



# Visgemeenschappen in drie Nederlandse natte overstroomingsvlakten

Martijn Dorenbosch, Maurice Kooiman, Sanne Ploegaert, Mick Vos & Jan Kranenbarg



RAVON



## Colofon

Status uitgave:	definitief
Rapportnummer:	2017.057
Datum uitgave:	Mei, 2020
Titel:	Visgemeenschappen in drie Nederlandse natte overstromingsvlakten
Wijze van citeren:	Dorenbosch, M., M. Kooiman, S. Ploegaert, M. Vos & J. Kranenbarg, 2020. Visgemeenschappen in drie Nederlandse overstromingsvlakten. Rapport 2017.057, RAVON, Nijmegen
Foto's omslag:	Blik Onder Water / Arthur de Bruin - Matthijs de Vos
Projectnummer:	2017.057
Projectleider:	M. Dorenbosch
Opdrachtgever(s):	Rijkswaterstaat Oost Nederland - Stichting Ark
Akkoord voor uitgave:	Martijn Schiphouwer

Paraaf:



© 2020 Stichting RAVON, Nijmegen



## Inhoud

Samenvatting	6
1 Ter Inleiding	10
1.1 Achtergrond	10
1.2 Probleemstelling	12
2 Methode	14
2.1 Opzet van het onderzoek	14
2.2 Beschrijving onderzoeklocaties	15
2.3 Visstandsmonsters	19
2.4 Monitoring waterstand & beoordeling habitatkwaliteit	22
3 Waterstanden & watertemperatuur 2017 - 2019	24
3.1 Waterstanden Zwarte Water	24
3.2 Waterstanden Waal	26
3.3 Watertemperaturen	29
4 Visgemeenschappen in de overstromingsvlakten	32
4.1 Totale visgemeenschap & soortenrijkdom	32
4.2 Visdichtheden in de habitattypes	36
4.3 Vergelijking visgemeenschappen tussen rivier habitats	40
4.4 Relaties tussen visdichtheden en waterstand	43
5 Discussie & conclusie	48
5.1 Visgemeenschap & productiviteit van overstromingsvlakten	48
5.2 Opgroeifunctie	49
5.3 Sturende processen	49
5.4 Zeldzame soorten	51
5.5 Conclusies & synthese	52
6 Literatuur	54



## Samenvatting

### Inleiding

Behalve nevengeulen en strangen kenmerkte het Nederlandse rivierengebied zich in het verleden door de aanwezigheid van nog een natuurlijk rivier habitat: natte overstromingsvlakten. Dit zijn laag gelegen delen van de rivieruiterwaard die bij hoog water (vaak in de winter) overstromen en waarbij het water vervolgens langzaam uitzakt. Deze vlaktes staan daarom langdurig onder water, in het verleden vaak tot ver in het voorjaar. Gedurende de zomer droogt de natte overstromingsvlaktes steeds verder op, uiteindelijk resteren alleen nog kleine plasjes in de laagste delen van de uiterwaard, of droogt de vlakte in zijn geheel op.

In het moderne Nederlandse rivierlandschap is er nauwelijks meer sprake van natte overstromingsvlakten. De huidige overstromingsduur is voor veel soorten te kort om gebruik te kunnen maken van overstromingsvlakten voor voortplanting, opgroei of foerageren. De uiterwaarden vallen vaak al droog voordat de primaire productie op gang komt en zoöplankton, macrofauna, visbroed en diersoorten waarvoor dit stapelvoedsel vormt, kunnen profiteren. Het gebrek aan langdurig overstromde uiterwaarden vormt een knelpunt voor het reproductiesucces van veel vissoorten in de Nederlandse rivieren.

Een probleem bij het herstellen van overstromingsvlakten in het huidige Nederlandse rivierengebied, is dat er eigenlijk geen referentiekader voorhanden is hoe een goed functionerende overstromingsvlakte er tegenwoordig uit zou moeten zien. Het functioneren van nevengeulen, strangen en uiterwaardplassen voor visgemeenschappen is redelijk bekend. Hoe habitattypen die elementen van natte overstromingsvlakten omvatten zich hiertoe verhouden is echter niet beschreven. We weten niet goed welke vissoorten nu specifiek voorkomen in overstromingsvlakten en of kritische soorten zich ook in dit habitat kunnen handhaven.

### *Onderzoeksvraag*

De hoofdvraag van dit onderzoek is daarmee nagaan hoe de visgemeenschap van huidige Nederlandse overstromingsvlakten er nu uit ziet en welke processen invloed hebben op het functioneren van een overstromingsvlakte.

### **Methode**

Voor dit onderzoek zijn op drie locaties in Nederland overstromingsvlakten en geïsoleerde uiterwaardplassen (als referentie) onderzocht in de periode 2017 – 2019. Twee locaties lagen in het Zwarte Water (een overstromingsvlakte en een beheerde overstromingsvlakte), twee locaties bovenstrooms langs de Waal bij Nijmegen (overstromingsvlakte Oude Waal en de geïsoleerde uiterwaardplas Bemmelen) en twee locaties benedenstrooms langs de Waal bij Loevestein (overstromingsvlakte Loevestein en de geïsoleerde uiterwaardplas Zuilichem).

Op elke locatie zijn visbemonsteringen uitgevoerd in de zomer en het najaar in 2017, 2018 en 2019 (met 25 m zegens en draagbare electrovisserij). Tevens is met automatische loggers de waterstand en –temperatuur in de onderzoeksperiode gemeten. Aanvullend is een vergelijking gemaakt met visgegevens uit andere onderzoeken in rivier habitats (OBN data 2009, data uit de Oude Waal 2009, data uit het RWS Langsdammen onderzoek F. Collas 2017 – 2019 en data uit het RWS uiterwaardplassen onderzoek T. Stoffers 2017 – 2019).

## Resultaten & Conclusies

### *Hoge productiviteit van overstromingsvlakten*

Dit onderzoek toont aan dat de visgemeenschap die in overstromingsvlakten en uiterwaardplassen wordt aangetroffen soortenrijk is, er werden in totaal 29 vissoorten waargenomen. In overstromingsvlakten werden daarbij tot 19 soorten per locatie aangetroffen. De visgemeenschap in overstromingsvlakten wordt gedomineerd door plantenminnende (limnofiele) soorten als bittervoorn, ruisvoorn, vetje en generalistische soorten als kleine modderkruiper, blankvoorn en brasem. Onder de aangetroffen vissen bevinden zich ook soorten die minder abundant in uiterwaarden in het Nederlandse riviergebied voorkomen zoals bittervoorn en vetje en zeldzame soorten (grote modderkruiper, kroeskarper en kwabaal).

Vergeleken met nabijgelegen geïsoleerde uiterwaardplassen waren dichtheden en soortenrijkdom van inheemse vissen in overstromingsvlakten significant hoger.

Ook in vergelijking andere rivier habitattypes (kribvakken, oever- en nevengeulen, strangen en uiterwaardplassen) blijkt de visdichtheid en soortenrijkdom van overstromingsvlakten relatief hoog te zijn. Overstromingsvlakten behoren daarmee tot de meest productieve rivier habitats.

### *Opgroeifunctie*

De dichtheden bittervoorn, ruisvoorn en vetje die in overstromingsvlakten zijn aangetroffen blijken grotendeels juveniele vissen te zijn. Dichtheden kunnen daarbij zeer hoog zijn zoals in de overstromingsvlakten Oude Waal en Zwarte Water (zomer 2018, waarbij 1100 - 1500 vissen 100 m<sup>-2</sup> werden aangetroffen). Er werd daarnaast tussen de zomer en najaar een duidelijk verschuiving in de lengte-frequentie waargenomen. In de zomer was er sprake van een hoge piek kleine (juveniele) vissen die verschoof naar grotere exemplaren in het najaar waarbij dichtheden weer afnamen. Deze vissoorten gebruiken de locaties daarmee in ieder geval als opgroeigebied.

Sommige soorten zoals grote en kleine modderkruiper volbrengen echter hun hele levenscyclus in overstromingsvlakten waarbij zowel juveniele als adulte exemplaren worden aangetroffen.

### *Variabele waterstanden*

Er bestaan grote verschillen in waterstandfluctuaties tussen de drie overstromingsvlakten (Oud waal, Loevestein en Zwarte Water), de beheerde overstromingsvlakte Zwarte Water en de uiterwaardplassen Zuilichem en Bemmelen. In vrij stromende overstromingsvlakten verlopen de extremen tussen hoog en laag water sneller en is sprake van grote oppervlakten ondiepe oeverzones. Dit resulteert in een beter ontwikkelde waterplantenvegetatie die zich kenmerken door een plantenminnende-limnofiele visgemeenschap. In de overstromingsvlakten Oude Waal en de beheerde overstromingsvlakte Zwarte Water wordt water in sommige jaren succesvol langer vastgehouden, dit heeft een positief effect op de visstand.

In de onderzoeksperiode 2017 - 2019 bleek in het jaar met een hogere en langere winter hoogwater stand (2017 - 2018), in de daaropvolgende zomer (2018) hogere visdichtheden aangetroffen te worden dan in het jaar met een lagere en kortere winter hoogwater stand (2018 - 2019).

### *Variabele watertemperaturen*

Overstromingsvlakten kenmerken zich door ca. twee °C hogere zomerwatertemperaturen dan geïsoleerde uiterwaardplassen. In het Zwarte Water is de zomerwatertemperatuur in

overstromingsvlakten zelfs 4 – 7 °C hoger dan in de rivier Zwarte Water. Vissen die tolerant zijn voor hogere watertemperaturen zoals bittervoorn, vetje en rietvoorn (plantenminnende soorten) kunnen in deze wateren hoge dichtheden bereiken.

*Kwabaal & grote modderkruiper*

Het onderzoek toont aan dat in 2017 zich juveniele kwabalen in het Zwarte Water hebben weten te handhaven. Larven hebben hierbij de in de winter de overstroomde beheerde overstromingsvlakte en overstromingsvlakte bereikt en konden tot het daaropvolgende najaar overleven.

Tenslotte toont het onderzoek ook aan dat ook grote modderkruiper in staat is zich te handhaven in overstromingsvlakten. Voortplanting heeft zich alleen voorgedaan in 2018 waarbij tot ver in het voorjaar sprake was van hoogwater in de beheerde overstromingsvlakte Zwarte Water. Het extensieve peilbeheer van de beheerde overstromingsvlakte waarbij water relatief lang kan worden vastgehouden speelt hierin vermoedelijk een grote rol.



# 1 Ter Inleiding

## 1.1 Achtergrond

Ter behoud en herstel van visgemeenschappen in het Nederlandse rivierengebied worden op verschillende locaties in uiterwaarden (neven)geulen, strangen en uiterwaardplassen aangelegd. Vaak ligt het accent hierbij op stromingsminnende vissoorten, belangrijke doelsoorten voor de KRW. Stromende nevengeulen en aangetakte strangen zijn belangrijke opgroeigebieden voor stromingsminnende vissen zoals winde en sneep (Dorenbosch *et al.*, 2011). Herstel van nevengeulen en strangen zal naar verwachting een positief effect hebben op de populaties van deze soorten in het rivierengebied. Ook generalistische vissoorten zoals blankvoorn, snoekbaars en brasem maken veelvuldig gebruik van deze habitats.

### *Natte overstromingsvlakten*

Hoewel nevengeulen en strangen belangrijke habitats zijn in de uiterwaarden van de rivier, kenmerkte het Nederlandse rivierengebied zich in het verleden door de aanwezigheid van nog een natuurlijk habitatype: natte overstromingsvlakten (fig. 1.1). Dit zijn laag gelegen delen van de rivieruiterwaard die bij hoog water (vaak in de winter) overstromen en waarbij het water vervolgens langzaam uitzakt. Deze vlaktes staan daarom langdurig onder water, in het verleden vaak tot ver in het voorjaar. Gedurende de zomer droogt de natte overstromingsvlaktes steeds verder op, uiteindelijk resteren alleen nog kleine plasjes in de laagste delen van de uiterwaard, of droogt de vlakte in zijn geheel op.

In de oorspronkelijke Nederlandse uiterwaarden van de Rijntakken was het areaal aan natte overstromingsvlakte groot (fig. 1.2), uiterwaarden waren toentertijd zeer breed en kenmerkte zich door natuurlijke hoogteverschillen. Overstromingen van de rivier, meestal door hevige regenval in combinatie met smeltwater, resulteerde nog tot het begin van de 20<sup>e</sup> eeuw in grote watervlaktes in de winter en vroege voorjaar die in de loop van de zomer weer verdwenen.



Fig. 1.1. Weergave van overstromingsvlakten bij hoog water in het Zwarte Water (links – foto *Blik onder Water*) en de Oude Waal – Nijmegen (rechts – foto RAVON).

Bedijking en normalisatie van de Rijn resulteerde in de loop der eeuwen in steeds smallere uiterwaarden waardoor het areaal aan ondiepe overstromingsvlakten steeds verder afnam. De aanleg van kribben zorgde er voor dat de rivieren zich steeds verder insneden (tot circa 1,5 meter in de afgelopen 100 jaar), waardoor de frequentie en duur van overstromingen sterk afnam (WNF, 2017; Klijn *et al.* 2019).



Fig. 1.2. Globale weergave van uiterwaardgebieden langs de Rijn en Maas die in de 19<sup>e</sup> eeuw vaak overstromden (1809, bron Gelders archief)

De huidige overstromingsduur is tegenwoordig voor veel soorten te kort om er gebruik van te kunnen maken voor voortplanting, opgroei of foerageren. De uiterwaarden vallen vaak al droog voordat de primaire productie op gang komt en zoöplankton, macrofauna, visbroed en diersoorten waarvoor dit stapelvoedsel vormt, kunnen profiteren. Het gebrek aan langdurig overstromde uiterwaarden vormt een knelpunt voor vissoorten als kwabaal en grote modderkruiper en voor het reproductiesucces van veel andere vissoorten in de Nederlandse rivieren.

#### *Vissen als indicator voor overstromingsvlakten*

In dit onderzoek ligt de focus op de kenmerkende visgemeenschappen in Nederlandse overstromingsvlakten. Hierbij wordt verwacht dat vissen een belangrijke indicator zijn voor het goed ecologisch functioneren van het habitat. Op voorhand staan hierbij vissoorten centraal die geassocieerd zijn met ondiepe wateren met een goed ontwikkelde moerasvegetatie in rivieruiterwaarden (zoals grote en kleine modderkruiper, bittervoorn, vetje en rietvoorn), of waarvan bekend is dat een deel van de levenscyclus in overstromde uiterwaarden wordt volbracht (bijv. kwabaal). Deze soorten zijn kritisch wat betreft waterstand (het habitat dient een bepaalde mate van connectiviteit met de rivier te hebben, moet periodiek overstromen maar mag niet te vroeg droogvallen) en er dient sprake te zijn van moerasvegetatie-ontwikkeling.

Naar verwachting zullen een aantal vissoorten in hoge dichtheden in overstromingsvlakten voorkomen, deze soorten gebruiken het habitat als voortplantings- en/of opgroeigebied. Dichtheden juveniele vis zijn naar verwachting hoog, waarmee vissen waarschijnlijk een belangrijke rol spelen voor andere ecologische groepen in overstromingsvlakten (enerzijds als predator van macrofauna, anderzijds als voedselbron voor vogels).

## 1.2 Probleemstelling

Zoals boven gesteld is er in Nederland eigenlijk geen sprake meer van de natuurlijke natte overstromingsvlakten zoals die oorspronkelijk in het Nederlandse rivierlandschap voorkwamen. Dit wil echter niet zeggen dat in de huidige uiterwaarden geen vergelijkbare habitattypen meer aanwezig zijn. Plaatselijk is er nog wel degelijk sprake van laaggelegen uiterwaarden die periodiek overstromen en waarbij het water in sommige jaren gedurende langere tijd blijft staan en waar zich moerasvegetaties ontwikkelen (o.a. langs de Waal en het Zwarte Water, Kurstjens *et al.*, 2014). Ook wordt bij herinrichtingsprojecten in rivieruiterwaarden in sommige gevallen ingezet in het herstellen van lage vlakten die periodiek overstromen en water moeten vasthouden, bijv. Millingerwaard, Oude Waal en Loevestein – Waal, Veldiger Buitenland – Zwarte Water (Kurstjens & van Winden, 2015).

### *Ontbrekend referentiekader*

Een probleem bij het herstellen van overstromingsvlakten in het huidige Nederlandse rivierengebied, is dat er eigenlijk geen referentiekader voorhanden is hoe een goed functionerende overstromingsvlakte er tegenwoordig uit zou moeten zien. Het functioneren van nevengeulen, strangen en uiterwaardplassen voor visgemeenschappen is redelijk bekend, tevens bestaat er inzicht welke factoren een sturende rol hebben. Hoe habitattypen die elementen van natte overstromingsvlakten omvatten zich hiertoe verhouden is echter niet beschreven. We weten niet goed welke vissoorten nu specifiek voorkomen in overstromingsvlakten en of kritische soorten zoals grote modderkruiper, kwabaal, bittervoorn en vetje zich ook in dit habitat kunnen handhaven. Gegevens over visgemeenschappen in buitenlandse referentiegebieden zijn weliswaar voorhanden maar zijn van een dermate andere orde grootte dat deze zich lastig ecologisch laten vertalen naar Nederlandse maatstaven.

### *Onderzoeksvragen*

De hoofdvraag van dit project is daarmee nagaan hoe de visgemeenschap van huidige Nederlandse overstromingsvlakten er nu uit ziet. Specifiek komen de volgende vragen aan bod:

- Wat is de kenmerkende visgemeenschap van overstromingsvlakten en hoe verhoudt de productiviteit zich tot ander rivier habitats?
- Welke ecologische groep vissen maakt gebruik van overstromingsvlakten?
- Fungeren overstromingsvlakten als opgroeigebied voor juveniele vissen?
- Hoe variëren waterstanden tussen locaties en wat is het effect op de visgemeenschap?
- Heeft de duur en hoogte van het winter hoog water effect op de visstand in overstromingsvlakten?
- Hoe variëren watertemperaturen tussen locaties en wat is het effect op de visgemeenschap?
- Komen in overstromingsvlakten soorten voor die in andere rivier habitats zeldzaam zijn?



## 2 Methode

### 2.1 Opzet van het onderzoek

#### *Definitie overstromingsvlakte*

In het huidige moderne tijdperk is er geen sprake meer van natuurlijke overstromingsvlakten zoals die in vroeger in het Nederlandse rivierengebied aanwezig waren. Wel zijn er nog steeds laaggelegen delen van uiterwaarden te vinden die bij hogere waterstanden onderlopen en waar het water nog geruime tijd blijft staan als de hoogwater golf voorbij is. Veelal spelen oude oeverwallen in combinatie met natuurlijke (kwel)laagtes, of zomerdijken met gemalen, sluizen of duikers een rol in het langer vasthouden van hoog water. Met het begrip ‘natte overstromingsvlakte’ wordt in dit onderzoek het aquatische habitat omschreven waarbij de hogere waterstand na een hoogwater golf langere tijd gehandhaafd blijft.

#### *Selectie onderzoekslocaties*

Om een beeld te krijgen van de ontwikkeling van de visgemeenschap in Nederlandse overstromingsvlakten zijn drie laag gelegen locaties in het Nederlandse rivierengebied onderzocht in de periode zomer 2017 – najaar 2019.

De locaties zijn geselecteerd op basis van overstromingskaarten van Rijkswaterstaat en zijn representatief voor vrij overstromende, lage uiterwaarden waar enige natuurlijke moerasontwikkeling plaats vindt en/of waar water gedurende langere tijd kan worden vastgehouden.

Om na te gaan wat het effect van overstromingen op de visgemeenschap is, is nabij elk van deze overstromingsvlakten ook een referentiewater in de uiterwaarden geselecteerd dat alleen bij extreem hoge waterstanden overstroomt (gelegen achter een zomerdijk). De locaties zijn in de volgende paragraaf in meer detail beschreven.

