig jaar ziet kunnen we deels achterhalen of er eind vorig jaar nog gemaaid is.
- iv. Kraggen zijn pollen die drijven op het water. Ze zijn los van groeivorm of onderholling. Als er pol op het water drijft dan is dat een krag. Ze zijn wel onderdeel van het totaal van de helofyten in de zone waar ze voorkomen.
- v. Niet-innundatietollerante en niet-productieve soorten zijn alle soorten die niet productiegras van het perceel ernaast zijn en die niet goed tegen natte voeten kunnen. Vaak zijn dit typische bermbloemen. We meten hiermee of als het waterpeil omhoog gaat de vegetatie wel of niet gaat afsterven.
- d. Vul bij formulier de unieke slootcode/trajectcode in zodat formulieren/opnames later gemakkelijk te koppelen zijn (laat de locatie sowieso ook altijd vastleggen). Dit geldt voor alles. Beter te vaak het nummer erbij gezet dan een keer gemist. Geef ook aan in de opmerkingen of er een NVO of andere bijzonderheid is.

11. Maak in de VERA-app een vegetatieopname (met numerieke Tansley-schaal) voor de waterzone (zone 1), de oeverzone onder de waterlijn (zone 2a), de oeverzone boven de waterlijn (2b) en eventueel het hellende terrestrische deel (zone 3).
    - a. Vul bij elke opname de unieke slootcode/trajectcode in zodat formulieren/opnames later gemakkelijk te koppelen zijn (laat de locatie sowieso ook altijd vastleggen)
    - b. LET OP: Als blijkt dat 4 vegetatieopnames maken en het ODK-formulier invullen niet haalbaar is binnen de tijd maak dan ten minste een losse opname van de waterzone (zone 1) en de gehele oeverzone (zone 2a en 2b samen)! Dat laatste blijkt nodig: noteer wel de (co-)dominante soorten van zones 2a,2b,3 en 4 apart in opmerkingenveld ODK-form.
12. Upload het formulier bij afronding van de inventarisatie.
13. Stem met B-Ware en de medewerken van NMI af wie de watermonsters en monsters t.b.v. porievocht aflevert bij B-Ware. Dit dient elke twee dag te gebeuren omdat analyse binnen 48u moet plaatsvinden. Bewaar de monsters tijdens veldwerk koel en donker (NMI heeft koelkast in auto).

### 8.3.6 Metingen abiotiek

We meten het slootdwarsprofiel aan de bovenkant – en onderkant van het slib met een rtk-gps (die meet heel nauwkeurig x, y, z coördinaten) en een peilstok met en zonder voet (20x20cm). Hieruit kunnen we de maximale waterdiepte, slibdikte en (oever)taludhoeken (onder-, en bovenwater en op de waterlijn) afleiden.

In situ worden doorzicht, redoxpotentiaal, pH, zuurstofgehalte en EGV in het oppervlaktewater en redoxpotentiaal, pH, zuurstofgehalte en EGV in de toplaag van het slib gemeten.

We meten indringweerstand met een penetrometer als maat voor draagkracht van percelen & oevers langs een transect van het perceel tot de waterlijn. Op ongeveer 6 locaties (afhankelijk van de oeverbreedte) wordt de indringingsweerstand tot een diepte van 80cm gemeten. De metingen vinden plaats op het perceel op 5 tot 8m uit de insteek, op de insteek en tussen waterlijn en insteek. Hier kunnen we ook informatie uithalen over de diepte (tov maaiveld) van onderholling.

Onderholling wordt bepaald door met een peilstok zonder voet horizontaal vanaf de waterlijn naar beneden toe te voelen of de bodem stevig is, of dat er een zone is waar de stok zonder enige weerstand onder de oever kan worden gestoken. De oever wordt hierbij aangetikt tot de stok horizontaal de oever in kan worden geschoven (als er sprake is van onderholling). De stok wordt de oever ingeschoven tot weerstand wordt gevoeld en daarbij wordt bekeken hoeveel cm de stok de oever in is geschoven.

Chemische metingen van oppervlaktewater (eenmalig): pH, alkaliniteit en TIC; Turbiditeit; Extinctie (380 nm); Chl-a via PhytoPam incl. bepaling dominante algengroepen); TOC/TN en DOC/DN; macro en micro nutriënten en ionen: PO4 (ortho-P), NH4, NO3, Na, K, Cl, Al, Ca, Mg, Mn, S, totaal- P, Fe, Si, Zn.

Bodemmonsters en bodemopbouw oever: Op één meter vanaf de waterlijn worden mengmonsters genomen op twee bodemdieptes: 0-25 cm en 25-50 cm. Een mengmonster bestaat uit 3 of 4 steken, afhankelijk van de breedte van de grondboor.

Op 2 meter vanaf de waterlijn wordt ook de bodemopbouw beschreven tot 1 meter diepte. Deze afstand is op of voorbij de insteek.

Analyses Water- en oeverbodem op twee diepten: Poriewater waterbodem: pH, alkaliniteit en TIC, PO4 (ortho-P) , NH4, NO3, Na, K, Cl, Al, Ca, Mg, Mn, S, totaal- P, Fe, Si, Zn. Bodems: Bodemdichtheid en organisch stofgehalte (DW/OS), Bodemdestructie voor totaal gehalten van o.a. P, Fe, S, Al, Ca, Mg, Mn, Si, Zn (gemeten met XRF en ICP), CEC, verschillende extracties: calciumchlorideextracties voor ionen, macro- en micronutriënten, P-AL

## 8.4 Bijlage 4. Beheerenquêtes

Interviews voor het vast leggen van het beheer in en rondom de sloten. In individuele gesprekken met de beheerders van de deelnemende sloten in WP1 en WP2 is vastgelegd wat het beheer is geweest in de afgelopen vijf jaar in en rondom de sloten. Voor WP2 is dieper ingegaan op het specifieke beheer van de jaren zijn de proefperiode.