#### *Inzicht ontwikkeling visgemeenschap*

Vervolgens hebben op elke locatie zes standaard visbemonsteringsrondes plaatsgevonden in de periode zomer 2017 – najaar 2019 waar op gestandaardiseerde wijze van dezelfde trajecten een beeld is verkregen van de visgemeenschap (zie ook tab. 2.1). De bemonstering zijn uitgevoerd in de zomer (juli) en het najaar (september) en waren gericht op het vaststellen van juveniele vissen om een beeld te krijgen van de opgroefunctie van de habitats.

#### *Verkrijgen inzicht ontwikkeling waterstand*

Tijdens de onderzoek zijn op alle locaties onderwaterloggers geplaatst (§ 2.4) die de waterstand en –temperatuur dagelijks gemeten hebben tijdens het onderzoek om de ontwikkeling van de visgemeenschap te kunnen relateren aan de waterstand en –temperatuur van de locaties.

#### *Vergelijking met andere habitattypes uit het rivierengebied*

Tenslotte is in dit onderzoek een bredere vergelijking gemaakt tussen de overstromingsvlakten en referentielocaties uit dit onderzoek met andere habitattypen in de uiterwaard (geulen, plassen). Hiertoe zijn visgegevens uit de huidige studie van de drie overstromingsvlakten en referentielocaties vergeleken met visgegevens uit andere vergelijkbare visonderzoeken die in de periode 2009 – 2019 hebben plaatsgevonden in de Rijntakken (tab. 2.2) in rivier habitats. Hierbij zijn op vergelijkbare wijze zegen

bemonsteringen uitgevoerd (25 m en 75 m zegen) die met de zegendata uit de huidige studie vergeleken kunnen worden. De visgegevens (dichtheden en soortenrijkdom) uit de overstromingsvlakten kunnen op deze wijze enigszins vergeleken worden met visgegevens uit kribvakken, (neven)geulen, oevergeulen, strangen en uiterwaardplassen.

## 2.2 Beschrijving onderzoeklocaties

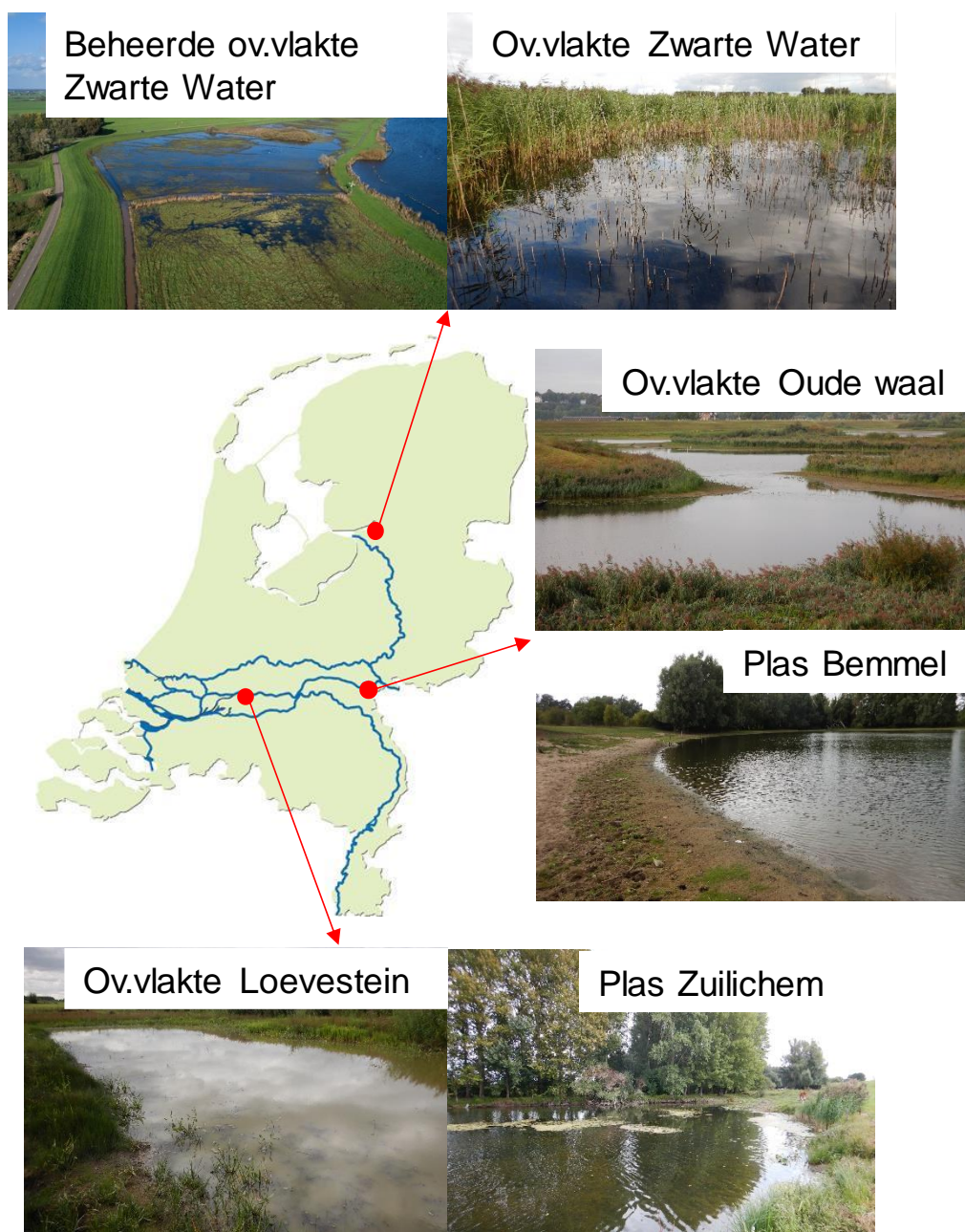
In het onderzoek zijn drie locaties geselecteerd waar een overstromingsvlakte en een referentielocatie zijn bemonsterd (twee locaties langs de Waal, één locatie in het Zwarte Water, fig. 2.1).

### *Zwarte Water*

In het Zwarte Water is een overstromingsvlakte (Veldiger Buitenland) geselecteerd aan de oostzijde van het Zwarte Water en een referentielocatie ('beheerde overstromingsvlakte') aan de westzijde van het Zwarte Water (fig. 2.2). De beheerde overstromingsvlakte fungeerde niet als echte referentielocatie en betrof geen geïsoleerde uiterwaardplas zoals plas Bommel en Zuilichem (zie onder). De beheerde overstromingsvlakte is een polder representatief voor het Zwarte Water die vrij kan overstromen bij hogere waterstanden maar waar de waterstand vervolgens gereguleerd wordt door een (wind)molen bij lagere waterstanden.

Het maaiveld van de oeverzone van de overstromingsvlakte heeft een hoogteligging van ca. -0,1 m NAP en ligt ca. 10 cm boven het gemiddelde zomerwaterpeil van het Zwarte Water ter hoogte van de overstromingsvlakte (-0,2 m NAP). De vlakte overstroomt al bij geringe peilverhogingen van het Zwarte Water en kenmerkt zich door ondiepe glooiende oevers die ook weer snel kunnen droogvallen. In de overstromingsvlakte zijn grote moeraszones aanwezig waar rietkragen en submerse watervegetaties voorkomen.

De lagere delen van het maaiveld van de beheerde overstromingsvlakte liggen op ca. -0,3 m NAP, ca. 10 cm onder het gemiddelde peil van het Zwarte Water ter hoogte van de locatie (-0,2 m NAP). De beheerde overstromingsvlakte is omgeven door een zomerdijk en inundeert bij hogere waterstanden, er zijn geen grote oppervlakten glooiende moeraszones aanwezig. Wel lopen dwars door de beheerde overstromingsvlakte oude diepe sloten waarin het water blijft staan als het gebied opdroogt tijdens droge periodes. De windmolen in de beheerde overstromingsvlakte wordt door boeren ingezet om overtollig water op het Zwarte Water te lozen of juist om water in te laten bij extreme droogte. Omdat de capaciteit van de molen beperkt is, blijft waterstand na een overstroming relatief lang hoog.



*Fig. 2.1. Overzicht van de drie onderzoekslocaties waar telkens een overstromingsvlakte en een referentiewater (geïsoleerde uiterwaardplas) is bemonsterd. In het Zwarte Water is geen uiterwaardplas als referentiewater bemonsterd maar een 'beheerde overstromingsvlakte' – een laaggelegen polder die regelmatig overstroomt waar vervolgens de waterstand met een molen gereguleerd wordt.*



*Fig.2.2. Overstromingsvlakte Zwarte Water (boven) en beheerde overstromingsvlakte Zwarte Water (onder). Rood geeft de ligging van bemonsterde zegentrajecten, blauw van electrotrajecten.*

#### *Oude Waal – Bemmelen*

De Oude Waal nabij Nijmegen (fig. 2.3) is een historische overstromingsvlakte die zich kenmerkt door grote ondiepe droogvallende zones, enkele diepere kolken en een aantal goed ontwikkelde moeraszones met rietkragen en submerse en emerse watervegetaties. De Oude Waal is geheel ingepolderd door een zomerdijk, in de dijk bevindt zich echter een sluis. De sluis kan gebruikt worden om na een periode van hoogwater, de hoge waterstand in de Oude Waal langer vast te houden (de sluis wordt gesloten waardoor het water uit de Oude Waal niet meer wegstroomt naar de Waal). Vanaf 2008 wordt het inlaat mechanisme regelmatig gebruikt om water na een hoogwater periode langer vast te houden in de Oude Waal. Water mag echter alleen worden vastgehouden vanaf medio maart (besluit van het Waterschap). Alleen in jaren dat er omstreeks maart sprake is van voldoende hoogwater, is het langer vasthouden van hoogwater in de Oude Waal ook daadwerkelijk effectief.

De hoogteligging van het maaiveld naast de bemonsterde trajecten in de Oude Waal is ca. 8,9 m NAP, de waterstand van de Waal bij een gemiddeld zomerpeil ter hoogte van de Oude Waal is ca. 8,6 m NAP, het maaiveld van de Oude Waal ligt daarmee ca. 30 cm hoger dan het gemiddelde zomerwaterpeil van de Waal.

Als referentiewater is de geïsoleerde uiterwaardplas aan de overzijde van de Waal nabij Bommel geselecteerd (fig. 2.3). De plas ligt achter een zomerdijk en overstroomt alleen bij extreem hoogwater. Gedurende de zomer is het peil relatief stabiel, er is geen sprake van een grote zone droogvallende oever (zoals bij de Oude Waal), er zijn nauwelijks ontwikkelde moeraszones aanwezig. Het maaiveld van de oeverzone van de plas liggen op 8,9 m NAP, ca. 30 cm boven het gemiddelde zomerpeil van de Waal (8,6 m NAP).



Fig.2.3. Overstromingsvlakte Oude Waal (boven) en de geïsoleerde uiterwaardplas Bommel (onder). Rood geeft de ligging van bemonsterde zegentrajecten weer, de rode pijl geeft aan waar water door de zomerdijk in de Oude Waal kan worden ingelaten.

#### Loevestein - Zuilichem

De overstromingsvlakte nabij slot Loevestein (Nieuw Munnikenland) is het resultaat van een rivierverruimingsproject (opgeleverd in 2015) waarbij de oude winterdijk is verlegd en de uiterwaard is verlaagd door het aanleggen van geulen en plassen. De voormalige polder Munnikenland is hierbij veranderd in een overstromingsvlakte en kenmerkt zich nu door grote moeraszones van riet en submerse en emerse watervegetaties (fig. 2.4). In de overstromingsvlakte zijn zowel ondiepe langgerekte geulen en plassen aanwezig als voormalige diepe (landbouw)sloten (die al aanwezig waren voordat de polder heringericht werd). De geulen en plassen vallen in de zomer over grotere oppervlakten droog, de voormalige sloten zijn dieper en houden de hele zomer water. Het maaiveld van de oeverzones van de overstromingsvlakte (ca. 1,2 m NAP) is vrijwel gelijk aan het gemiddelde zomerwaterpeil van de Waal ter hoogte van de locatie (ca. 1,2 m NAP). De overstromingsvlakte overstroomt hierdoor al bij geringe waterstandverhogingen van de Waal.

Als referentiewater is een geïsoleerde uiterwaardplas bij Zuilichem gekozen, de plas is omgeven door een zomerdijk en overstroomt alleen bij extreem hoogwater. Het maaiveld van de oeverzone van de plas ligt op ca 2,7 m NAP en ligt ca. 150 cm boven het gemiddelde waterpeil van de Waal ter hoogte van de plas (ca 1,2, m NAP). De plas heeft een relatief stabiele waterstand, er zijn geen grote zones droogvallende oever aanwezig en er is geen sprake van ontwikkelde moeraszones.



Fig.2.4. Overstromingsvlakte Loevestein (boven) en de geïsoleerde uiterwaardplas Zuilichem (onder). Rood geeft de ligging van bemonsterde zegentrajecten, blauw van electrotrajecten.

### 2.3 Visstandsbemonsteringen

De visstandsbemonsteringen waren gericht op het vangen van juveniele vissen. Ondiepe glooiende oeverzones van de overstromingsvlakten Zwarte Water, Loevestein en Oude Waal en de uiterwaardplassen Zuilichem en Bemmelen (tabel 2.1.) zijn bemonsterd met een zegen (25 x 2 m, maaswijdte zak 5 mm). In de beheerde overstromingsvlakte in het Zwarte Water waren zegenbemonsteringen niet mogelijk omdat de ondiepe zone zich vooral concentreerde om de slootoevers en te smal was voor het inzetten van de zegen.

Ruimtelijk complexe habitats zijn bevestigd met een electrovisapparaat (draagbare Brettschneider, gelijkstroom-visserij). Dit is gebeurd in de overstromingsvlakten Loevestein en Zwarte Water en de beheerde overstromingsvlakte Zwarte Water. Fig. 2.2 t/m 2.4 geeft de ligging van trajecten weer waar de zegen en/of electroapparaat is ingezet. Fig. 2.5 geeft een beeld van de werkwijze.



*Fig. 2.5. Inzet van de zegen (boven, overstromingsvlakte Loevestein) en draagbare electrok-apparaat (onder, beheerde overstromingsvlakte Zwarte Water).*

### *Inspanning*

Alle locaties zijn in 2017, 2018 en 2019 gestandaardiseerd met zegenvisserij bemonsterd, in de zomer (juli) en in het najaar (september), in totaal zijn zes meetrondes uitgevoerd. Voor electrovisserij is in 2017 geen gestandaardiseerde electrobemonstering in de zomer uitgevoerd waardoor vijf meetrondes zijn uitgevoerd. In de overstromingsvlakte Zwarte Water zijn electrobemonsteringen alleen in 2018 en 2019 uitgevoerd, niet in 2017. Tab. 2.1 geeft de onderzoeksinspanning per locatie weer.

Tabel 2.1. *Bemonsteringsinspanning (aantal zegen- en electrotrajecten) voor de locaties (zomer en najaar 2017, 2018 en 2019).*

Locatie:		n electro	n zegen
overstromingsvlakte	Zwarte Water	3*	2
beheerde overstromingsvlakte	Zwarte Water	5	--
overstromingsvlakte	Oude Waal	--	2
uiterwaardplas	Bemmel	--	2
overstromingsvlakte	Loevestein	3	2
uiterwaardplas	Zuilichem	--	2

\* alleen in 2018 en 2019

De bemonsteringen zijn gestandaardiseerd uitgevoerd waarbij de vangstinspanning (bemonsterd oppervlak) steeds is geregistreerd. De gevangen vissen zijn op soort gedetermineerd en tot op mm lengte gemeten. Bij hoge aantallen (>50 exemplaren per soort) is subsampling toegepast (50 dieren worden gemeten, de overige aantallen worden geteld en de lengte verdeling wordt op basis van de 50 gemeten vissen geëxtrapoleerd naar het totale aantal vissen van de betreffende soort).

Tabel 2.2. *Overzicht van habitats (habitat typen en aantal bemonsterde locaties) die in de periode 2009 – 2019 tijdens andere visstandsonderzoeken in de Rijntakken zijn bemonsterd en waarbij zegendata (25 m en 75 m zegen) vergeleken kan worden met zegendata (25 m zegen) uit het huidige onderzoek. Data is afkomstig uit het OBN nevengeulen onderzoek (2009; Dorenbosch et al., 2011), data uit de Oude Waal (2009; Kurstjens et al., 2010), data uit het Langsdammen onderzoek van F. Collas /RWS (2018, 2019), data uit het uiterwaardplassen onderzoek van RWS (2017 – 2019) en uit de voorliggende studie (2017-2019).*

Habitat:	Jaar:			
	2009	2017	2018	2019
<b>- bemonsterd met 25 m zegen (n=26)</b>				
kribvakken	9	--	2	2
oevergeulen	--	--	3	3
(neven)geulen	10	1	1	3
aangetakte uiterwaardplassen	2	--	--	--
geïsoleerde uiterwaardplassen	3	2	1	--
overstromingsvlakte	1	--	--	1
<b>- bemonsterd met 75 m zegen (n=14)</b>				
kribvakken	--	2	2	4
(neven)geulen	--	3	3	3
strangen & uiterwaardplassen	--	5	1	5
overstromingsvlakte	--	--	--	1

*Verwerken en analyse gegevens*

Visvangsten zijn uitgedrukt in dichtheden per 100 m<sup>2</sup>, visdichtheden zijn berekend voor de totale periode (waarbij de verschillende meetrondes fungeerde als replica) en per jaar. De samenstelling van de visgemeenschap tussen locaties is vergeleken op basis van totale soortenrijkdom (zowel voor inheemse als exotische vissoorten) en op basis van abundantie verhoudingen (het procentuele aandeel van een soort ten opzichte van het totaal aantal gevangen individuen per locatie/habitat).

Daarnaast is de samenstelling van de visgemeenschap tussen de locaties en habitats onderzocht op basis van Principale Componenten Analyse (PCA, voor de analyse zijn gelogtransformeerde ( $y = \log^{10}(x+1)$ ) gemiddelde dichtheden per locatie voor de gehele periode gebruikt).

Voor zegenvisserij is met behulp van een linear mixed model onderzocht of visdichtheden (inheemse vissen, exoten) significant verschilden tussen overstromingsvlakten en geïsoleerde uiterwaardplassen. In deze analyse zijn locaties en jaren ingesteld als *random factor* en habitat type als *fixed factor*. Significanties zijn bepaald met de functie 'drop1', visdichtheden zijn voor de analyse gelogtransformeerd ( $y = \log^{10}(x+1)$ ).

Voor soorten met een belangrijke ecologische indicator functie zijn lengte-frequentie verdelingen bepaald om de opgroefuncties van locaties/habitats in beeld te brengen, voor grote modderkruiper en kwabaal is in meer detail onderzocht of er per meetjaar sprake was van voortplanting en/of groei.

Statistische analyses zijn uitgevoerd in R-software (versie 3.6.2) en de modules *lme4* (linear mixed model) en *vegan* (PCA).

## 2.4 Monitoring waterstand & beoordeling habitatkwaliteit

Het succesvol functioneren van een overstromingsvlakte als paai- en opgroeigebied voor vis wordt waarschijnlijk mede bepaald door de waterstand en de connectiviteit met permanente wateren in de omgeving. Op de onderzoekslocaties is de waterstand en de -temperatuur dagelijks gemeten in de periode zomer 2017 t/m najaar 2019 door middel van dataloggers (HOBO U20L-01). Deze dataloggers registreren de waterdruk en de watertemperatuur. Aan de hand van de waterdruk kan de waterstand worden berekend.

De habitatkwaliteit wordt beoordeeld aan de hand van biotische en abiotische parameters, waarbij we grotendeels aansluiten op de methodiek zoals toegepast in voorgaande onderzoeken in het rivierengebied.

Dagwaterstanden van de RWS meetlocaties Zwarteluis en Lobith zijn gebruikt om het verloop van de waterstanden in Zwarte Water en de Rijn weer te geven in de periode zomer 2017 t/m najaar 2019.