De beheerenquêtes gaan specifieker in op de aanwezige ANLB pakketten, het maaien van de oevers, de vertrapping bij de oevers, het machinegebruik, mogelijke veranderingen in de afgelopen jaren in het beheer, het slootschonen, het baggeren, hoe de randen zijn beheert, hoe het perceel is beheert en hoe de afwatering werkt in het perceel. In de tabel hieronder zijn deze specifieke vragen toegelicht per thema.

| Thema | Vraag |
|---|---|
| nakijken of beheer zoals ingetekent klopt | worden oevers hier regulier/ minimaal gemaaid/ afrastering aanwezig? |
| nakijken of beheer zoals ingetekent klopt | worden sloten hier regulier/ minimaal geschoond? |
| ANLB | Heeft u een ANLB pakket op de sloot? |
| ANLB | Heeft u een ANLB pakket op de oever/ perceelrand? |
| ANLB | Heeft u een ANLB pakket op het perceel? |
| ANLB | Is bij u een slootplan gemaakt met het collectief? |
| Oeverbeheer | Vaststellen wat wij onder oever verstaan; de zone tussen waterlijn en insteek of 1,5m |
| Oeverbeheer | Hoe ziet de oever eruit? |
| Oeverbeheer | Beheert u beide oevers op dezelfde manier? |
| Oevermaaien | Hoe vaak per jaar maait u de oevers? |
| Oevermaaien | Maait u de oever even vaak als het perceel? |
| Oevermaaien | Wanneer in het jaar maait u de oevers? Hier kunnen dus meerdere data uitkomen |
| Oevermaaien | Waar legt u het maaisel neer? |
| Oevermaaien | Welke machine gebruikt u om de oever te maaien (inclusief type trekker - gewicht, banden)? |
| Oevermaaien | Wie maait de oevers? |
| Vertrapping oever | Drinken koeien uit de sloot? |
| Vertrapping oever | Gebruikt u drinkbakken? |
| Vertrapping oever | Waar staan de drinkbakken, op het perceel of in de oever? |
| Vertrapping oever | Aantal koeien (GVE/perceel/dag)? Als dit niet direct beantwoord kan worden dan de volgende twee vragen |
| Vertrapping oever | Hoe beweidt u? |
| Vertrapping oever | Nabeweiding met schapen? |
| Vertrapping oever | Zijn dit melkkoeien, jongvee, oude koeien, of een mix? |
| Vertrapping oever | Welke rassen koeien? |
| Vertrapping oever | Aantal koedagen? |
| Vertrapping oever | Periode dat beweid wordt? |
| Machinegebruik | Welke machines komen in de oever (trekker voor maaien/ baggeren/ anders)? |
| Machinegebruik | Veroorzaken deze rijsporen in de oever? |
| Oever algemeen | Hoeveel jaar beheert u deze oever op deze wijze (maaien, baggeren, afrastering)? |
| Oever algemeen | Wat is uw inschatting van de draagkracht van uw oever in groeiseizoen? |
| Slootschonen | Hoe vaak per jaar verwijdert u vegetatie uit de sloot? |
| Slootschonen | Waarom verwijdert u vegetatie uit de sloot? |
| Slootschonen | Wanneer in het jaar verwijdert u vegetatie uit de sloot? |
| Slootschonen | Welk machine gebruikt u om de vegetatie uit de sloot te verwijderen (inclusief type trekker - gewicht, banden)? |
| Slootschonen | Wie verwijdert de vegetatie? |
| Slootschonen | Worden planten met wortel en al verwijderd? |
| Slootschonen | Hanteert u een bepaalde maaihoogte? |

| | |
|---|---|
| Slootschonen | Is na het slootschonen op de waterlijn zwarte grond te zien? |
| Slootschonen | waar legt u het maaisel neer (meters uit slootkant)? |
| Baggeren | Hoe vaak baggert u (inclusief gebruik baggerpomp)? |
| Baggeren | Waneer in het jaar baggert u de sloot ? |
| Baggeren | Met welke machine verwijdert u bagger uit de sloot ? |
| Baggeren | Waarom is de laatste keer gebaggerd? |
| Baggeren | Heeft baggeren het gewenste effect? |
| Baggeren | Is baggeren van invloed op de oever (verzakking, afkalving, begroeiing)? |
| Baggeren | Hoe snel ligt er weer bagger (5 a 10 centimeter)? |
| Baggeren | Wie voert het baggeren uit? |
| Beheer sloot | Hoeveel jaar worden sloten op deze wijze beheerd (maaien, baggeren)? |
| Beheer sloot | Hebt u de afgelopen 5 a 10 jaar veranderingen doorgevoerd in het beheer? |
| Beheer sloot | Waarom bent u het anders gaan doen? |
| Beheer sloot | Wat is er afgelopen jaar (door natte omstandigheden) anders gegaan dan de jaren daarvoor? |
| Randenbeheer | Hoe breed is uw bemestingsvrije bufferstrook (op basis van RVO) 2024 |
| Randenbeheer | Hoe breed was uw bemestingsvrije bufferstrook/ (teelt vrije zone) voor 2023? |
| Randenbeheer | Hoe vaak per jaar maait u uw perceelrand (bufferstrook)? |
| Randenbeheer | Maait u de perceelrand even vaak als het perceel? |
| Randenbeheer | Is de vegetatie samenstelling op de rand anders dan het perceel |
| Beheer percelen | Welk gewas teelt u op dit perceel? |
| Beheer percelen | Wordt gras gescheurd? |
| Beheer percelen | Met welke reden wordt gras gescheurd? |
| Beheer percelen | Type meststoffen (meer opties mogelijk) |
| Beheer percelen | Wijze van toedienen dierlijke mest? |
| Beheer percelen | Wijze van toedienen kunstmest? |
| Afwatering perceel | Wat is de geschatte gemiddelde drooglegging gedurende de zomer |
| Afwatering perceel | Wat is de geschatte fluctuatie in waterpeilen in cm's gedurende het jaar? |
| Afwatering perceel | Is het waterpeil veranderd in de afgelopen 5 jaar (hoeveel cm omhoog of omlaag)? |
| Afwatering perceel | Staan er plassen op de percelen bij (langdurig) nat weer? |
| Afwatering perceel | Stuurt u de grondwaterstand in het perceel? |
| Afwatering perceel | Zijn er greppels aanwezig? |
| Afwatering perceel | Ziet u veranderingen drooglegging, peilfluctuatie de afgelopen 5 a 10 jaar? Zo ja waardoor komt dat denk je? |
| Algemene indruk sloot | Wat is de functie van deze sloot ? |
| Algemene indruk sloot | Welke indruk heeft u van de oever- en watervegetatie (veel/ weinig/ soortenrijk)? |
| Algemene indruk sloot | Ziet u veranderingen aantal en samenstelling planten in en om de sloot de afgelopen 5 a 10 jaar? Zo ja waardoor komt dat denk je? |
| Algemene indruk sloot | Ziet u schade van bepaalde dieren in het water en/ of in de oever? |
| Beheer sloot | Als u iets anders mocht doen, wat zou dat zijn? |