### 3 Waterstanden & watertemperatuur 2017 - 2019

#### 3.1 Waterstanden Zwarte Water

##### *Waterstand Zwarte Water - algemeen*

De gemiddelde dagwaterstand in het Zwarte Water ter hoogte van het RWS meetstation Zwartsluis geeft een algemeen beeld van het verloop van de waterstand in het Zwarte Water voor de periode september 2016 – oktober 2019 (fig. 3.1).

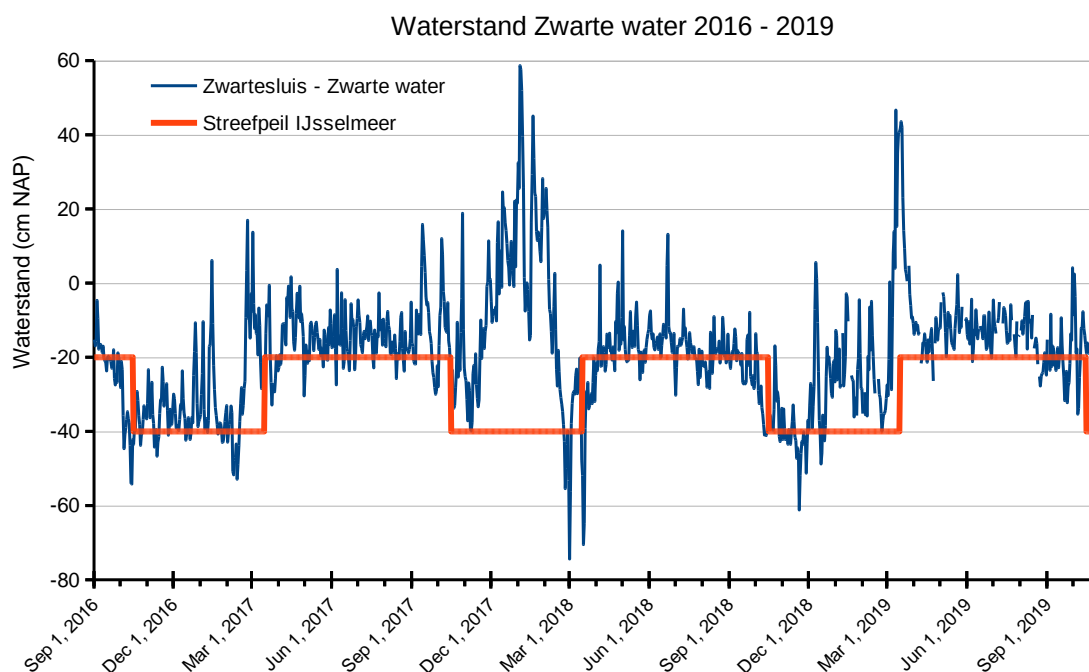


Fig. 3.1. Verloop van de waterstand (cm NAP) in het Zwarte Water (meetstation RWS – Zwartsluis) en de zomer- en winterstreefpeilen in het IJsselmeer in de periode sept 2016 – okt 2019.

De waterstand in het Zwarte Water staat sterk onder invloed van het streefpeil in het IJsselmeer. In de winter tussen half oktober en half maart is dit streefpeil ca. -40 cm NAP, in de zomer tussen half maart en half oktober ca. -20 cm NAP (Rijkswaterstaat, 2018, fig. 3.1). Deze zomer- en winterpeilwisselingen zijn duidelijk terug te zien in de waterstanden van het Zwarte Water, in de winter is de waterstand lager dan in de zomer (fig. 3.1).

Daarnaast kenmerkt het Zwarte Water zich door het frequent optreden van plotselinge waterstandsverhogingen. Dit is het gevolg van windopstuwing vanuit het IJsselmeer (Runhaar *et al.*, 2014) en vindt zowel in de zomer als in de winter plaats (fig. 3.1).

In sommige winters is er sprake een van winter hoog water door een combinatie van windopstuwing vanuit het IJsselmeer en/of hoge rivierafvoer vanuit de Overijsselse Vecht en polders. Deze periode van hoog water kan tot en met het voorjaar duren. In de winters van 2017 – 2018 en 2018 – 2019 waren waterstanden hoger dan in de winter van 2016 – 2017 (max +48 cm NAP januari 2018, max +47 cm NAP maart 2019 versus max +17 cm NAP februari 2017).

In het Zwarte Water valt in sommige jaren het winter hoog water relatief laat en/of duurt lang, tot in het vroege voorjaar, vaak wanneer het streefpeil in het IJsselmeer wisselt van winter- naar zomerpeil (omstreeks half maart). Afhankelijk van de afvoer van de

Overijsselsche Vecht en polders langs het Zwarte Water is de periode van dit voorjaars hoog water vroeger of later in het seizoen.

In het voorjaar van 2017 was er al sprake van hoog water vanaf half februari met een piek tot +17 cm NAP op 24 februari 2017. In februari – maart 2018 was er daarentegen nauwelijks sprake van een voorjaars hoog water, terwijl in 2019 pas later in het voorjaar omstreeks begin maart hogere waterstanden bereikt werden met een piek tot +44 cm NAP op 17 maart 2019.

### Waterstanden onderzoekslocaties Zwarte Water

Het verloop van de in dit onderzoek gemeten waterstanden op de onderzoekslocaties in het Zwarte Water zijn weergegeven in fig. 3.2.

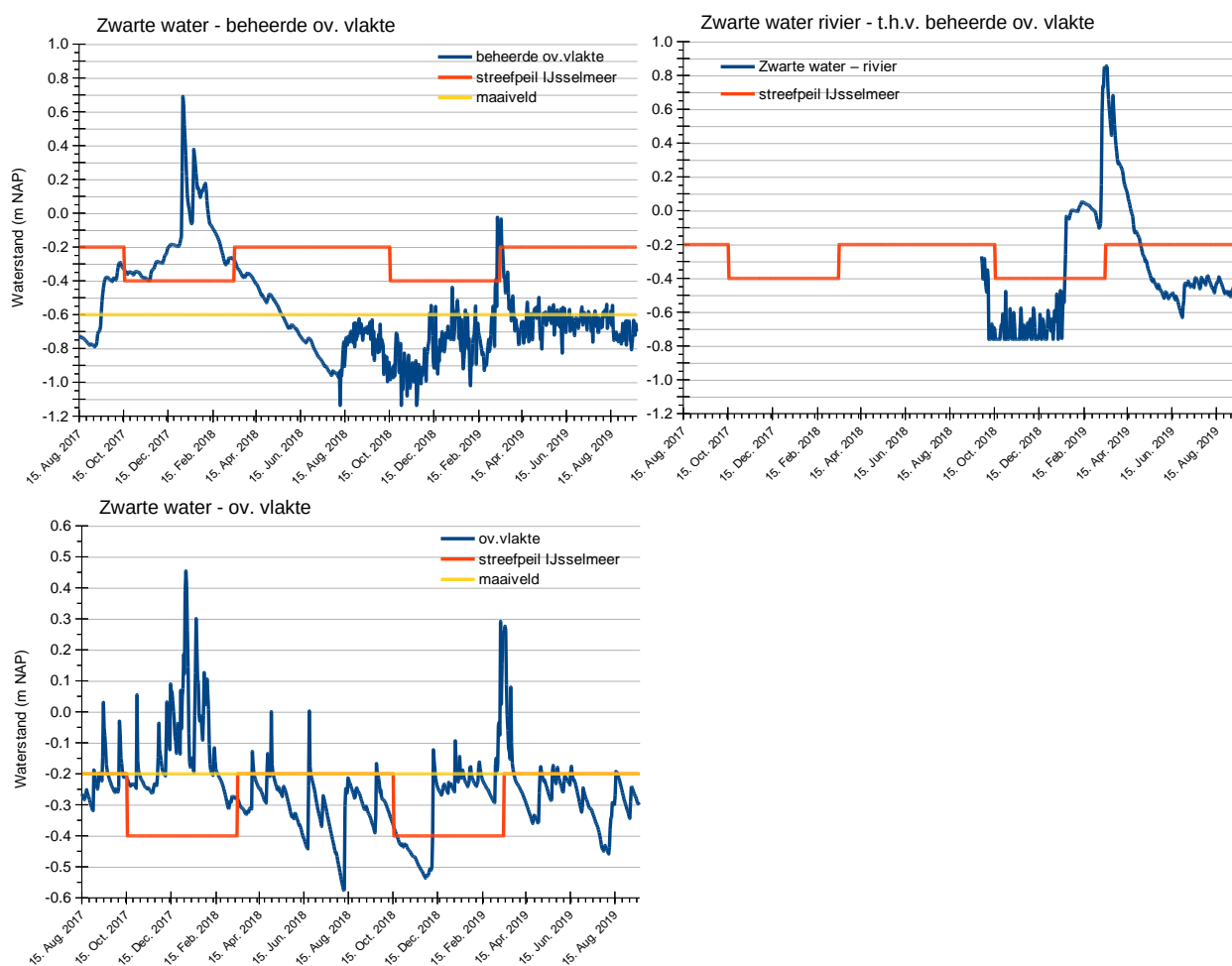


Fig. 3.2. Verloop van de gemeten waterstanden (m NAP) in het Zwarte Water in de beheerde overstromingsvlakte (linksboven), de overstromingsvlakte (linksonder) en in de hoofdgeul van de rivier direct voor de beheerde overstromingsvlakte (rechtsboven, alleen data uit 2019). In beide overstromingsvlakte is de hoogte (m NAP) van het maaiveld bij de bemonsterde trajecten weergegeven, tevens het zomer- en winter streefpeil van het IJsselmeer.

In zowel de beheerde overstromingsvlakte als de overstromingsvlakte is sprake van dezelfde winter hoog water periodes zoals beschreven in fig. 3.1, omstreeks januari-februari 2018 en maart 2019. Beide locaties zijn tijdens deze hoog waters ondergelopen.

In de beheerde overstromingsvlakte houdt de hoog water periode in 2018 lang aan, in januari 2018 is er al sprake van een (extreem) hoge waterstand (+0,70 m NAP) die langzaam uitzakt tot de laagste waterstand medio augustus 2018 (-1,15 m NAP). Hierna

stijgt de waterstand in de beheerde overstromingsvlakte weer omdat er water uit het Zwarte Water wordt ingelaten via een molen. In maart 2019 is de hoog water periode minder hevig dan in 2018, de waterstand is minder hoog (- 0,05 m NAP) en zakt al binnen één maand (half april 2019) naar een lage waterstand (- 0,35 m NAP cm). Vanaf half april 2019 wordt weer water via de molen uit het Zwarte Water ingelaten en stijgt de waterstand weer (tot ca. -0,2 m NAP). Vanaf juni 2019 stopt het inlaten en daalt de waterstand tot -0,45 m NAP half augustus 2019.

Op basis van de maaiveldhoogte in fig. 3.2 is duidelijk dat in het voorjaar van 2018 de waterstand tot medio mei boven het maaiveld stond terwijl in het voorjaar van 2019 de waterstand al medio maart onder het maaiveld stond. Dit betekent dat er in 2018 veel langer in het voorjaar sprake was van overstroomde graslanden ten opzichte van 2019. Voor het voorjaar in 2017 is geen gelogde waterstandsdata beschikbaar.

De waterstand in de overstromingsvlakte is veel dynamischer in vergelijking met de beheerde overstromingsvlakte. Waterstandspieken in de overstromingsvlakte verlopen vrijwel simultaan met waterstandspieken in het Zwarte Water. In de winter van 2017 – 2018 is er relatief lang sprake van hoog water ten opzichte van de winter van 2018 – 2019 (fig. 3.2). In de eerste winterperiode staat de waterstand aanzienlijk langer boven het maaiveld dan in de tweede winterperiode. In het voorjaar van 2018 zijn er nog twee plotselinge waterstandsverhogingen zichtbaar (vermoedelijke door windopstuwing vanuit het IJsselmeer) waarbij de waterstand opnieuw ruim boven het maaiveld stijgt terwijl deze in het voorjaar van 2019 afwezig zijn. Nog een verschil tussen de overstromingsvlakte en de beheerde overstromingsvlakte, is dat een hogere waterstand het water in de overstromingsvlakte vrij wel direct weer daalt. Overstromingen in de overstromingsvlakte treden dus ook buiten de winterperiode op maar zijn van korte duur.

## 3.2 Waterstanden Waal

### *Waterstand in de Rijn/Waal - algemeen*

De gemiddelde dagwaterstand in de Rijn ter hoogte van het RWS meetstation in Lobith geeft een algemeen beeld van de waterstand in de Waal voor de periode september 2016 – oktober 2019 (fig. 3.3).

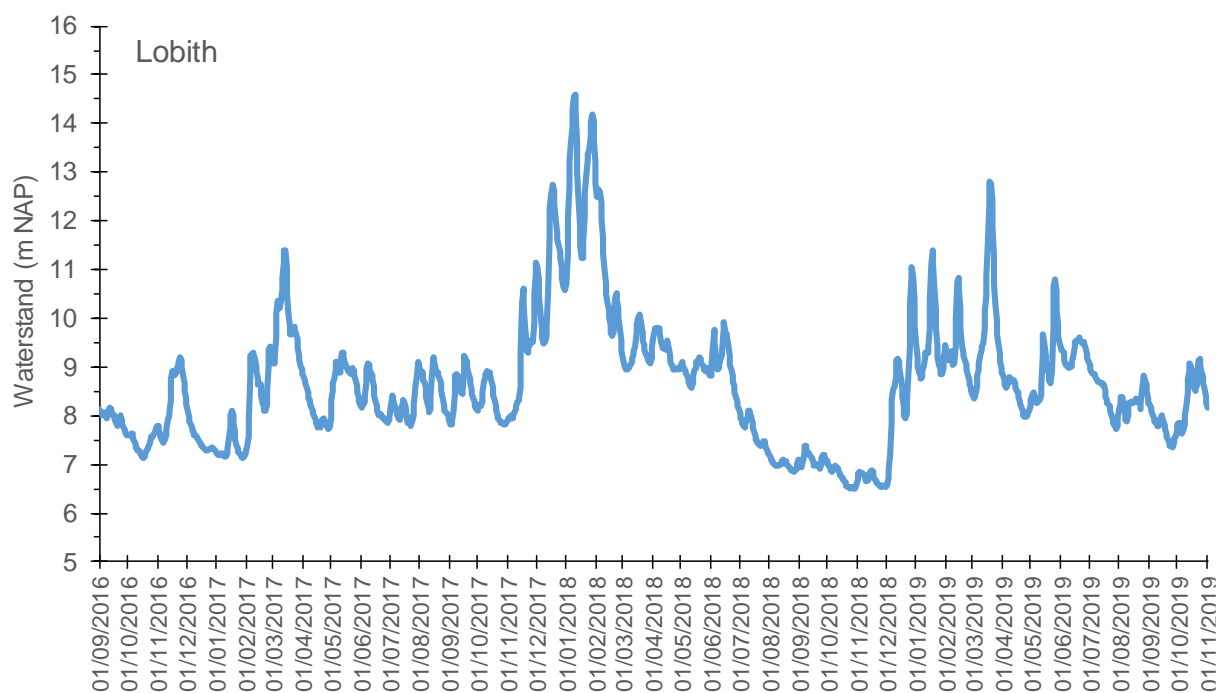


Fig. 3.3. Verloop van de waterstand (m NAP) in de Rijn (meetstation RWS – Lobith) in de periode september 2016 – oktober 2019.

De waterstand in de Rijn kenmerkt zich door waterstandspieken in de winters in de periode 2016 – 2019 waarbij de hoogste waterstanden in de winter 2017 - 2018 zijn bereikt (max. +14,5 m NAP in januari 2018). In de winter van 2017 – 2018 traden de hoogste waterstanden in de maand januari op. Ook in de winter van 2018 – 2019 traden vanaf januari hoge waterstanden, er werd echter ook zeer laat in de winter (begin voorjaar) omstreeks half maart nog een hoge waterstand gemeten.

De zomer van 2018 kenmerkte zich door extreem lage waterstanden (minimum +6,5 m NAP in oktober 2018).

### Waterstanden onderzoekslocaties Oude Waal – Bommel

Het verloop van de gemeten waterstanden in de overstromingsvlakte Oude Waal en de geïsoleerde uiterwaardplas Bommel staan weergegeven in fig. 3.4.

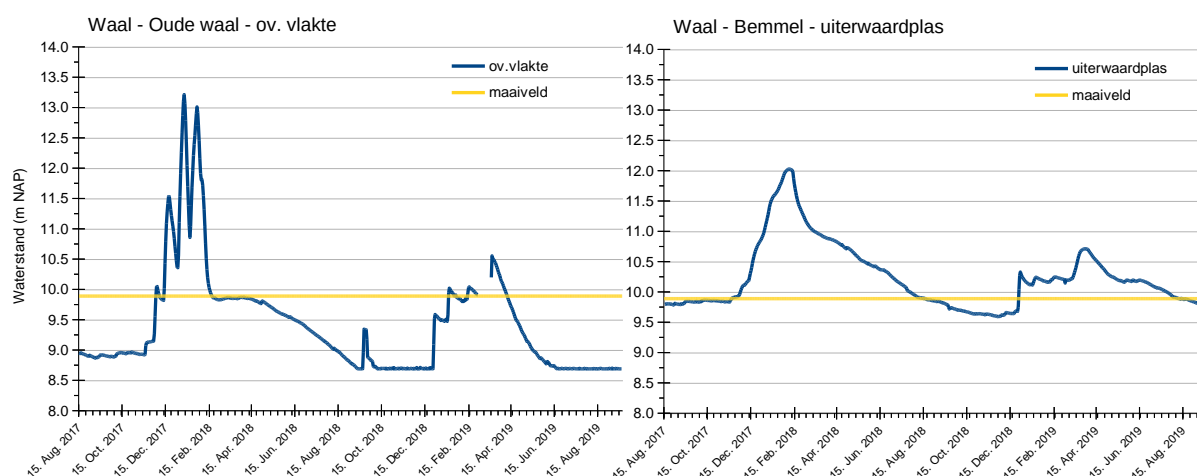


Fig. 3.4. Verloop van de waterstanden in de overstromingsvlakte Oude Waal (links) en de geïsoleerde uiterwaardplas Bommel (rechts) langs de Waal.

In zowel de overstromingsvlakte en uiterwaardplas is sprake van hoge winter waterstanden zoals gemeten in de Rijn bij Lobith (fig. 3.3). In 2018 werden de hoogste waterstanden in januari gemeten, in 2019 later in de winter omstreeks maart. De waterstand in de winter van 2018 was aanzienlijk hoger (max 13,3 m NAP overstromingsvlakte Oude Waal en max 12,0 m NAP plas Bommel) dan in 2019 (max 10,5 m NAP Oude Waal, max 10,7 m NAP Bommel). Beide locaties zijn tijdens deze winter hoog waters overstroomd waarna de waterstand vervolgens weer is gaan dalen.

In de overstromingsvlakte daalt de waterstand over de zomerperiode hierbij zowel in 2018 als 2019 sneller dan in de uiterwaardplas (fig. 3.4). In de overstromingsvlakte valt de logger eind augustus 2018 droog (bij ca. 8,6 m NAP), in 2019 al eind juni. In de overstromingsvlakte valt op dat de waterstand in 2018 na de hoogwater periode scherp daalt vanaf medio januari, de overstroomde vlakte loopt weer snel leeg. Vanaf half februari stabiliseert het waterpeil echter tot en met begin april, daarna daalt de waterstand verder. In 2019 is dit waterstandsverloop niet zichtbaar. Vanaf de hoog water piek in maart daalt de waterstand continue. De periode van stabilisatie van een hoger peil na hoog water is niet zichtbaar in 2019. Dit is vermoedelijk het resultaat van het sluisbeheer van de waterinlaat in de zomerdijk rondom de Oude Waal. In 2018 is het winter hoog water van januari in de Oude Waal succesvol vastgehouden door de inlaatstuw in de zomerdijk tijdig dicht te zetten, terwijl dit in 2019 niet het geval was.

In de plas bij Bommel is er geen sprake van droogval van de logger, hier daalt de waterstand geleidelijk tot medio november 2018, waarna de waterstand weer stijgt. Ook in 2019 daalt de waterstand tot en met het laatste moment van de metingen (medio september 2019).

### Waterstanden onderzoekslocaties Loevestein – Zuilichem

Het verloop van de waterstanden op de onderzoekslocaties in de overstromingsvlakte Loevestein en de geïsoleerde uiterwaardplas Zuilichem staan weergegeven in fig. 3.5. In zowel Loevestein als Zuilichem is in de winters van 2017 - 2018 en van 2018 - 2019 sprake van periodes van met hogere waterstanden. De waterstand in de winter 2017 - 2018 is daarbij aanzienlijk hoger dan in de winter 2018 - 2019, alleen in de winter van 2017 - 2018 is sprake van een grote overstrooming waarbij zowel de overstromingsvlakte (waterstand tot

max. 4,0 m NAP) als de uiterwaardplas volledig overstroomt (waterstand tot max. 5,0 m NAP). In de winter van 2018 – 2019 was deze overstrooming veel minder hevig, de uiterwaardplas Zuilichem raakt hierbij zelfs helemaal niet overstroomd (de waterstand stijgt wel door kweldruk vanuit de rivier).

Na de periode van hoogwater is in 2018 de waterstand in de overstromingsvlakte opvallend stabiel tussen half februari - begin juni, daarna daalt de waterstand snel. In 2019 is deze stabiele waterstand niet aanwezig en fluctueert de waterstand de hele winter en voorjaar. In beide jaren is de waterstand begin augustus laag en vallen grote delen van de overstromingsvlakte droog.

De waterstand in de uiterwaardplas Zuilichem daalt zowel in 2018 en 2019 geleidelijk vanaf de piek van de hoogwater stand in de winter over het voorjaar en de zomer. Het verloop van de waterstand van de uiterwaardplas Zuilichem is vrijwel hetzelfde als van de uiterwaardplas Bommel (fig. 3.4.).

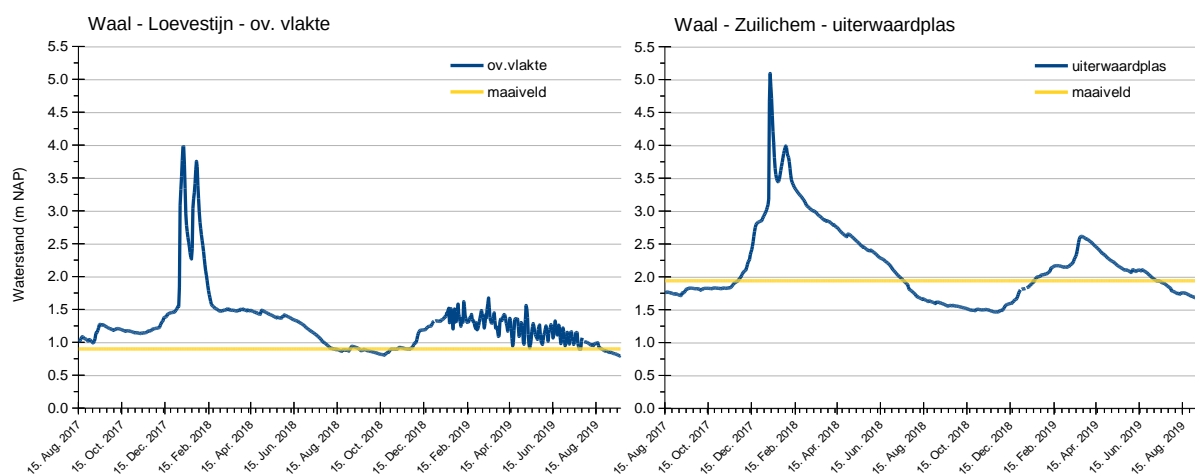


Fig. 3.5. Verloop van de waterstanden in de overstromingsvlakte Loevestein (links) en de geïsoleerde uiterwaardplas Zuilichem (rechts) langs de Waal.

### 3.3 Watertemperaturen

#### Watertemperaturen onderzoekslocaties Zwarte Water

Het verloop van de watertemperatuur in de meetperiode in de beheerde overstromingsvlakte en overstromingsvlakte is vrijwel gelijk (fig. 3.6). De maximale watertemperatuur in de zomer wordt in de overstromingsvlakte echter ca. twee graden hoger (max 28,6 °C - 2019) ten opzichte van de beheerde overstromingsvlakte (max 25,6 °C - 2019).

Uit de rivier Zwarte Water zijn alleen watertemperatuur gegevens beschikbaar vanaf het najaar 2018. In de periode najaar 2018 – najaar 2019 is de maximum watertemperatuur in de zomer in het Zwarte Water meerdere graden lager ten opzichte van beide overstromingsvlakten (fig. 3.6). Ten opzichte van de aangrenzende beheerde overstromingsvlakte is het verschil in hoogste gemeten zomertemperatuur in 2019 ca. 4 °C (max. 21,5 °C in de rivier Zwarte Water versus max. 25,6 °C in de beheerde overstromingsvlakte) en ca. 7 °C ten opzichte van de overstromingsvlakte (wederom max. 21,5 °C in de rivier Zwarte Water versus max. 28,6 °C in de beheerde overstromingsvlakte). De minimale watertemperatuur verschilt nauwelijks tussen locaties en daalt in de winter tot ca. 0 °C (fig. 3.6).

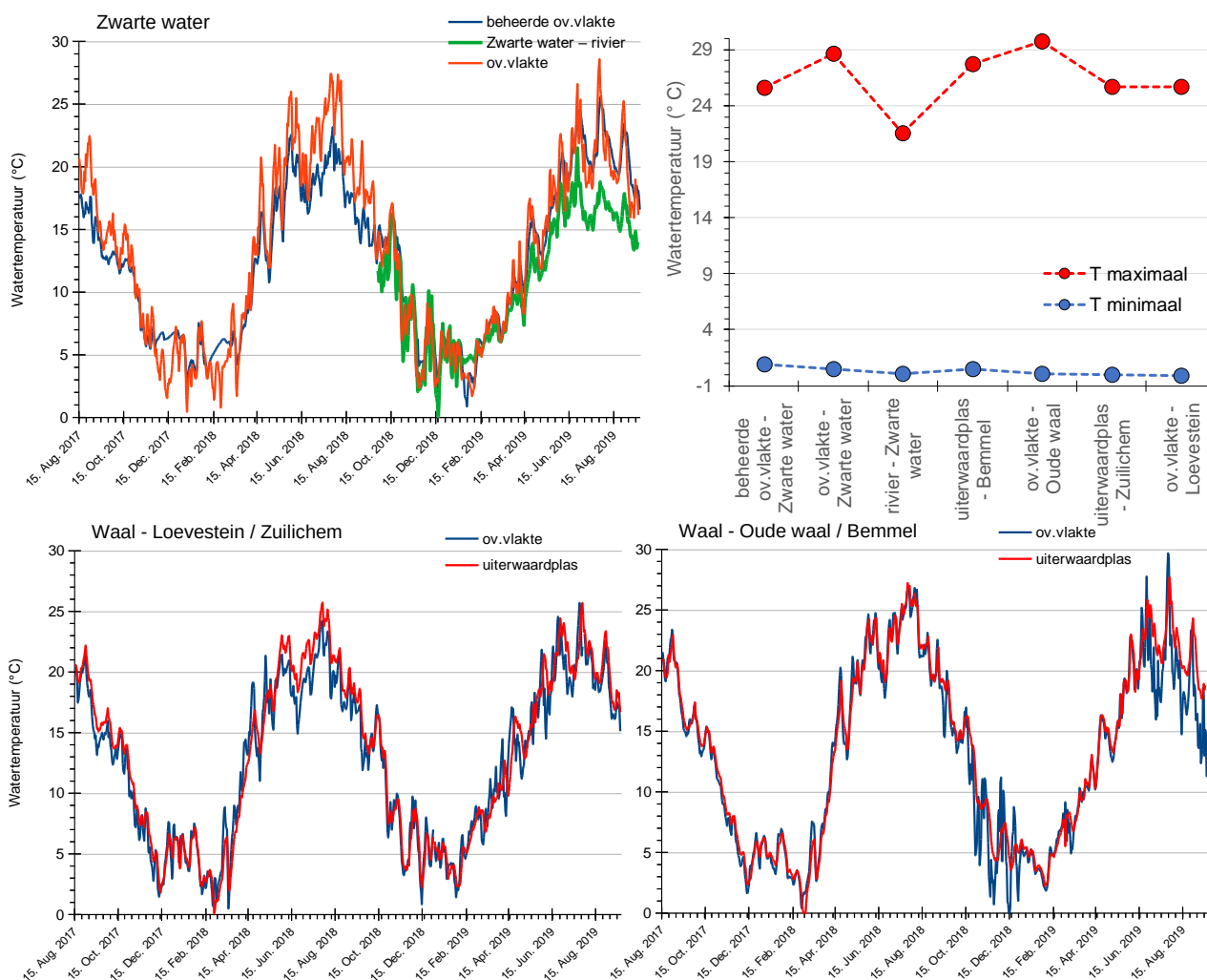


Fig. 3.6. Verloop van watertemperatuur in de onderzochte periode in de (beheerde) overstromingsvlakte(n) in het Zwarte Water (inclusief het meetpunt in de rivier Zwarte Water, linksboven) en de overstromingsvlakten en uiterwaardplassen in de Waal (onder). Tevens is de minimale en maximale watertemperatuur (periode aug 2017 – sept 2019) van alle onderzochte overstromingsvlakten en uiterwaardplassen weergegeven (rechtsboven, inclusief de rivier Zwarte Water, alleen data vanaf najaar 2018).

*Watertemperaturen onderzoekslocaties Waal*

Net als in het Zwarte Water is het verloop van de watertemperatuur in de meetperiode tussen de onderzochte overstromingsvlakten en geïsoleerde uiterwaardplassen in de Waal vrijwel gelijk (fig. 3.6).

De watertemperatuur in de overstromingsvlakte Oude Waal bereikt in de zomer echter hogere waarden dan in de uiterwaardplas Bommel (fig. 3.6), waarbij de maximumtemperatuur in de Oude Waal ca. twee °C hoger is (max. 29,7 °C - 2019) dan in de uiterwaardplas Bommel (max 27,7 °C - 2019).

De watertemperatuur in de zomer tussen de overstromingsvlakte Loevestein en de uiterwaardplas Zuilichem verschilt weinig (fig. 3.6). In de zomer van 2018 wordt in de uiterwaardplas een ca. 1,5 °C hogere maximale watertemperatuur gemeten (max. 25,7 °C – 2018) dan in de overstromingsvlakte max. 24,2 °C – 2018). In de zomer van 2019 is er echter geen verschil tussen maximale zomer watertemperaturen tussen beide locaties.

Ook voor de locaties in de Waal verschilt de minimale watertemperatuur nauwelijks tussen locaties en daalt in de winter tot ca. 0 °C (fig. 3.6).

## 4 Visgemeenschappen in de overstromingsvlakten

### 4.1 Totale visgemeenschap & soortenrijkdom

#### *Totaal aantal soorten*

Gedurende het onderzoek zijn in de periode 2017 – 2019 in totaal 29 vissoorten en 35.977 individuen op de onderzoekslocaties aangetroffen (fig. 4.1). Het aantal inheemse soorten (n=23) was aanzienlijk hoger dan het aantal exotische vissen (n=6). Vetje, bittervoorn en ruisvoorn domineerde de vangsten, gevolgd door marmergrondel, baars en brasem. Onder de aangetroffen vissoorten bevonden zich ook beschermde soorten zoals grote modderkruiper en kwabaal en de kwetsbare soorten alver, kroeskarper, serpeling en sneep (Rode lijst, Spikmans & Kranenbarg, 2016).

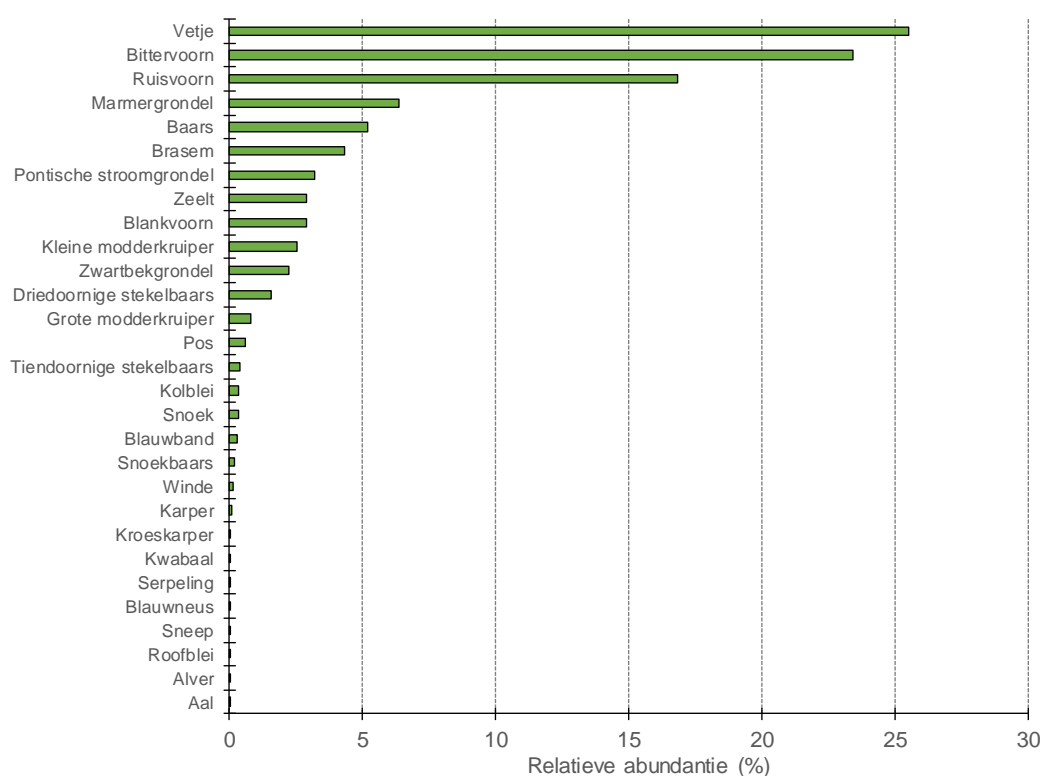


Fig. 4.1. Totale relatieve abundantie van vissoorten in de periode 2017 – 2019. Relatieve abundantie is het totale aantal individuen van een soort uitgedrukt als percentage ten opzichte van alle gevangen vissen (alle locaties en meetrondes, electro- en zegendata gesommeerd).

#### *Soortenrijkdom en –abundantie in de locaties*

Vier van de zes onderzoekslocaties hadden een hoge totale soortenrijkdom (19 soorten, uiterwaardplas Bommel, overstromingsvlakten Oude Waal, Loevestein en Zwarte Water, fig. 4.2). De uiterwaardplas bij Zuilichem (7 soorten) en de beheerde overstromingsvlakte in het Zwarte Water (11 soorten) hadden een lagere soortenrijkdom.

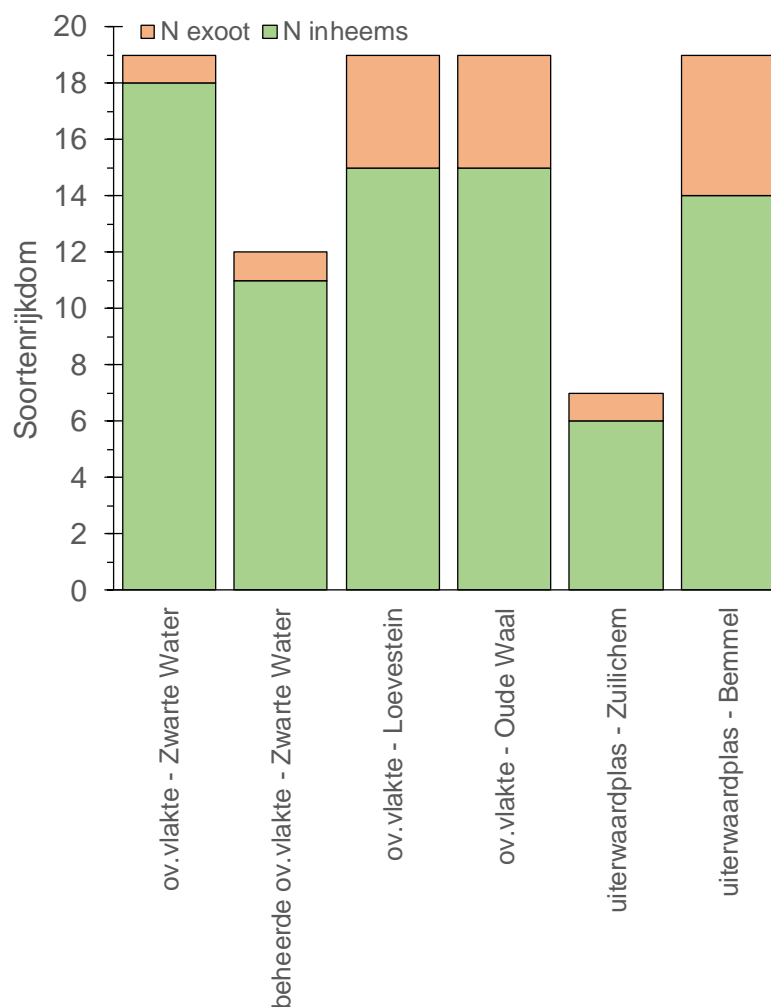


Fig. 4.2. Totale soortenrijkdom (inheemse vissen, exoten) van de zes locaties in de periode 2017 – 2019 (alle meetrondes, electro- en zegendata gesommeerd).

In twee van de drie onderzoekslocaties was de soortenrijkdom in de overstromingsvlakte hoger dan in het nabijgelegen referentiewater (Zwarte Water: 18 versus 11 soorten, Waal – Loevestein: 15 versus 6 soorten). De soortenrijkdom van de overstromingsvlakte Oude Waal en uiterwaardplas Bemmel was vrijwel gelijk (15 versus 14 soorten).

In de uiterwaardplassen Zuilichem en Bemmel werd relatief veel bittervoorn en baars aangetroffen (fig. 4.3), de uiterwaardplas Bemmel kenmerkte zich daarnaast door hoge aantallen Pontische stroomgrondel en marmergrondel, de uiterwaardplas Zuilichem door zeelt en vetje. In de uiterwaardplas Zuilichem zijn geen electrobemonsteringen uitgevoerd, mogelijk is de soortenrijkdom (n=7) hierdoor onderschat.

De overstromingsvlakten Loevestein en Zwarte Water lieten beide hoge aantallen vetje en ruisvoorn zien. In het Zwarte Water werd daarnaast veel marmergrondel en bittervoorn aangetroffen, in Loevestein veel baars. De overstromingsvlakte Oude Waal kenmerkte zich door een hoge abundantie van vetje, bittervoorn en ruisvoorn.

De beheerde overstromingsvlakte Zwarte Water had de hoogste abundantie van grote modderkruiper. Hierbij dient meteen opgemerkt te worden dat op deze laatste locatie alleen electrovisserij is uitgevoerd waardoor de vangefficiëntie van grote modderkruiper ten opzichte van andere soorten hoger is.