Bij WP2 is hier exacter op ingegaan om na te gaan wat het beheer is geweest voor 2024 en voor

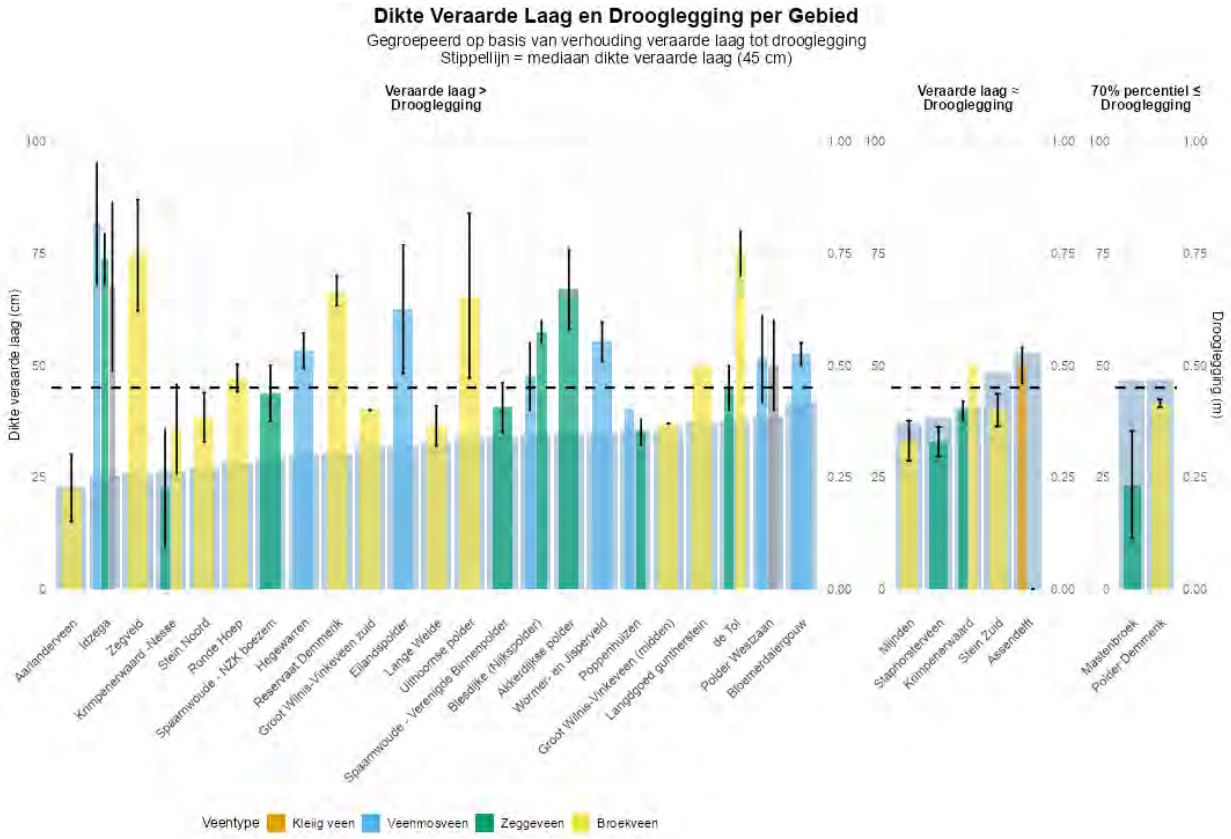
### 8.4.1 Tussentijdse scans aanvullend voor WP2

Bij de WP2 sloten zijn er aanvullend op de brede inventarisaties zoals bij WP1, tussentijdse scan in de herfst- en wintermaanden. Hier wordt een korte opname gemaakt van de vegetatie, abiotische, vertrapping en beheer parameters over de betrokken trajecten.