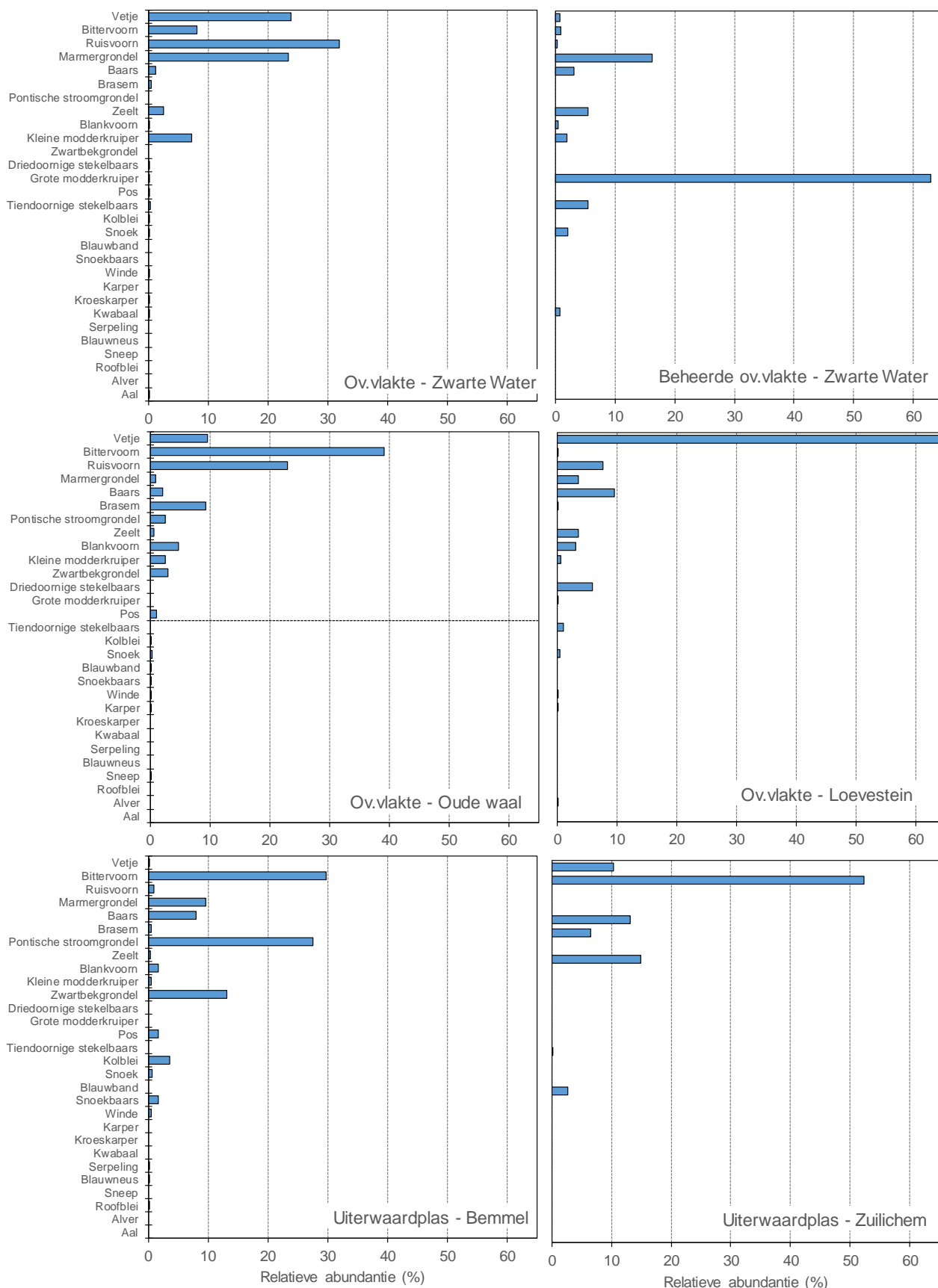


Fig. 4.3. Relatieve abundantie van vissoorten op de zes onderzoekslocaties in de periode 2017 – 2019. Relatieve abundantie is het totale aantal individuen van een soort ten opzichte van alle gevangen vissen op een locatie (alle meetrondes, electro- en zegendata gesommeerd).

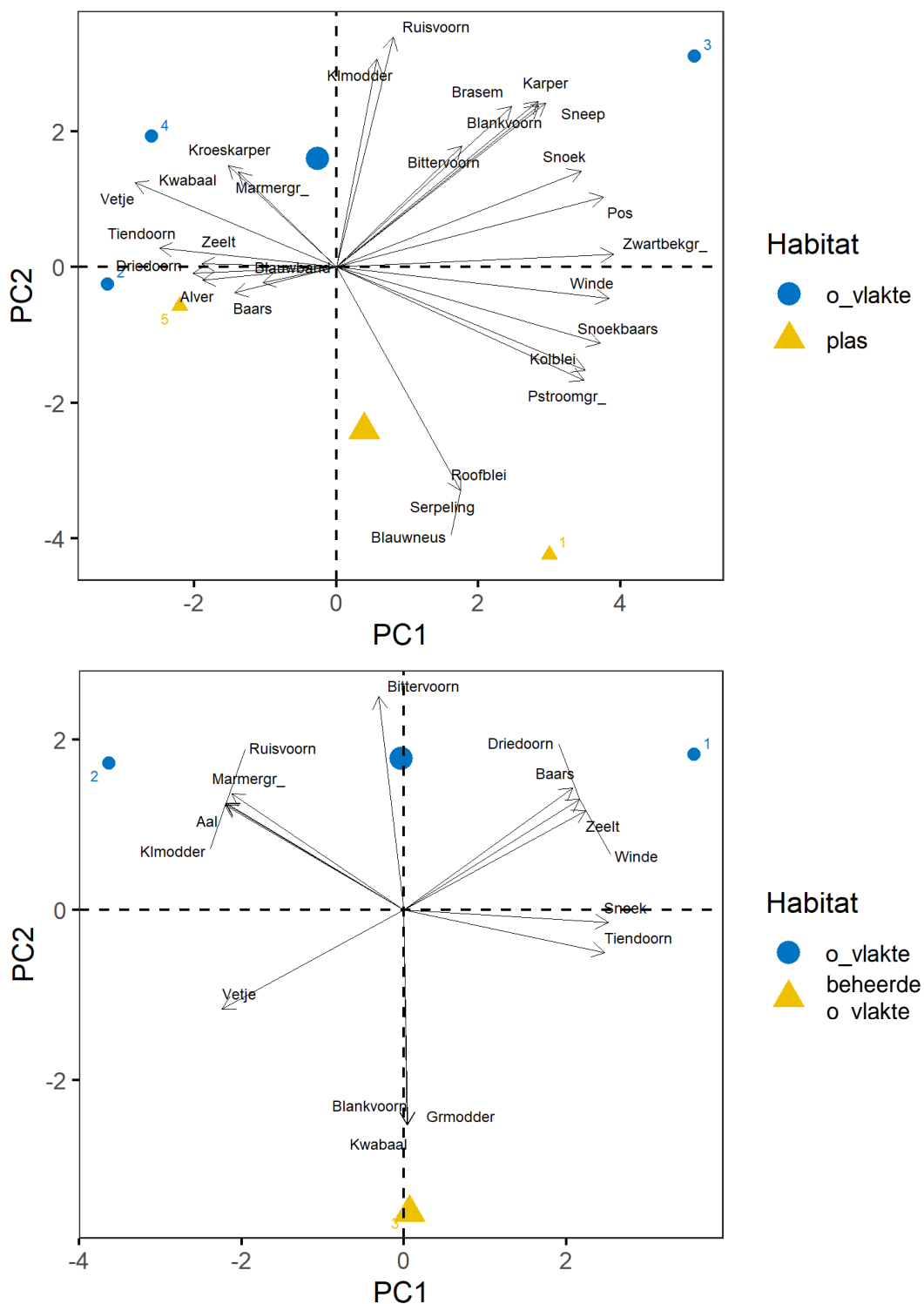


Fig. 4.4. PCA-ordinatie van vissen (gemiddelde dichtheden 2017 – 2019) in overstromingsvlakten, uiterwaardplassen en de beheerde overstromingsvlakte Zwarte Water. De bovenste figuur geeft zegendata weer, de onderste electrodata. Nummers geven de afzonderlijke locaties weer (boven: 1=Bemmel, 2=Loevestein, 3=Oude Waal, 4=Zwarte Water, 5=Zuilichem; onder: 1=Loevestein, 2=Zwarte Water), het grote symbool geeft de gemiddelde ordinatie weer van overstromingsvlakte (boven en onder) en uiterwaardplas (boven). De beheerde overstromingsvlakte Zwarte Water betref één locatie (onder).

### *Kenmerkende soorten van de habitattypen*

Met behulp van Principale Componenten Analyse (PCA) is de samenstelling van de visgemeenschap inzichtelijk gemaakt voor de habitattypen overstromingsvlakte en uiterwaardplas (op basis van zegendata) en voor de habitattypen overstromingsvlakte en beheerde overstromingsvlakte (fig. 4.4).

Ruisvoorn, kleine modderkruiper, blankvoorn, brasem, vetje en bittervoorn zijn frequent waargenomen soorten die geassocieerd zijn met overstromingsvlakten, baars en Pontische stroomgrondel zijn daarbij geassocieerd met uiterwaardplassen (zegendata, fig. 4.4). De beheerde overstromingsvlakten wordt vooral geassocieerd met het voorkomen van grote modderkruiper en kwabaal (electrodata, fig. 4.4).

## 4.2 Visdichtheden in de habitattypes

### *Totale gemiddelde dichtheid*

De onderzoekslocaties zijn enerzijds met zegenvisserij bemonsterd en anderzijds met electrovisserij. Beide methoden geven een beeld van visdichtheden in ondiep water. Zegenvisserij is representatief voor wateren met glooiende, niet tot nauwelijks begroeide bodems zonder driedimensionaal complexe substraten (stenen, hout). Electrovisserij is representatief voor wateren met driedimensionaal complexe bodems zoals dichte plantengroei, takken, hout of (stort)stenen.

De gemiddelde inheemse visdichtheid in overstromingsvlakten (Zwarte Water, Loevestein, Oude Waal) blijkt op basis van zegenvisserij significant hoger te zijn (*ANOVA*;  $df=1$ ;  $F=3,60$ ,  $P=0,048$ ) dan in geïsoleerde uiterwaardplassen (Zuilichem, Bemmelse, fig. 4.5). Voor exotische vissen is er geen significant verschil in visdichtheden (*ANOVA*;  $df=1$ ;  $F<0,01$ ;  $P=0,958$ ). Alle overstromingsvlakten kenmerkten zich door hoge dichtheden inheemse vissen.

Ook de uiterwaardplas Zuilichem liet echter hoge visdichtheden zien terwijl de uiterwaardplas Bemmelse daarentegen zeer lage dichtheden had. Hoewel er een significant verschil is in dichtheden tussen overstromingsvlakten en uiterwaardplassen, is er dus ook sprake van grote variatie tussen uiterwaardplassen. De beheerde overstromingsvlakte Zwarte Water is niet met een zegen bemonsterd.

Op basis van electrovisserij zijn de visdichtdichtheden zowel in de beheerde overstromingsvlakte en de overstromingsvlakte in het Zwarte Water als in de overstromingsvlakte Loevestein vergelijkbaar (fig. 4.5). Er is geen significant verschil tussen visdichtheden in de twee bemonsterde overstromingsvlakten en de beheerde overstromingsvlakte (*ANOVA*;  $df=1$ ;  $F<0,01$ ;  $P=0,933$ ). Dichtheden exotische vissen zijn wel significant lager in de beheerde overstromingsvlakte in vergelijking met de twee overstromingsvlakten (*ANOVA*;  $df=1$ ;  $F=18,01$ ;  $P<0,001$ ).

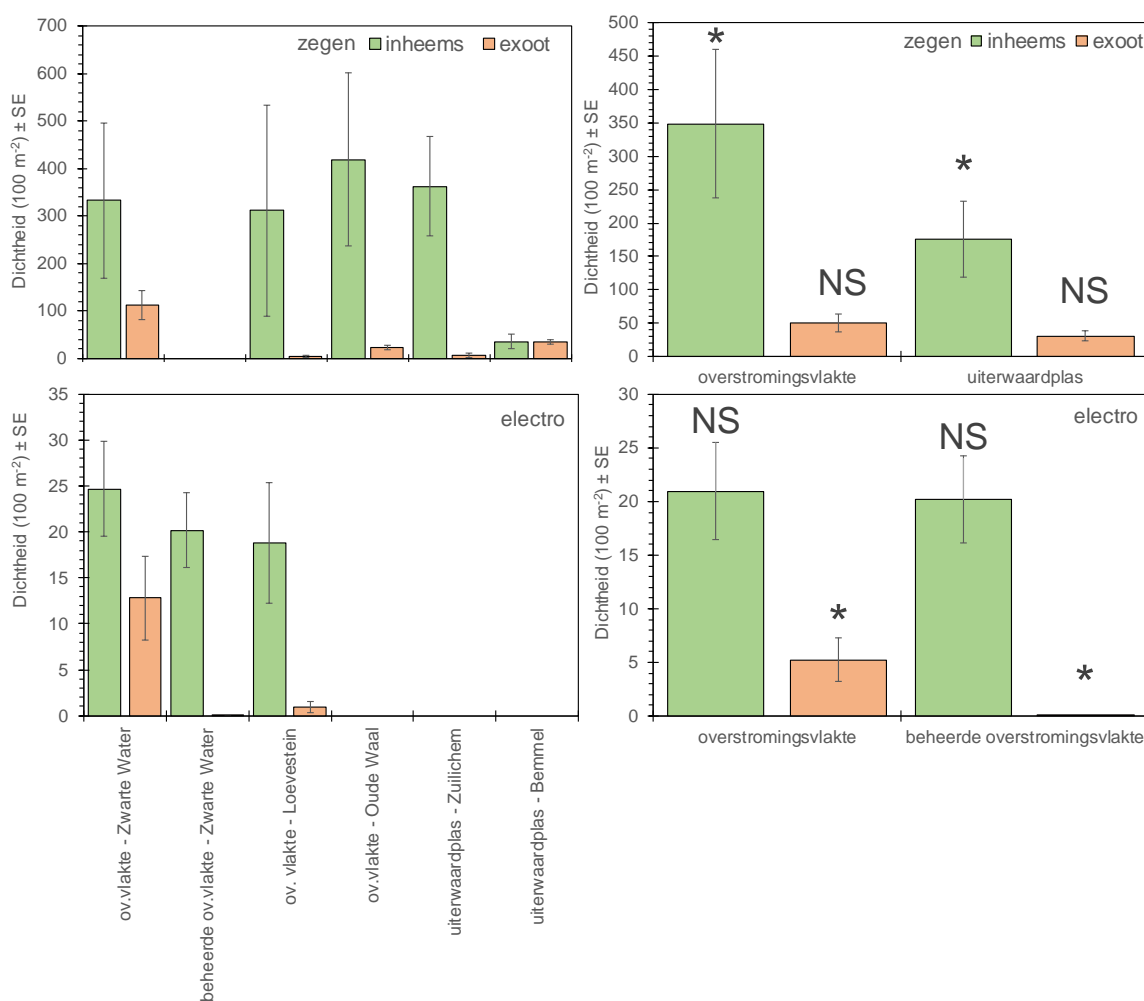


Fig. 4.5. Gemiddelde visdichtheden per onderzoekslocaties voor de periode 2017 – 2019 (alle meetrondes) voor zegenvisserij (linksboven) en electrovisserij (linksonder). Daarnaast is de totale gemiddelde visdichtheid weergegeven voor overstromingsvlakten ( $n=4$ ) en uiterwaardplassen ( $n=2$ , zegenvisserij, rechtsboven) en overstromingsvlakten ( $n=2$ ) en beheerde overstromingsvlake ( $n=1$ , electrovisserij, rechtsonder). Er is onderscheid gemaakt tussen inheemse en exotische vissen. \*: significant verschil ( $P < 0.050$ ), NS: niet significant verschillend ( $P \geq 0.050$ ).

#### Verloop visdichtheden over de periode 2017 - 2019

Gedurende het onderzoek zijn voor zegenvisserij zes meetrondes uitgevoerd in de zomer en najaar van 2017, 2018 en 2019. Voor electrovisserij zijn in dezelfde periode vijf meetrondes uitgevoerd, in de zomer 2017 is geen electrovisserij uitgevoerd. Het verloop van visdichtheden tussen de meetrondes over de meetperiode is weergegeven in fig. 4.6.

Over het algemeen is de visdichtheid voor elke locatie in de zomer hoger dan in het najaar, dit valt samen met de voortplantingspiek. Juveniele vissen bereiken de hoogste dichtheid omstreeks de zomer waarna de dichtheid afneemt in de nazomer en het najaar (door emigratie en sterfte).

In de zegendata is zichtbaar dat de zomerdichtheid in 2018 aanzienlijk hoger was dan in de zomer van 2019, dit geldt voor alle locaties, behalve de uiterwaardplas in Bemmeloort waar dichtheden stabiel zijn gedurende het onderzoek. Daarnaast liet de overstromingsvlake Loevestein een hoge dichtheidspiek zien in de zomer van 2017, alle andere meetrondes waren visdichtheden juist laag.

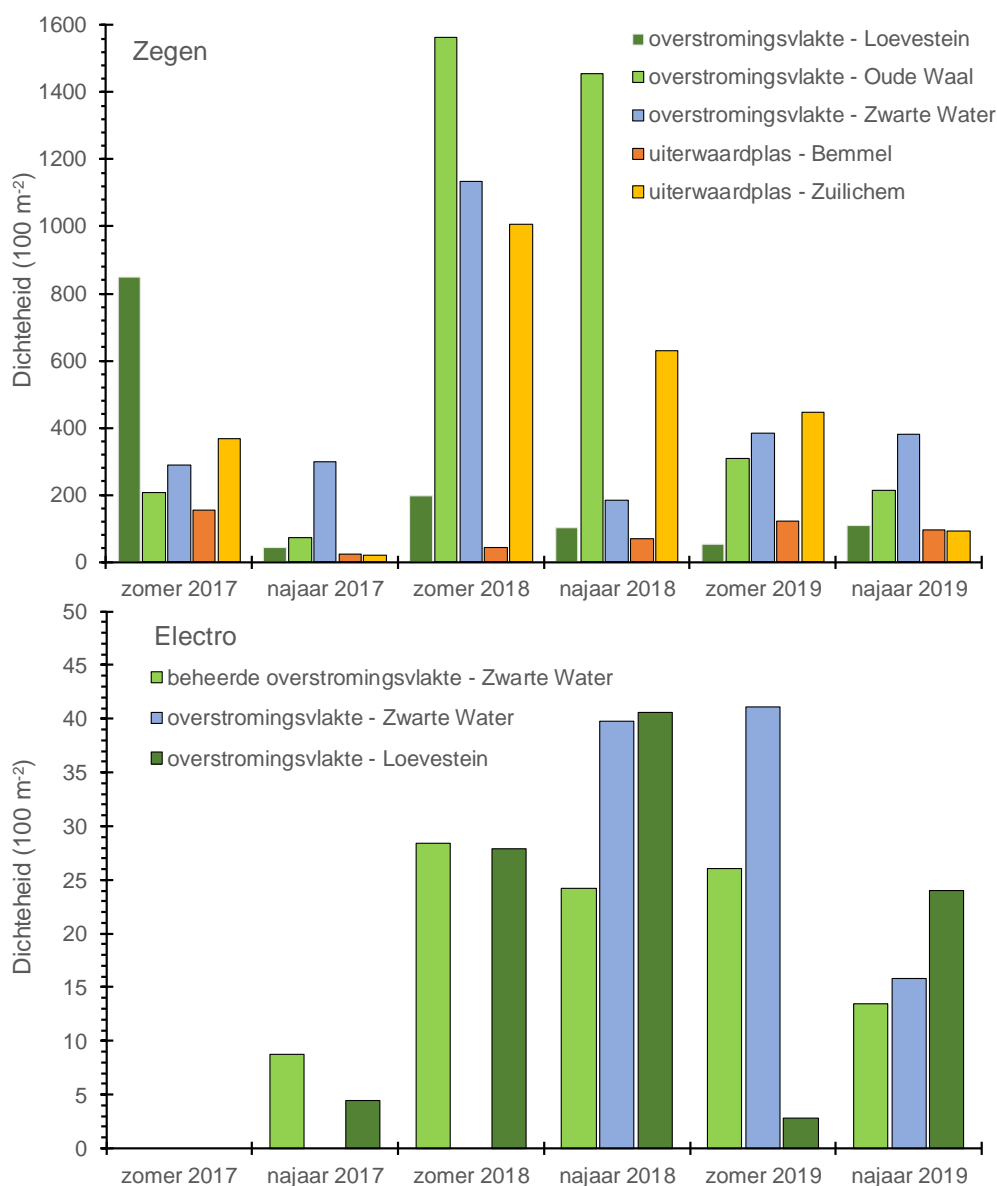


Fig. 4.6. Gemiddelde visdichtheden per meetronde van de zes onderzoekslocaties voor de periode 2017 – 2019 voor zegenvisserij (boven) en electrovisserij (onder).

Het verschil in dichtheden tussen meetrondes is het sterkst voor de overstromingsvlakten Oude Waal en Zwarte Water waar zomerdichtheden in 2018 > 1000 exemplaren 100 m<sup>-2</sup> bedroegen terwijl in 2019 dichtheden tussen 300 en 400 exemplaren 100 m<sup>-2</sup> werden aangetroffen.

Alleen de overstromingsvlakte Loevestein en de beheerde overstromingsvlakte in het Zwarte Water zijn met electro-apparatuur gedurende alle meetrondes bemonsterd. In Loevestein is de dichtheidspiek het hoogst in het najaar van zowel 2018 als 2019. Voor de beheerde overstromingsvlakte in het Zwarte Water zijn de dichtheden in de zomer en najaar 2018 en zomer 2019 hoog en vergelijkbaar. In het najaar 2017 en najaar 2019 worden lage dichtheden in de beheerde overstromingsvlakte aangetroffen. Bijzonder is dat het grootste deel van de visdichtheden van deze locatie uit grote modderkruiper bestaat.

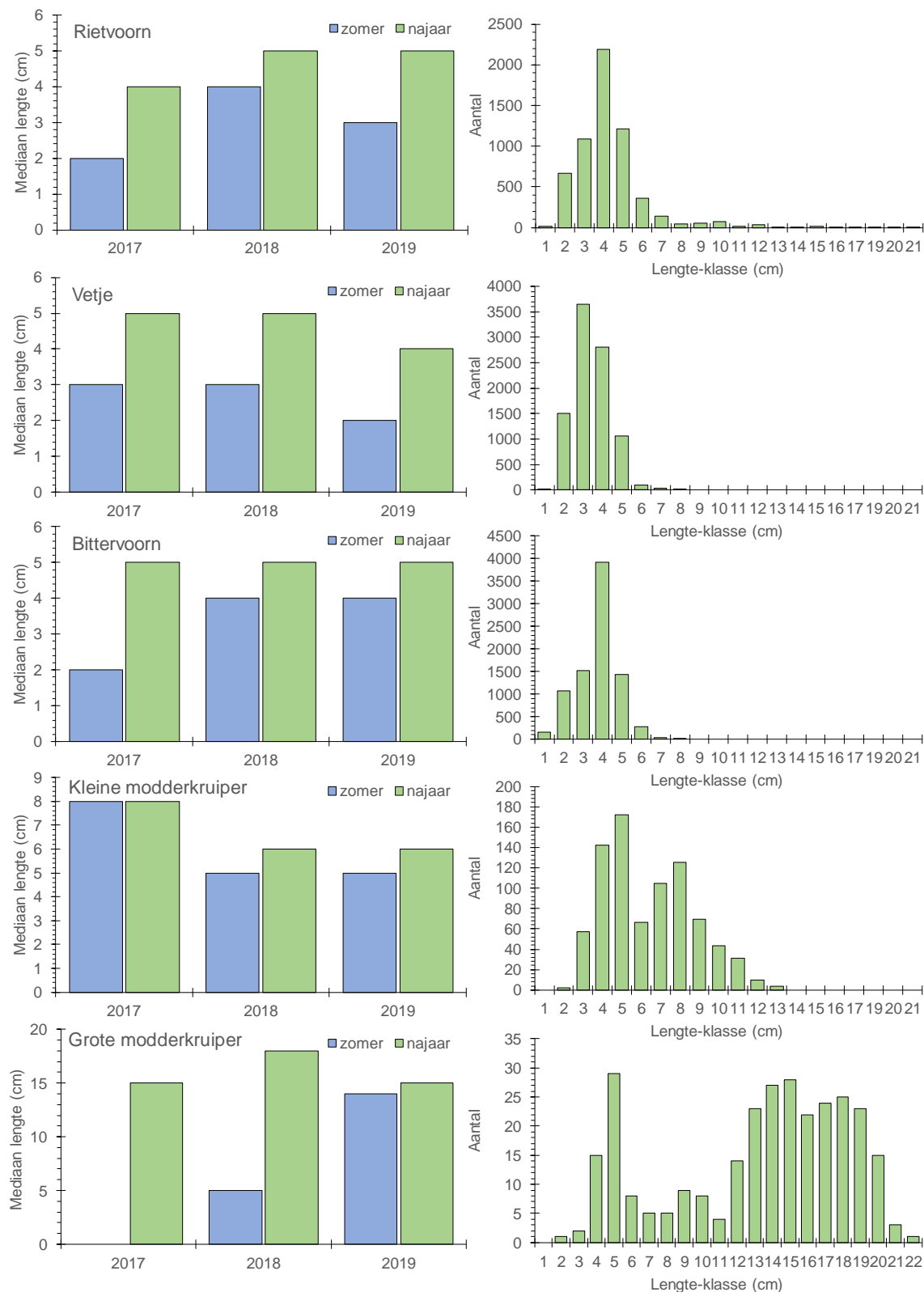


Fig. 4.7. Meest voorkomende mediaan lengte-klasse in zomer en najaar 2017, 2018 en 2019 (links) en totale lengte-frequentie verdeling (rechts) van rietvoorn, vetje, bittervoorn en kleine en grote modderkruiper voor modderkruiper. Voor grote modderkruiper is geen lengte-frequentie data van de zomer 2017 beschikbaar.

### *Opgroeifunctie en lengte-frequentie van vissen*

In dit onderzoek wordt verondersteld dat de onderzochte locaties een belangrijke opgroeifunctie hebben voor juveniele vis. Dit impliceert dat de dichtheden jonge vis hoog zijn in de zomer (na het uitkomen van de eieren) en dat vissen vervolgens sterk groeien gedurende de zomer waarbij dichtheden weer afnemen (door emigratie en predatie). In fig. 4.7 is deze opgroeifunctie van de onderzochte habitats goed zichtbaar voor rietvoorn, vetje en bittervoorn. Deze soorten kwamen abundant voor in overstromingsvlakten (fig. 4.3) en vertonen in alle drie de meetjaren een duidelijke groei variërend van 1 – 4 cm tussen de zomer en het najaar. De hoogste aantallen vissen betreffen voor deze soorten voornamelijk dieren in de kleinere grootte klassen (eerste jaars juvenielen – ‘o<sup>+</sup> vissen’).

Voor kleine modderkruiper is ook sprake van een opgroeifunctie tussen de zomer en het najaar in 2018 en 2019 (fig. 4.7). Tegelijkertijd is zichtbaar dat voor kleine modderkruiper ook veel grotere grootte klassen aanwezig zijn (adulte dieren, vanaf 8 cm). In 2017 was het aantal adulte dieren zowel in de zomer als het najaar dominant. De overstromingsvlakten herbergen naast een opgroeifunctie dus ook een belangrijke functie als leefgebied voor adulte dieren.

Ook voor grote modderkruiper is zowel de functie van overstromingsvlakten als opgroeigebied voor juvenielen zichtbaar alsmede de functie als leefgebied voor adulte dieren (fig. 4.7). Niet ieder jaar fungeert hier echter hetzelfde: in 2018 zijn in de zomer wel juveniele grote modderkruipers aangetroffen (grootteklasse ca. 5 cm) die in het najaar uitgegroeid zijn tot adulte dieren. In 2019 ontbrak echter de juveniele grootteklasse, voortplanting heeft zich waarschijnlijk niet succesvol voorgedaan en er zijn in 2019 alleen grote, adulte exemplaren aangetroffen (vanaf ca. 12 cm).

## 4.3 Vergelijking visgemeenschappen tussen rivier habitats

### *Visdichtheden in overstromingsvlakten versus andere rivier habitats*

In de periode 2009 – 2019 zijn er in de Rijntakken meerdere studies uitgevoerd waarbij op dezelfde wijze (zegenvisserij met een 25 m zegen) data van visgemeenschappen uit verschillende rivier habitats zijn verzameld. In 2009 is een groot aantal kribvakken, (neven)geulen en uiterwaardplassen bemonsterd (Dorenbosch *et al.*, 2011), inclusief de overstromingsvlakte Oude Waal (Kurstjens *et al.*, 2010). In de periode 2017 – 2019 zijn kribvakken, (neven)geulen, oevergeulen en uiterwaardplassen bemonsterd in het kader van RWS onderzoeken (onderzoeksprogramma’s River Care, Waal Samen – F. Collas, evaluatie geulen Rijntakken – T. Stoffers).

Hoewel de gegevens verspreid zijn over een lange onderzoeksperiode, geeft de gecombineerde dataset inzicht in de productiviteit van diverse rivier habitats (fig. 4.8). Behalve data verzameld met een 25 m zegen zijn er in de periode 2017 – 2019 ook data verzameld met een 75 m zegen (ook weergegeven in fig. 4.8).

Visdata van de 25 m zegen geven aan dat visdichtheden in zowel overstromingsvlakten als uiterwaardplassen tot de meest productieve rivier habitats behoren waarbij (extreem) hoge visdichtheden worden aangetroffen. De hoogste visdichtheden worden hierbij in overstromingsvlakten gevonden. Zowel overstromingsvlakten als uiterwaardplassen laten echter grote verschillen in dichtheden zien tussen locaties en jaren. In sommige jaren of locaties is er sprake van extreem hoge dichtheden terwijl in andere jaren of locaties er juist sprake is van extreem lage dichtheden. Vermoedelijk speelt het optreden van hoogwater hier een rol in, na een winter met (extreme) hoogwaterstanden zijn de visdichtheden in uiterwaardplassen en overstromingsvlakten hoger (zie §4.4).

Visdichtheden in beide habitats kunnen dus erg hoog zijn maar zijn tegelijkertijd ook sterk variabel in vergelijking met kribvakken en oever- of nevengeulen.

Ook visdata van de 75 m zegen laten zien dat strangen en uiterwaardplassen inclusief tenminste één overstromingsvlakte (Millingerwaard), vergelijkbare hoge visdichtheden als nevengeulen hebben en aanzienlijk hoger zijn dan visdichtheden in kribvakken.

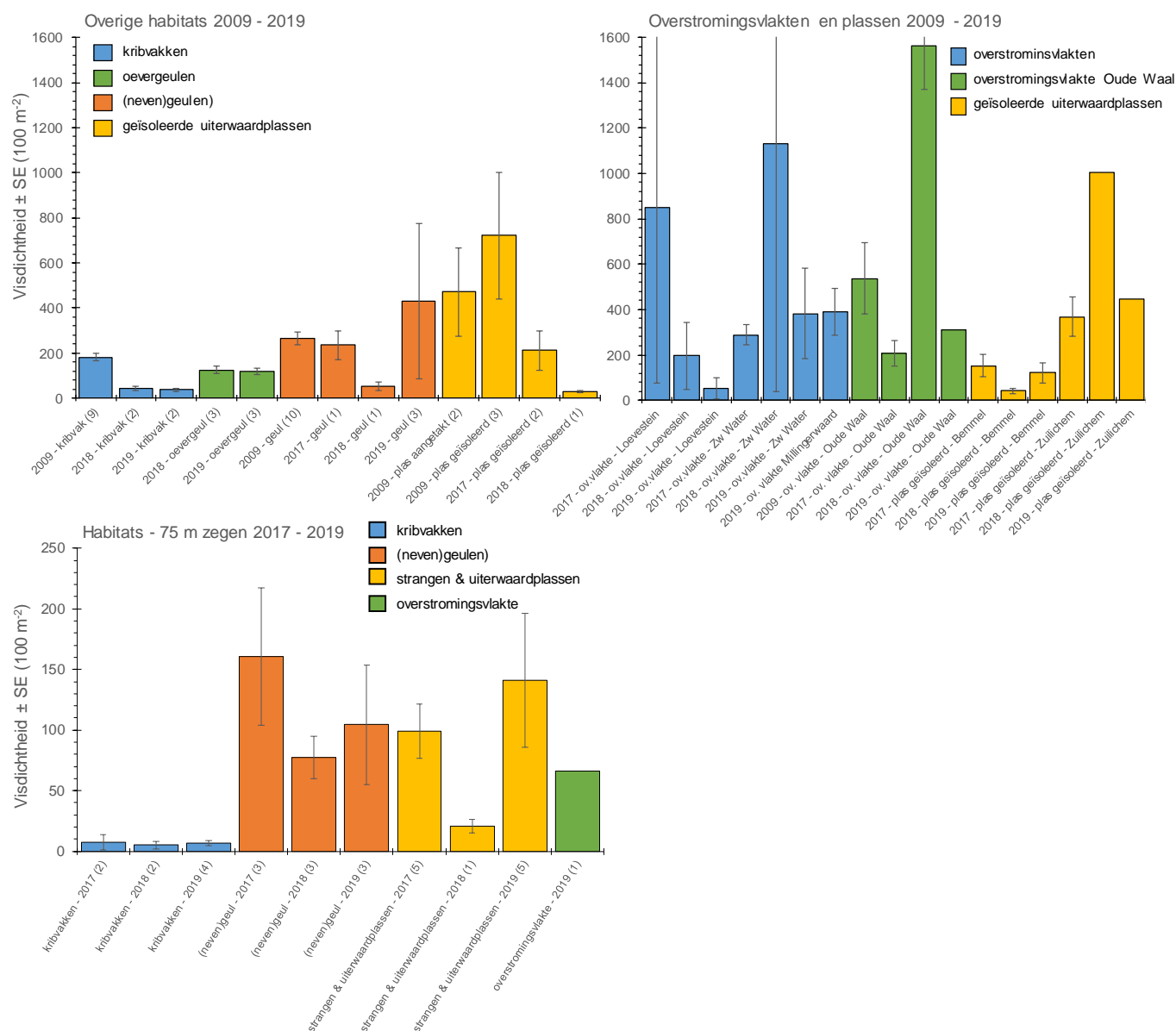
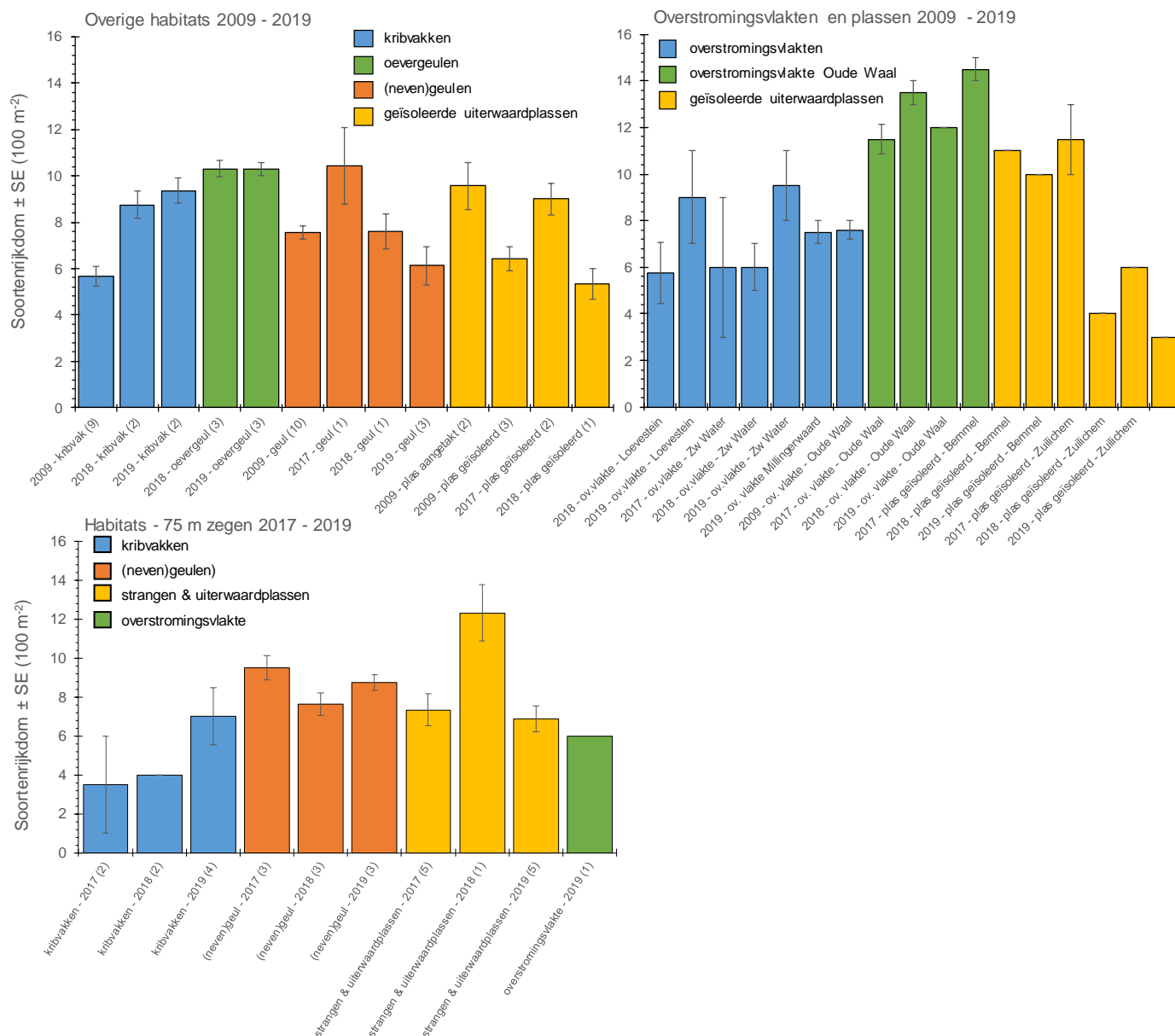


Fig. 4.8. Vergelijking tussen visdichtheden (verzameld met een 25 m zegen – boven, en een 75 m zegen - onder) in verschillende rivier habitats in de periode 2009 – 2019 (data uit meerdere onderzoeken). Linksboven staan kribvakken, oevergeulen (langsdammen nabij Tiel), (neven)geulen en uiterwaardplassen weergegeven (data uit meerdere studies 2009, 2017 – 2019), rechtsboven overstromingsvlakten en uiterwaardplassen uit deze studie (2018 – 2019), aangevuld met data uit de overstromingsvlakte Millingerwaard (2019) en Oude Waal (2009). Linksonder staan visdichtheden verzameld met een 75 m zegen uit kribvakken, (neven)geulen, strangen en uiterwaardplassen en een overstromingsvlakte (Millingerwaard). Data is afkomstig uit het OBN nevengeulen onderzoek (2009; Dorenbosch et al., 2011), data uit de Oude Waal (2009; Kurstjens et al., 2010), data uit het Langsdammen onderzoek van F. Collas /RWS (2018, 2019), data uit het uiterwaardplassen onderzoek van RWS (2017 – 2019) en uit de voorliggende studie (2017 – 2019). Tussen haakjes staat het aantal bemonsterde locaties per jaar weergegeven. Een aangetakte plas betreft een uiterwaardplas met groot oppervlak en diepte die aangetakt is aan de rivier.