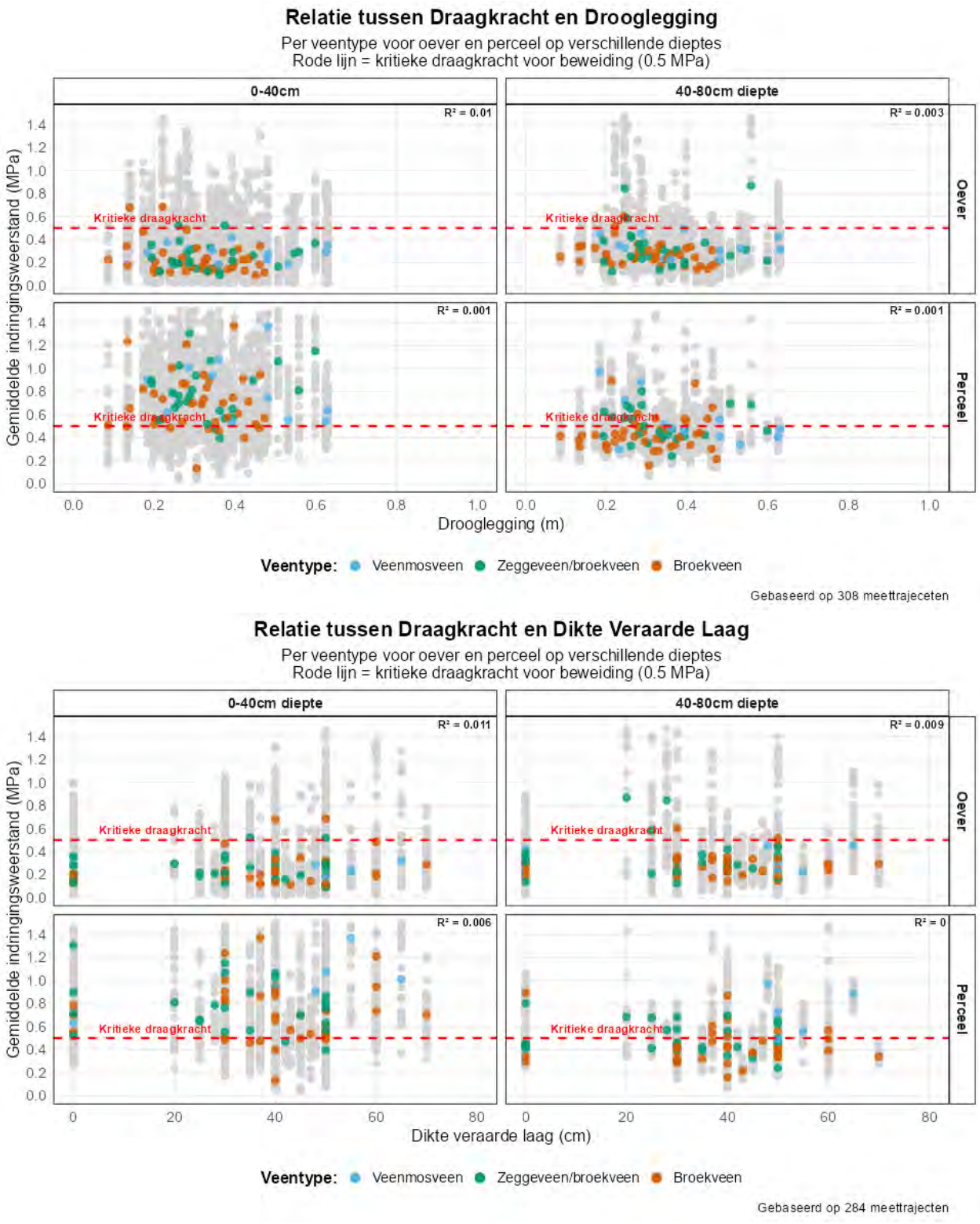
Vegetatie: m.b.v een meetstok wordt een inschatting gemaakt van de gemiddelde breedte van de vegetatie zones over het traject. Hierbij wordt bij zone 2a en 2b aangegeven of deze uniform of gedeeltelijk aanwezig is. De bedekkingsgraad van kale bodem, submers (incl kranswier, excl. Alg), waterlelies (drijfblad met wortel in de bodem) en overige planten (kroos, draadalg, emers) wordt ingeschat in percentages in de waterzone. Per oeverzone 2a en 2b wordt voor ieder de bedekkingsgraad van kale bodem, emerse planten, houtachtige (struiken- en bomenopslag) en

terrestrische planten (niet houtige) om geschat. En m.b.v. een meetstok wordt de gemiddelde hoogte van de vegetatie per zone ingeschat over de breedte en lengte van die zone.
Abiotisch: In de sloot wordt het doorzicht van het water wordt gemeten. Op drie punten in de sloot wordt waterdiepte en slibdiepte gemeten met een peilstok met voet, en op drie punten aan de waterlijn wordt de onderholling gemeten met een peilstok zonder voet, idem. zoals hiervoor beschreven. Een meetpunt ligt in het midden van het traject en twee aan de uiteinden, hierbij wordt wel 5 tot 10 meter afstand gehouden mocht er een aangrenzend traject aan het uiteinde liggen. De hoek op de waterlijn 30 cm het land op en 30 onder de waterlijn wordt ingeschat. Mocht er drijvende stukken land zijn die niet meer verbonden zijn met de oever of dreigt af te scheuren, dan wordt er een inschatting gemaakt van het  percentage waarvan dit het geval is in de lengte van de oever en de gemiddelde breedte hiervan.
Vertrapping en beheer: Er wordt genoteerd wat het landgebruik is op het perceel aangrenzend aan het traject en het perceel de overkant van de sloot. Recente peilwijzigingen worden genoteerd als die worden geobserveerd. De aanwezigheid van vee, het soort vee, en de hoeveelheid vee wordt genoteerd op het perceel aangrenzend aan het traject. Recente beheersporen worden genoteerd betreffende maaien, sloten, maaisel in de oever, rijsporen, bagger in de oever of afgeschrapte oever, en recente bemesting op het perceel. Schade door vertrapping door vee wordt ingeschat per zone 2b, 3 en het perceel (4) op intensiviteit.
Vanaf de twee uiteinden van het traject wordt een foto gemaakt waarbij de waterlijn en de oever zones zo veel mogelijk in beeld staan tot aan het tegenovergestelde uiteinde van het traject.

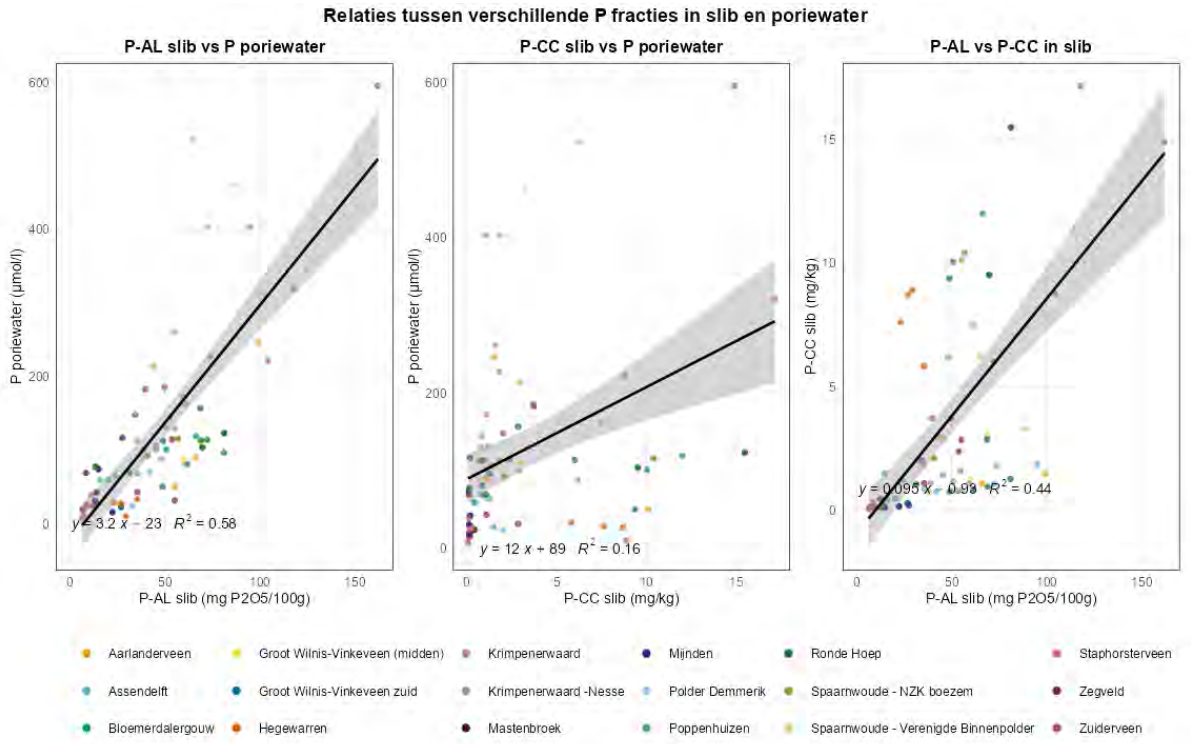
## 8.5 Bijlage 5. Figuren fysisch-chemie aanvullend



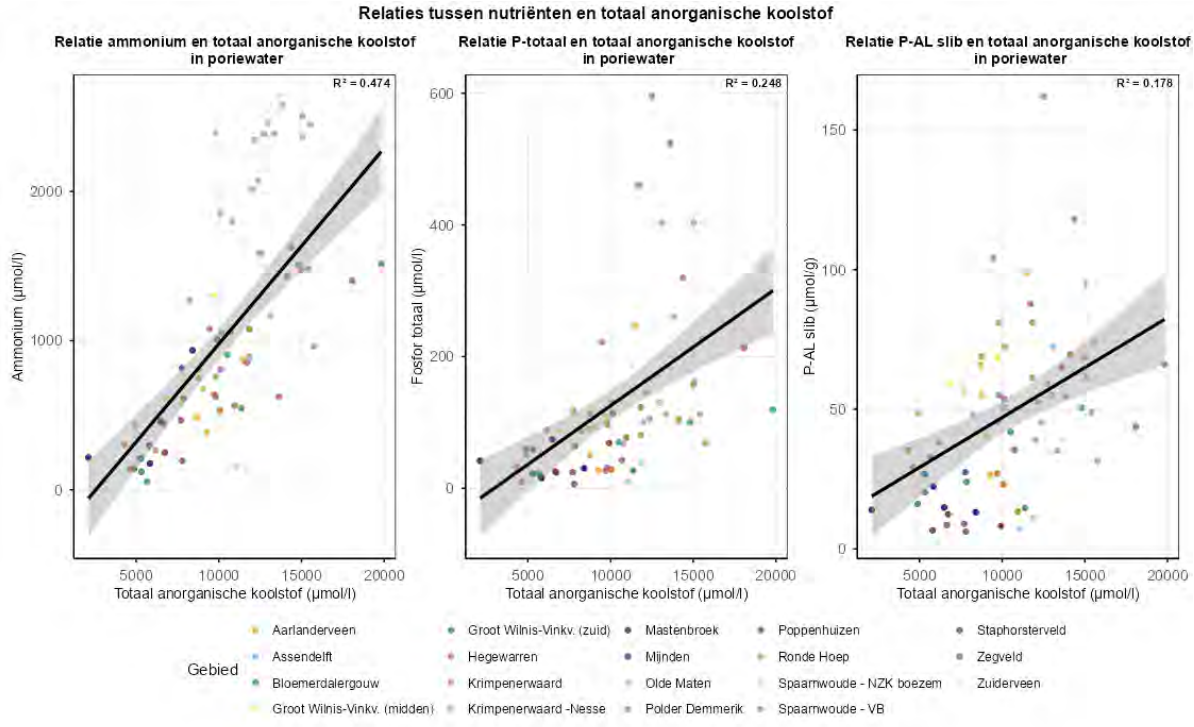

*Figuur 8-3 Dikte veraarde toplaag (linker as; verdeling per gebied) uitgezet tegen de gemeten drooglegging tijdens de inventarisatie (rechter as; lichtblauwe balken). De staven in het staafdiagram zijn gekleurd op basis van veentype en gesorteerd op basis van de relatie tussen drooglegging en de dikte van de veraarde laag.*