**Fig. 4.9.** *Vergelijking tussen soortenrijkdom (verzameld met een 25 m zegen – boven en een 75 m zegen - onder) in verschillende rivier habitats in de periode 2009 – 2019 (data uit meerdere onderzoeken). Linksboven staan kribvakken, oevergeulen (langsdammen nabij Tiel), (neven)geulen en uiterwaardplassen weergegeven (data uit meerdere studies 2009, 2017 – 2019), rechtsboven overstromingsvlakten en uiterwaardplassen uit deze studie (2017 – 2019), aangevuld met data uit de overstromingsvlakten Millingerwaard (2019) en Oude Waal (2009). Linksonder staat de soortenrijkdom verzameld met een 75 m zegen uit kribvakken, (neven)geulen, strangen en uiterwaardplassen en een overstromingsvlakte (Millingerwaard). Data is afkomstig uit het OBN nevengeulen onderzoek (2009; Dorenbosch et al., 2011), data uit de Oude Waal (2009; Kurstjens et al., 2010), data uit het Langsdammen onderzoek van F. Collas /RWS (2018, 2019), data uit het uiterwaardplassen onderzoek van RWS (2017 – 2019) en uit de voorliggende studie (2017 – 2019). Tussen haakjes staat het aantal bemonsterde locaties per jaar weergegeven. Een aangetakte plas betreft een uiterwaardplas met groot oppervlak en diepte die aangetakt is aan de rivier.*

*Soortenrijkdom in overstromingsvlakten versus andere rivier habitats*

Op basis van soortenrijkdom (fig. 4.9) zijn de verschillen tussen de rivier habitats minder groot dan op basis van visdichtheden. In zowel oever- en nevengeulen, overstromingsvlakten en uiterwaardplassen worden regelmatig meer dan tien vissoorten aangetroffen (25 m zegen). Opvallend is dat sommige kribvakken, maar ook sommige overstromingsvlakten en uiterwaardplassen juist soms een lage soortenrijkdom laten zien. De overstromingsvlakten Oude Waal heeft de hoogste soortenrijkdom van alle rivier habitats waar data van beschikbaar is, tot meer dan 14 soorten per monstertraject in 2019. Op basis van de 75 m zegen zijn verschillen in soortenrijkdom tussen rivier habitats ook minder eenduidig, kribvakken lijken een lagere soortenrijkdom te hebben dan (neven)geulen, strangen en uiterwaardplassen en de overstromingsvlakte.

#### 4.4 Relaties tussen visdichtheden en waterstand

*Effect van hoogwater op totale visdichtheid*

In hoofdstuk 3 is beschreven dat de waterstanden in het seizoen 2018 en 2019 verschillend waren. Uit voorgaande paragrafen komen tevens verschillen in visdichtheden tussen meetjaren naar voren. Fig. 4.10 geeft inzicht in de relatie tussen overstromingsduur in 2018 en 2019 en de gemiddelde visdichtheid die in de zomer en najaar van het betreffende seizoen is waargenomen op de onderzochte locaties.

De visdichtheden (zegen- en electrodata) in de overstromingsvlakten Zwarte Water, Oude Waal en Loevestein en in de uiterwaardplas Zuilichem zijn het hoogst in het jaar dat de hoogwaterperiode in de voorgaande winter ook het hoogste is. Zowel de hoogwater duur als de visstand waren hierbij in 2018 aanzienlijk hoger dan in 2019. Alleen de beheerde overstromingsvlakte in het Zwarte Water (gedomineerd door grote modderkruiper) en de uiterwaardplas bij Bemmelen laten relatief stabiele visdichtheden zien, onafhankelijk van de hoogwater duur.

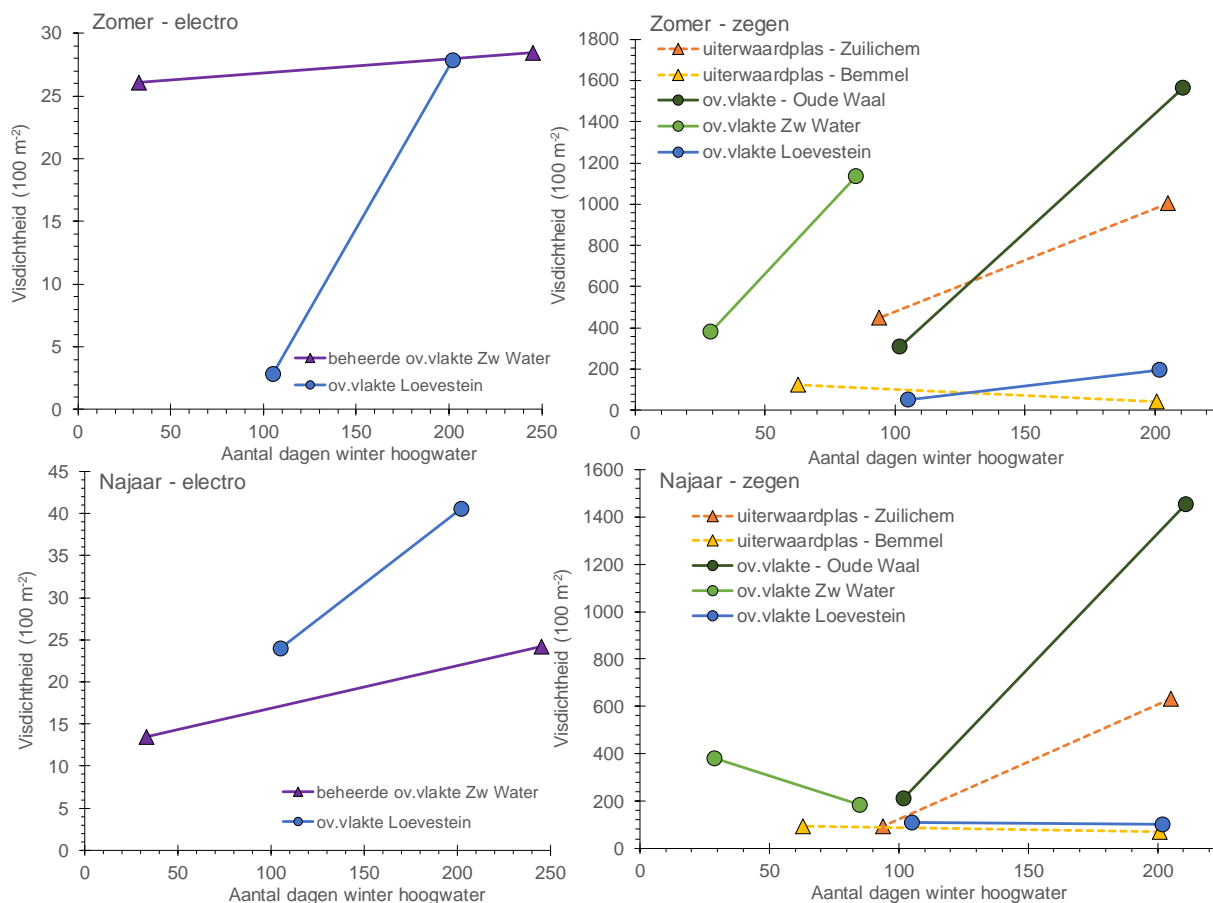


Fig. 4.10. Relatie tussen de gemiddelde visdichtheid en de duur van de hoog water periode in de voorafgaande winter/vroege voorjaar voor de seizoenen 2018 en 2019. Onderscheid is gemaakt tussen zomer (boven) en najaar periode (onder), en tussen zegen (rechts) - en electrodata (links), de locaties zijn afzonderlijk weergegeven. Hoog water is gedefinieerd als het aantal dagen (periode 1 oktober – 1 mei) dat de waterstand op de betreffende locatie boven de gemiddelde waterlijn stond (gemiddelde waterstand van juli 2017 – sept 2019).

### Effect van hoogwater op kwabaal en grote modderkruiper

In dit onderzoek zijn op enkele locaties twee zeldzame vissoorten aangetroffen: grote modderkruiper en kwabaal. Grote modderkruiper kwam in hogere aantallen voor in de beheerde overstromingsvlakte in het Zwarte Water en in lagere aantallen in de overstromingsvlakten Zwarte Water en Loevestein. Kwabaal is met enkele exemplaren aangetroffen in de beheerde overstromingsvlakte en overstromingsvlakte in het Zwarte Water. Ook voor deze soorten is een relatie tussen het voorkomen van de soort en de waterstand te leggen, dit is weergegeven in fig. 4.11 (kwabaal) en fig. 4.12 (grote modderkruiper).

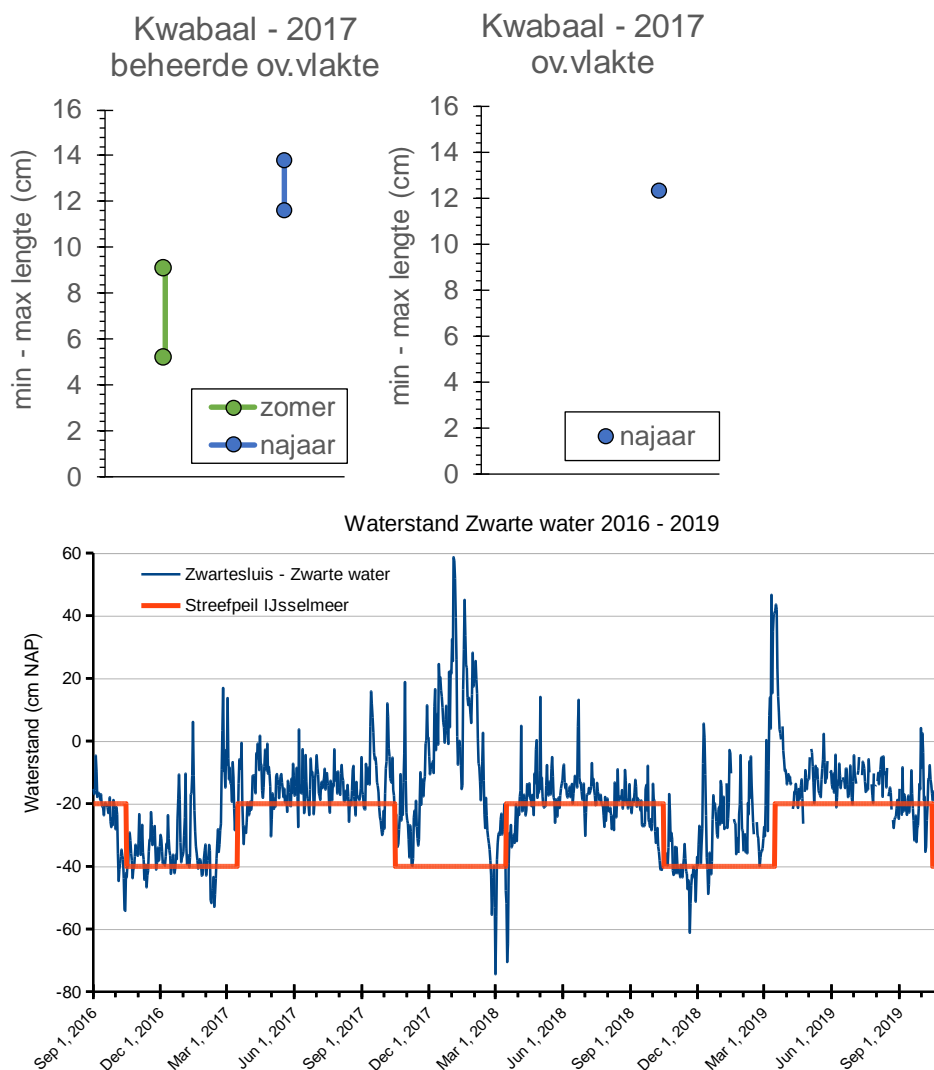


Fig. 4.11. Aangetroffen juveniele kwabalen in de zomer en het najaar van 2017 in de beheerde overstromingsvlakte (linksboven) en de overstromingsvlakte (rechtsboven) van het Zwarte Water. In het onderste paneel staat de waterstand in het Zwarte Water (meetpunt Zwartesluis) weergegeven voor de periode sept 2016 – nov 2019 (inclusief het streefpeil IJsselmeer – rood).

### Kwabaal

Kwabaal is in het eerste jaar van het onderzoek in 2017 met enkele exemplaren aangetroffen in het Zwarte Water. In de zomer ging het om enkele dieren (lengte ca. 7 cm) in de beheerde overstromingsvlakte, in het najaar zijn de dieren wederom aangetroffen in

de beheerde overstromingsvlakte en één exemplaar in de overstromingsvlakte (lengte van de dieren was daarbij toegenomen tot ca. 13 cm). In 2018 en 2019 zijn geen kwabalen meer aangetroffen.

Dit geeft aan dat er in 2017 voortplanting van kwabaal is geweest op relatief korte afstand van de onderzoekslocaties, en dat larven van kwabaal de beheerde overstromingsvlakte en overstromingsvlakte in het Zwarte Water hebben weten te bereiken.

Nadere inspectie van de waterstand van het Zwarte Water voor de periode sept 2016 – nov 2019 (fig. 4.11) laat zien dat er in 2017 omstreeks medio februari – medio maart, sprake was van een plotselinge (voorjaars)hoogwater piek die meerdere weken aanhield. Dit heeft zich niet in vergelijkbare mate voorgedaan in februari-maart van 2018 en 2019. In 2018 was er in deze periode geen hoog water, in 2019 begon het hoog water pas begin maart. Aangezien kwabaal een winter-paaier is en verspreiding van larven naar ondiepe oeverwateren omstreeks februari in het vroege voorjaar plaatsvindt, is het aantreffen van jonge kwabalen in 2017 mogelijk het gevolg van de vroege voorjaars hoogwater golf in dat jaar (vanaf medio februari). Tijdens deze hoge voorjaarswaterstand stonden grote delen van de uiterwaarden van het Zwarte Water onderwater en waren bereikbaar voor larven van kwabaal. In 2018 en 2019 was er weliswaar sprake van periodes van hoogwater, maar niet in de tweede helft van februari zoals zich in 2017 wel heeft voorgedaan.

#### *Grote modderkruiper*

Grote modderkruiper is aangetroffen in de overstromingsvlakten Loevestein en Zwarte Water (lage aantallen) en in de beheerde overstromingsvlakte in het Zwarte Water (hoge aantallen). Op alle drie de locaties zijn in de zomer van 2018 juveniele grote modderkruipers aangetroffen, hetgeen op succesvolle voortplanting duidt (fig. 4.12). In Loevestein zijn in 2019 daarentegen uitsluitend volwassen exemplaren aangetroffen, voortplanting was daarmee afwezig. Dit geldt ten dele ook de overstromingsvlakte en de beheerde overstromingsvlakte Zwarte Water, in de zomer 2019 zijn geen juveniele exemplaren aangetroffen.

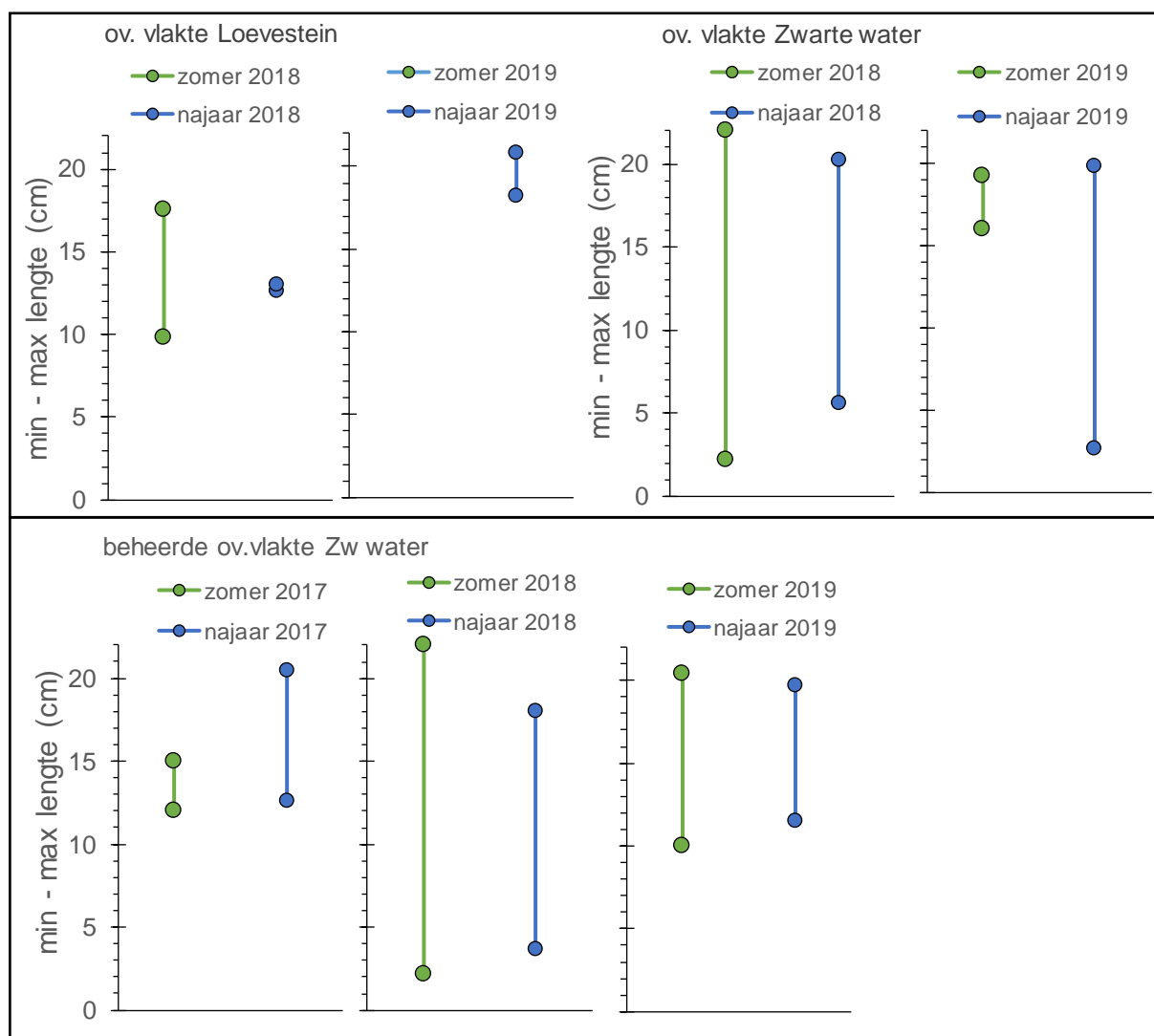


Fig. 4.12. Lengtebereik (min.-max. lengte) van grote modderkruiper in de overstromingsvlakten Loevestein en Zwarte Water en de beheerde overstromingsvlakte Zwarte Water voor de periode 2017 – 2019. Alleen in de beheerde overstromingsvlakte Zwarte Water is grote modderkruiper in 2017 aangetroffen.

In het najaar 2019 zijn in de overstromingsvlakte echter wel kleine exemplaren grote modderkruiper gevonden (2 cm, fig. 4.7, 4.12). Dit wijst op paai later in het seizoen.

De voortplanting die tot hogere aantallen juveniele dieren in 2018 op beide locaties in het Zwarte Water is aangetroffen valt samen met de hogere winterwaterstanden van 2017-2018 in vergelijking met 2018-2019. In de winter van 2016-2017 was de hoogwaterpiek ook beduidend lager en korter ten opzichte van 2017-2018 (fig. 4.11), hetgeen samenvalt met de afwezigheid van juveniele grote modderkruipers in de beheerde overstromingsvlakte. In de overstromingsvlakte van het Zwarte Water zijn in 2017 helemaal geen grote modderkruipers aangetroffen.

## 5 Discussie & conclusie

### 5.1 Visgemeenschap & productiviteit van overstromingsvlakten

*Wat is de kenmerkende visgemeenschap van overstromingsvlakten en hoe verhoudt de productiviteit zich tot andere rivier habitats?*

Dit onderzoek toont aan dat de visgemeenschap die in overstromingsvlakten en uiterwaardplassen wordt aangetroffen soortenrijk is, er werden in totaal 29 vissoorten waargenomen. In overstromingsvlakten werden daarbij tot 19 soorten per locatie aangetroffen. Het grootste deel van de aangetroffen soorten is inheems (n=26, 90% van het totaal aantal soorten). Onder de aangetroffen vissen bevinden zich soorten die minder abundant in uiterwaarden in het Nederlandse riviergebied voorkomen zoals bittervoorn en vetje (Dorenbosch et al., 2011) en (zeer) zeldzame soorten (grote modderkruiper, kroeskarper en kwabaal).