*Figuur 8-4: Relatie draagkracht en drooglegging bovenste figuur en tussen draagkracht en dikte van de veraarde toplaag (onderste figuur). De grijze punten zijn de individuele metingen en de gekleurde punten zijn gebiedsgemiddelden waarbij de kleur het veentype aangeven. Links is de gemiddelde draagkracht van de bovenste 40cm en rechts van de bodemlaag 40 tot 80cm. Boven zijn de metingen in de oever en onder in het perceel.*



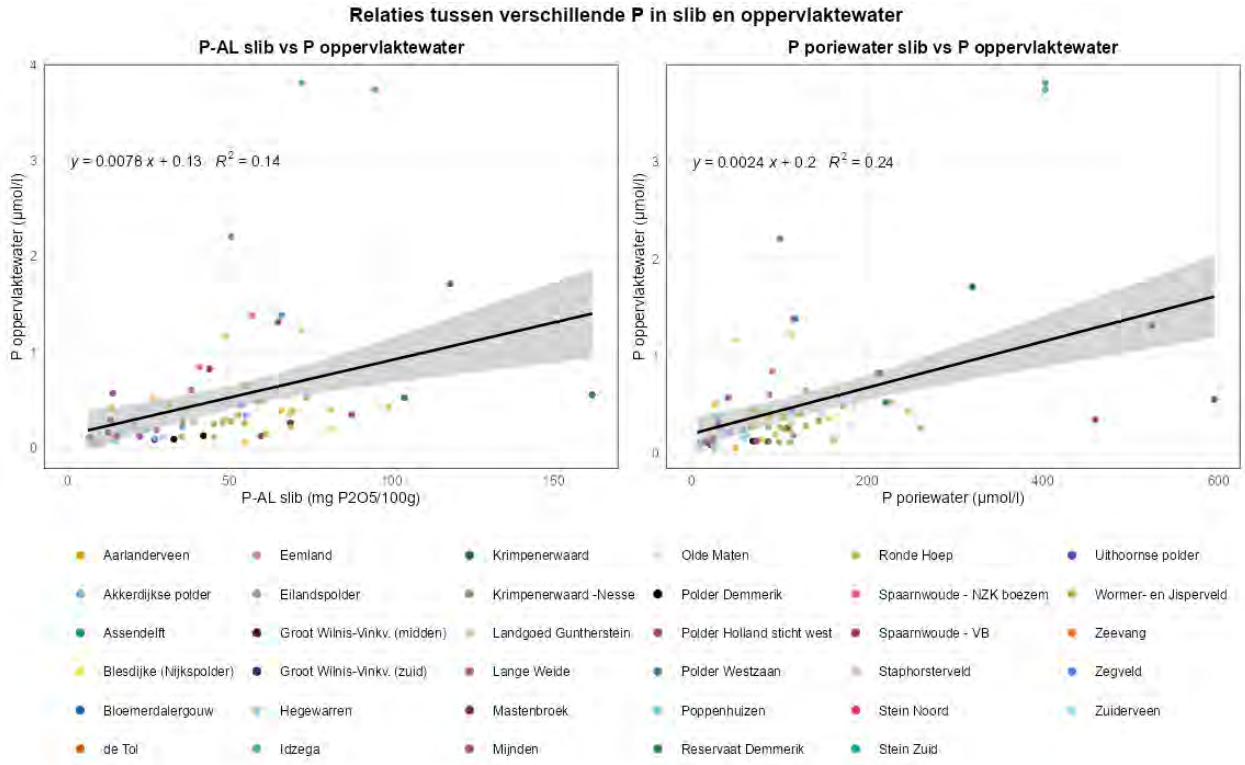

*Figuur 8-5 Relatie tussen de gemeten P-concentratie in het poriewater en P-AL (links), P-CaCl2 (midden) gemeten in de vaste fase van het slib; datapunten zijn gekleurd per gebied.*



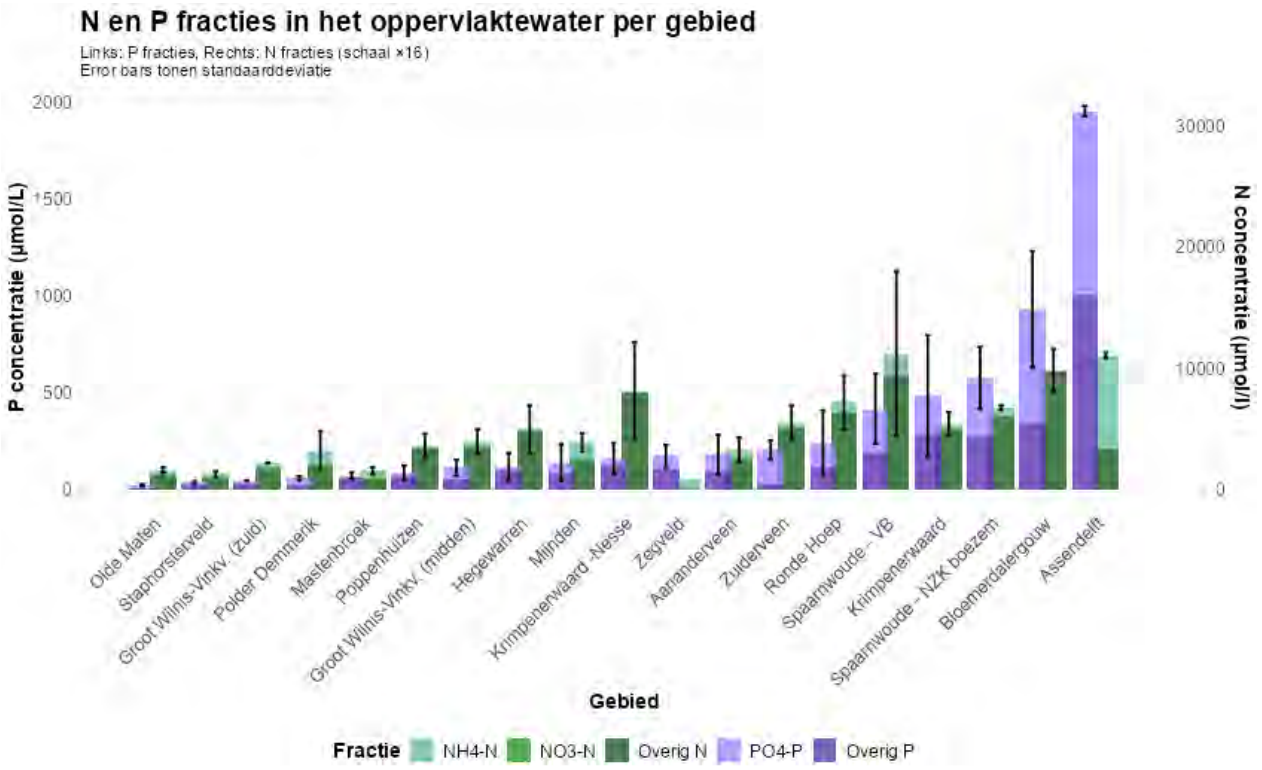

*Figuur 8-6 Relatie tussen de concentratie ammonium (links), fosfor totaal in het poriewater (midden) en de makkelijk beschikbare P voorraad (rechts) en de concentratie totaal anorganische koolstof in het poriewater van het slib.*

Wat opvalt:

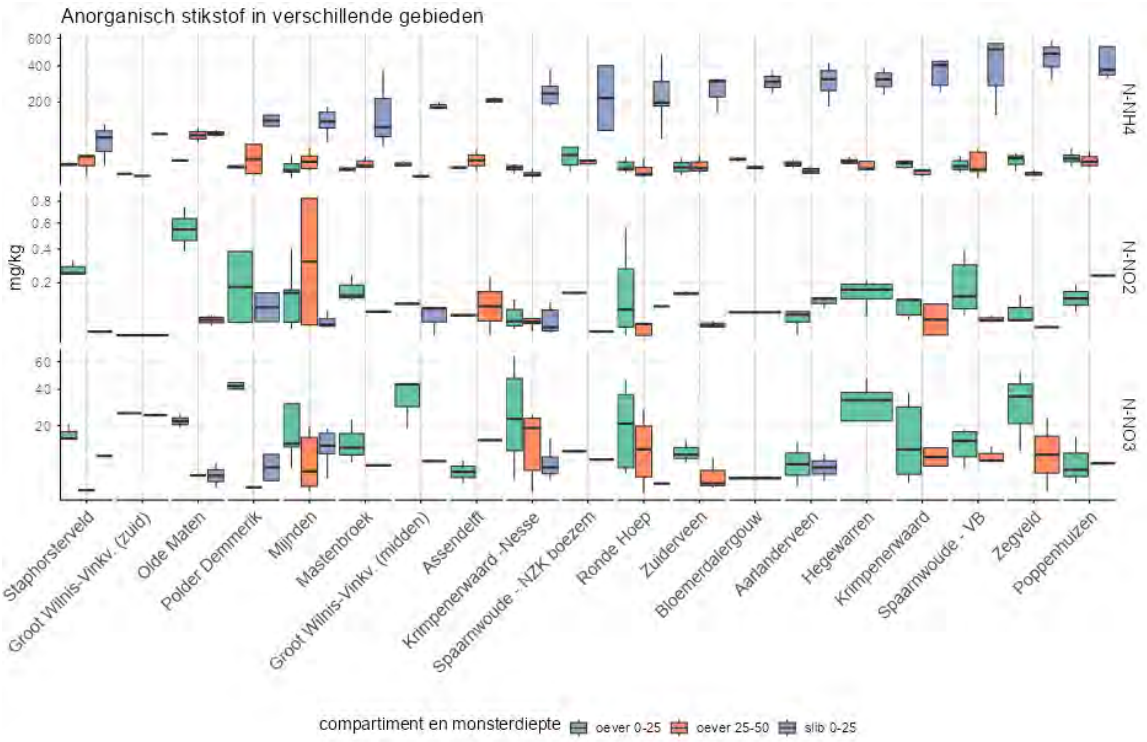
- De Ronde hoep ligt zowel bij ammonium als P onder de trendlijn; er zijn dus relatief weinig nutriënten in verhouding tot anorganisch materiaal. Dat kan worden veroorzaakt door immobilisatie (bij P), maar ook door het feit dat het poriewater sterker wordt beïnvloed door oppervlaktewater in dit gebied met zeer sterke wegzijging.
- In de Krimpenerwaard-Nesse is vooral P, maar ook ammonium relatief hoog in het poriewater en lijkt mineralisatie juist bepalender te zijn voor P concentraties in het poriewater (dan mobilisatie).




*Figuur 8-7: Relatie P-totaal in poriewater en oppervlaktewater*




*Figuur 8-8 N en P concentratie gemeten in het oppervlaktewater. N en P zijn uitgedrukt in µmol/l, waarbij N is uitgezet op de linker y-as en P op de rechter y-as. N is 16x hoger dan voor P; bij staven die even hoog zijn is de N/P verhouding 16. Alleen data van 2024 beschikbaar.*




*Figuur 8-9: Anorganisch stikstof gemeten met een calciumchloride extractie*

## 8.6 Bijlage 6. Grenswaarden voor ammoniumtoxiciteit

**0-100 µmol /L niet giftig**

- In het algemeen kan worden gezegd dat voor de meeste gevoelige soorten een kritische concentratie van tussen de 1 en 3 mg N-NH4+/l (70-214 µmol/l) geldt (Smolders et al. 1996; li et al, 2007; Cao et al, 2004; Simons et al, 1994). In het boek waterplanten en waterkwaliteit (Van Geest et al., 2025) wordt beschreven dat gevoelige soorten zoals Krabbenscheer, plat fonteinkruid en kikkerbeet soorten zijn die uitsluitend voorkomen bij concentraties <1 µmol /l ammoniak (dit is ongeveer 100 µmol /l ammonium bij een pH van 7). In de dataset behorend bij datzelfde boek is het ammoniumgehalte 133 µmol /l of hoger op > 50% van de locaties waar deze soorten zijn gevonden.

**100-400 µmol /L giftig voor gevoelige soorten**

- Soorten kunnen wel worden aangetroffen als hun groei wordt geremd door het toxische effect van ammonium. Uit de data van waterplanten en waterkwaliteit (Van Geest et al., 2025) is afgeleid dat voor positief indicerende soorten (categorie 1,2 en 3 in tabel B5.2 in de KRW maatlatten van sloten en kanalen van STOWA (2018)) die voorkomen op de KRW maatlat van M8 en M10 (veensloten) 50% van de individuen van de meeste soorten submerse en drijfbladplanten (gemiddelde van 90 percentiel per soort) nog voorkomen tot 115 µmol /L en dat de meest gevoelige soorten (de meest gevoelige helft van de M8 en M10 soorten) vrijwel altijd voorkomen (90 percentiel) bij concentraties lager dan 150 µmol /l.

**400-750 µmol /L giftig voor veel soorten**

- Uit de data van waterplanten en waterkwaliteit (Van Geest et al., 2025) is afgeleid dat voor positief indicerende soorten die voorkomen op de KRW maatlat van M8 en M10 (veensloten) 10% van de individuen van de submerse en drijfbladplanten (gemiddelde van 90 percentiel per soort) nog voorkomen tot 436 µmol /L. Uit literatuur blijkt dat planten van voedselrijke milieus, die minder gevoelig zijn voor ammonium komen voorkomen tot concentraties van 10 mg/l (714 µmol /l) (Cao et al., 2012, Zhong et al., 2013;Netten et al., 2013).

**750-5000 µmol /L giftig voor de meeste soorten**

- Onderzoek aan enkele veelvoorkomende helofyten en oeverplanten die typisch zijn voor voedselrijke milieus (Juncus effusus, Sagittaria latifolia, Schoenoplectus tabernaemontani, Typha angustifolia, en Typha latifolia) toonde dat N-NH4+ concentraties boven 155 mg/l (8600 µmol /L /l) de groei remde van J. effusus, S. latifolia, en T. latifolia. Ruwe bies (S. tabernaemontani) bleek gevoeliger en vertoonde verminderde groei bij concentraties boven 77 mg/l (4000 µmol /L l/l) (Clarke & Baldwin 2002). De mediane EC50-waarden waarbij er acute effecten op fauna optreden is 27,8 mg/l = 2000 µmol /L /l (Posthuma et al., 2016).

## 8.7 Bijlage 7. Redoxintervallen Eh (mV) bij pH 7

Bij een referentie-pH van 7 (in natuurlijk water) definiëren de redoxintervallen (Eh in mV vs SHE) de opeenvolgende dominantie van anaërobe respiratieprocessen tijdens afbraak van organisch materiaal, gebaseerd op thermodynamische Eh-pH diagrammen en veldgegevens. Deze intervallen overlappen vaak door kinetische factoren, concentraties en microbiële interacties, maar geven een typische volgorde aan.

| | | |
|---|---|---|
| Zuurstof reductie (aerobe respiratie) | > +300 tot +800 | Eh beperkt door $O_2/H_2O$-koppel; snelste afbraak. |
| Denitrificatie ($NO_3^- \rightarrow N_2$) | +100 tot +300 | Start bij lage $O_2$ (<0,5 mg/L); $NO_3^-/N_2$-koppel rond +750 mV, maar dominant bij lagere Eh. |
| Mangaan reductie (Mn(IV) → $Mn^{2+}$) | 0 tot +200 | $MnO_2/Mn^{2+}$ rond +400 mV theoretisch, maar veld ~ +100-200 mV; $[Mn^{2+}] > 10^{-6}$ M. |
| Ijzer reductie (Fe(III) → $Fe^{2+}$) | -100 tot 0 | $Fe(OH)_3/Fe^{2+}$ rond -50 mV; dominant na Mn-reductie. |
| Sulfaatreductie ($SO_4^{2-} \rightarrow HS^-$) | -200 tot -100 | $SO_4^{2-}/HS^-$ rond -220 mV; traag proces. |
| Methaanvorming ($CO_2 \rightarrow CH_4$) | < -250 tot -400 | $CO_2/CH_4$ rond -240 mV; onderste limiet $H^+/H_2$. |