Vergeleken met nabijgelegen geïsoleerde uiterwaardplassen waren visdichtheden en soortenrijkdom van inheemse vissen in overstromingsvlakten hoger.

Ook in vergelijking met andere onderzoeken waar visdichtheden en soortenrijkdom van habitattypes in uiterwaarden in kaart zijn gebracht (Kurstjens et al., 2010, Dorenbosch et al., 2011, data uit het Langsdammen onderzoek van F. Collas /RWS 2018 - 2019, data uit het uiterwaardplassen onderzoek RWS 2017 – 2019), blijkt de visdichtheid en soortenrijkdom van overstromingsvlakten relatief hoog te zijn.

Overstromingsvlakten behoren daarmee tot de meest productieve rivier habitats in de Rijntakken (doorgaans hoger dan onderzochte kribvakken, oever- en nevengeulen, strangen en uiterwaardplassen).

Wel blijkt er een grote variatie in productiviteit van overstromingsvlakten te bestaan tussen locaties en jaren. Vooral de overstromingsvlakte Loevestein liet grote verschillen tussen jaren zien. De wateren in deze overstromingsvlakte zijn relatief ondiep waardoor er vermoedelijk snel zuurstofloosheid ontstaat en wateren snel opdrogen, de visproductiviteit van deze wateren gaat onder deze omstandigheden verloren. De productiviteit van de Oude Waal was daarentegen relatief constant, het vasthouden van water door de Waalse sluis dicht te zetten na hoogwater speelt hier vermoedelijk een rol. Overstromingsvlakten kenmerken zich dus door een hoge dynamiek in dichtheden en soortenrijkdom.

*Conclusie: uiterwaarden die relatief frequent overstroomd – overstromingsvlakten - zijn soortenrijk, herbergen hoge visdichtheden, bevatten voornamelijk inheemse soorten en behoren tot de meest productieve rivier habitats. De productiviteit van de wateren verschilt echter sterk tussen jaren en locaties terwijl maatregelen om water langer vast te houden zoals in de Oude Waal effect kunnen hebben op de visproductiviteit.*

*Limnofiele – plantenminnende soorten*

*Welke ecologische groep vissen maakt gebruik van overstromingsvlakten?*

In de overstromingsvlakten wordt de visgemeenschap gedomineerd door soorten die sterk geassocieerd zijn met waterplanten zoals bittervoorn, ruisvoorn en vetje (limnofiele – plantenminnende soorten) terwijl ook generalistische (eurytope) soorten zoals kleine modderkruiper, blankvoorn en brasem veel voorkomen.

De beheerde overstromingsvlakte in het Zwarte Water onderscheidde zich van de andere locaties vanwege de relatief hoge dichtheid grote modderkruipers (ook sterk geassocieerd met waterplanten).

In het onderzoek kwamen stromingsminnende vissen (rheofielen) nagenoeg niet voor. Zowel overstromingsvlakten als de referentiewateren hebben daarmee nauwelijks een waarde voor deze groep vissen.

*Conclusie: de visgemeenschap in overstromingsvlakten wordt gedomineerd door plantenminnende (limnofiele) soorten als bittervoorn, ruisvoorn, vetje en generalistische soorten als kleine modderkruiper, blankvoorn en brasem.*

## 5.2 Opgroeifunctie

*Fungeren overstromingsvlakten als opgroeigebied voor juveniele vissen?*

Er werd verwacht dat de dichtheden juveniele vis in de overstromingsvlakten hoog zouden zijn ten opzichte van referentiewateren. De dichtheden bittervoorn, ruisvoorn en vetje die in overstromingsvlakten zijn aangetroffen blijken grotendeels juveniele vissen te zijn. Dichtheden kunnen daarbij zeer hoog zijn zoals in de overstromingsvlakten Oude Waal en Zwarte Water (zomer 2018, waarbij 1100 - 1500 vissen 100 m<sup>-2</sup> werden aangetroffen). Er werd daarnaast tussen de zomer en najaar een duidelijk verschuiving in de lengte-frequentie waargenomen. In de zomer was er sprake van een hoge piek kleine (juveniele) vissen die verschoof naar grotere exemplaren in het najaar waarbij dichtheden weer afnamen.

Deze vissoorten gebruiken de locaties daarmee in ieder geval als opgroeigebied. Sommige soorten zoals grote en kleine modderkruiper kunnen hun hele levenscyclus in overstromingsvlakten volbrengen waarbij zowel juveniele als adulte exemplaren door elkaar worden aangetroffen.

*Conclusie: op basis van de aangetroffen dichtheden juveniele vis fungeren overstromingsvlakten als opgroeigebied voor soorten zoals bittervoorn, vetje en rietvoorn. Daarnaast zijn er soorten die overstromingsvlakten voor de hele levenscyclus gebruiken (kleine en grote modderkruiper).*

## 5.3 Sturende processen

*Variabele waterstanden*

*Hoe variëren waterstanden tussen locaties en wat is het effect op de visgemeenschap?*

De waterstand van de onderzoekslocaties varieerde sterk tussen locaties en tussen jaren. De waterstand in de overstromingsvlakten wordt daarbij het sterkst beïnvloedt door de rivier. Dit is het meest duidelijk in de volledig vrij-stromende vlakten in het Zwarte Water en bij Loevestein. In combinatie met het geringe verschil in bodemhoogte ten opzichte van de gemiddelde waterstand in de rivier ontstaan hier grote oppervlakten ondiep water (na hoogwater) die ook relatief weer snel opdrogen als de zomer vordert. In sommige jaren waarbij het water vroeg in de zomer verdwijnt (zoals in sommige meetjaren in Loevestein)

kan een deel van de visproductie verloren gaan hetgeen resulteert in lagere visdichtheden in dat betreffende jaar.

Variabele waterstanden bevorderen daarnaast de ontwikkeling van ondiepe moeraszones hetgeen samenvalt met de hoge dichtheden plantenminnende vissen zoals bittervoorn, vetje en rietvoorn.

De overstromingsvlakte Oude Waal onderscheidt zich van die van Loevestein en het Zwarte Water omdat het water in de Oude Waal langer kan worden vastgehouden. De schommelingen in waterstanden en het droogvallen van ondiepe zones treedt hier ook op, het gaat alleen langzamer in vergelijking met een vrij-afstromende overstromingsvlakte. In de Oude Waal werden dientengevolge in sommige jaren zeer hoge visdichtheden aangetroffen.

In de beheerde overstromingsvlakte Zwarte Water treedt in principe iets vergelijkbaars op. Hier is sprake van hoogwater dat relatief lang blijft staan gedurende de zomer vordert (het water wordt vastgehouden door een zomerdijk). In de beheerde overstromingsvlakte is echter nauwelijks sprake van glooiende oevers, buiten de bestaande sloten zijn er dus geen grote ondiepe oevers die geleidelijk droogvallen.

De uiterwaardplassen Zuilichem en Bemmelse overstromen ook met hoogwater, de waterstand zakt echter geleidelijk uit, snelle dalingen van de waterstand en het droogvallen van grote arealen ondiep water zoals in overstromingsvlakten worden hier niet waargenomen. Beide plassen worden gekenmerkt door een relatief steile oever, het ontbreken van grote ondiepe glooiende zones beperkt het areaal moeraszone. Het ontbreken van grotere oppervlakten submerse en emerse waterplanten vertaalt zich in de visgemeenschap, de abundantie van plantenminnende soorten is beperkt, er komen voornamelijk generalistische soorten voor.

*Conclusie: er bestaan grote verschillen in waterstandfluctuaties tussen de drie overstromingsvlakten, de beheerde overstromingsvlakte Zwarte Water en de uiterwaardplassen Zuilichem en Bemmelse. In vrij stromende overstromingsvlakten verlopen de extremen tussen hoog en laag water sneller en is sprake van grotere oppervlakten ondiepe oeverzones. Dit resulteert in een beter ontwikkelde waterplantenvegetatie die zich kenmerken door een andere (plantenminnende) visgemeenschap. In de overstromingsvlakten Oude Waal en de beheerde overstromingsvlakte Zwarte Water wordt water in sommige jaren succesvol langer vastgehouden, dit heeft een positief effect op de visstand.*

*Heeft de duur en hoogte van het winter hoogwater effect op de visstand in overstromingsvlakten?*

Op basis van de loggers blijkt de winter hoogwaterperiode van 2017 - 2018 aanzienlijk hoger en langer geweest te zijn dan van 2018 - 2019. Dit had een sterk positief effect op de visstand, in de zomer van 2018 worden hogere visdichtheden aangetroffen dan in de zomer van 2019. In de beheerde overstromingsvlakte Zwarte Water resulteerde de hoge winter waterstand van 2017 – 2018 in voortplanting van grote modderkruiper dat na andere winters niet werd vastgesteld.

De hogere winterwaterstanden hebben als resultaat dat er grote oppervlakten ondiep water beschikbaar zijn in de zomer, het duurt langer voordat het water uitzakt. Dit is gunstig voor de aanwezige (juvenile) vissen, waarschijnlijk is de overleving en/of aanwas groter bij een groter areaal ondiep water.

*In het jaar met een hogere en langere winter hoogwater stand (2017/2018) worden in de daaropvolgende zomer hogere visdichtheden aangetroffen dan in het jaar met een lagere en kortere winter hoogwater stand (2018/2018).*

#### *Variabele watertemperaturen*

*Hoe variëren watertemperaturen tussen locaties en wat is het effect op de visgemeenschap?*

Het watertemperatuurverloop tussen overstromingsvlakten en uiterwaardplassen verloopt vrijwel gelijk. Wel worden in overstromingsvlakten tot 2 °C hogere maximale (zomer)watertemperaturen bereikt dan in uiterwaardplassen. De rivier Zwarte Water heeft in de zomer van 2019 een maximale watertemperatuur die 4 tot 7 °C lager ligt dan overstromingsvlakten.

De visgemeenschap die hoge dichtheden kan bereiken in overstromingsvlakten bestaat dus grotendeels uit vissen die tolerant zijn voor hoge zomerwatertemperaturen, zoals bittervoorn, vetje en rietvoorn.

*Conclusie: overstromingsvlakten kenmerken zich door hogere zomerwatertemperaturen dan geïsoleerde uiterwaardplassen. In het Zwarte Water is de zomerwatertemperatuur in overstromingsvlakten hoger dan in de rivier Zwarte Water. Vissen die tolerant zijn voor hogere watertemperaturen zoals bittervoorn, vetje en rietvoorn (plantenminnende soorten) kunnen in deze wateren hoge dichtheden bereiken.*

## 5.4 Zeldzame soorten

*Komen in overstromingsvlakten soorten voor die in andere rivier habitats zeldzaam zijn?*

#### *Kwabaal*

Bijzonder is de vondst van enkele juveniele kwabalen in het Zwarte Water. Zover bekend vindt voortplanting van kwabaal in Nederland alleen plaats in het Zwarte Water, in de Vinkeveense plassen en in de Beerze (2019). Kwabaal is een winter-paaiende vis waarbij omstreeks februari paai in overstroomde uiterwaarden plaats vindt of waarbij larven overstroomde uiterwaarden in bewegen om daar vervolgens hun vroeg juveniele levensfase te volbrengen. In het Zwarte Water lijkt deze connectiviteit tussen uiterwaarden en rivier in sommige jaren nog enigszins te bestaan.

Omstreeks februari 2017 was er sprake van winterhoogwater waarbij larven van kwabaal ondergelopen uiterwaarden hebben weten te bereiken. In de daaropvolgende zomer zijn vervolgens juveniele kwabalen aangetroffen in de beheerde overstromingsvlakte en overstromingsvlakten in het Zwarte Water. Of er ook sprake was van natuurlijke voortplanting in het Zwarte Water kan niet uit de gegevens worden afgeleid. De juveniele dieren hebben zich in ieder geval lange tijd in de beheerde overstromingsvlakte van het Zwarte Water opgehouden waarbij ze in lengte zijn toegenomen van ca. 7 naar ca. 13 cm. Of de jonge kwabalen daarna ook weer de rivier hebben weten te bereiken is niet bekend. Dit proces treedt niet jaarlijks op, in 2018 en 2019 was er geen sprake van hoogwater omstreeks februari. In deze jaren zijn er ook geen kwabalen aangetroffen.

*Conclusie: het onderzoek toont aan dat in 2017 zich juveniele kwabalen in het Zwarte Water hebben weten te handhaven. Larven hebben hierbij in de winter de overstroomde*

*beheerde overstromingsvlakte en overstromingsvlakte bereikt en konden tot het daaropvolgende najaar overleven.*

#### *Grote modderkruiper*

Een tweede bijzondere soort die in relatief hoge dichtheden in het Zwarte Water is aangetroffen is grote modderkruiper. Vooral in de beheerde overstromingsvlakte bevond zich een grote populatie. De soort is echter ook in geringe aantallen aangetroffen in de overstromingsvlakten Zwarte Water en Loevestein. Op basis van dichtheden lijkt alleen in de beheerde overstromingsvlakte Zwarte Water sprake te zijn van een grote, stabiele populatie.

De vondst van grote modderkruiper in de overstromingsvlakte Loevestein is waarschijnlijk een relict van de voormalige binnendijkse populatie die op de locatie aanwezig was voordat de overstromingsvlakte werd aangelegd. De locatie lag toen binnendijks en stond in verbinding met de naastgelegen Boezem van Brakel waar een populatie grote modderkruipers voorkomt. In de nieuwe overstromingsvlakte liggen restanten van diepe sloten die voorheen binnendijks lagen en waar grote modderkruiper van bekend was. Waarschijnlijk heeft de soort zich tot op heden na het herinrichten van het gebied in de sloten weten te handhaven. Of de soort zich hier ook in de toekomst weet te handhaven is onduidelijk.

Voortplanting van grote modderkruiper heeft zich alleen in 2018 voorgedaan en alleen in het Zwarte Water, waarschijnlijk in relatie tot het lange winter hoogwater van 2017 op 2018. De waterstand bleef hier tot ver in het voorjaar hoog waarbij grote modderkruiper zich heeft kunnen voortplanten in overstroomde oeverzones (vooral in de beheerde overstromingsvlakte Zwarte Water). Het feit dat deze hoogwaterstand zo lang aanhield komt mede door het karakter van de beheerde overstromingsvlakte waarbij de hoge waterstand vastgehouden wordt door de zomerdijk en een kleinschalige molen heel geleidelijk water aan- en afvoert. In 2019 was er geen sprake van overstroomde oeverzones in het late voorjaar, (succesvolle) voortplanting kon in dit jaar niet geconstateerd worden.

*Conclusie: het onderzoek toont aan dat ook grote modderkruiper in staat is zich te handhaven in buitendijkse uiterwaardwateren. Voortplanting heeft zich alleen voorgedaan in 2018 waarbij tot ver in het voorjaar sprake was van hoogwater in de beheerde overstromingsvlakte Zwarte Water. Het extensieve peilbeheer van de beheerde overstromingsvlakte waarbij water relatief lang kan wordt vastgehouden speelt hierin vermoedelijk een grote rol.*

## 5.5 Conclusies & synthese

Samenvattend staan in fig. 5.1 schematisch per habitatype weergegeven wat de belangrijkste kenmerken zijn op basis van dit onderzoek:

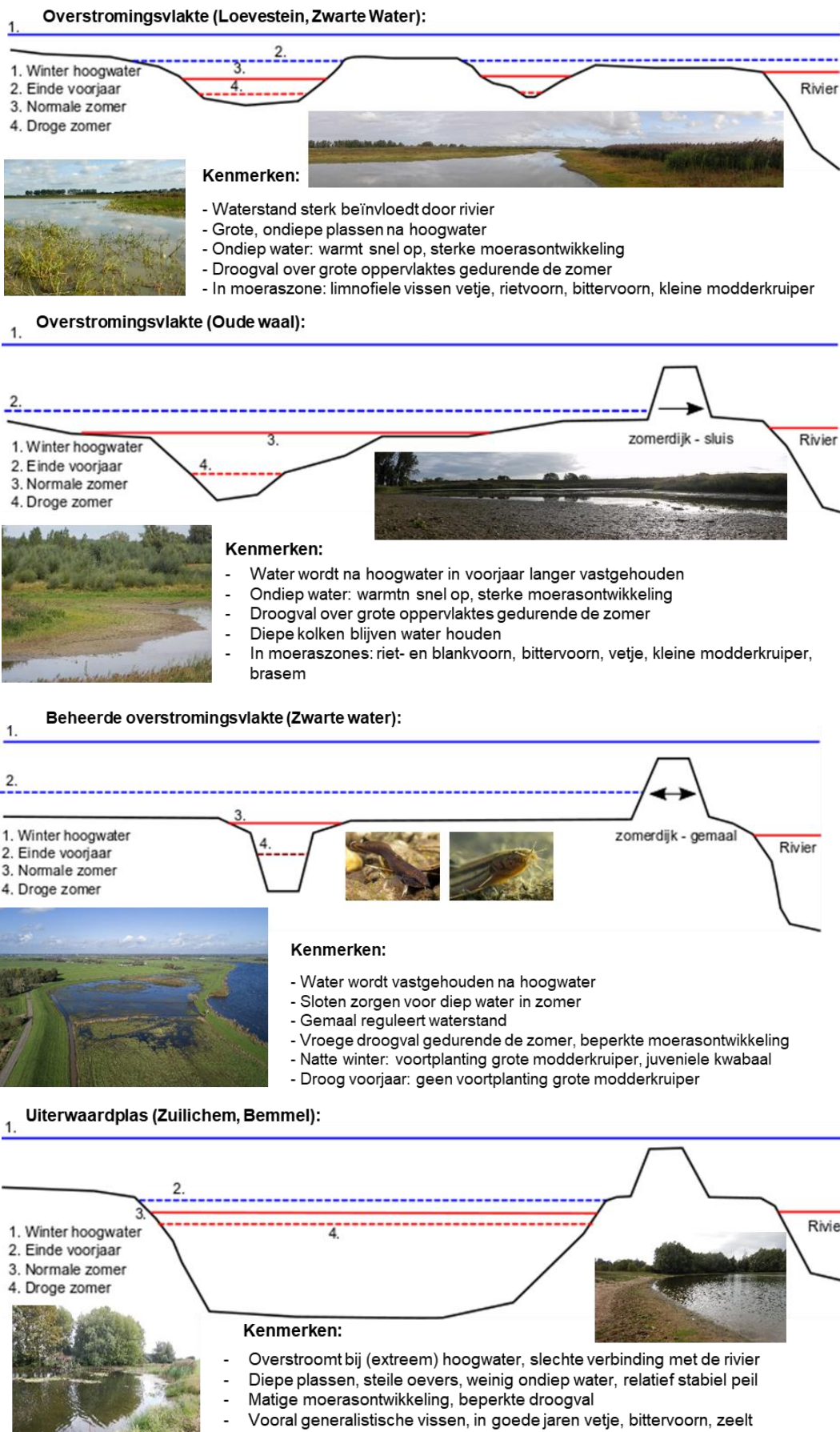


Fig. 5.1. Overzicht van de belangrijkste ecologische processen en geassocieerde vissen in overstromingsvlaktes, beheerde overstromingsvlakte Zwarte Water en uiterwaardplassen.

## 6 Literatuur

Dorenbosch, M, N. van Kessel, J. Kranenbarg, F. Spikmans, W. Verberk & R. Leuven, 2011. Nevengeulen in uiterwaarden als kraamkamer voor riviervissen. Bosschap, bedrijfschap voor bos en natuur, rapport nr. 2011/OBN143-RI

Klijn, F., N.E.M. Asselman, M. Hegnauer, E. Mosselman & F. Sperna Weiland, 2019. Klimaatadaptatie in het rivierengebied. Een geo-ecologisch perspectief. Landschap 36 (2): 105-113.

Kurstjens, G., N. van Kessel, M. Dorenbosch, B. Peters & G. van Geest, 2010. De natuur van de natte overstromingsvlakte. De Oude Waal bij Nijmegen. Inventarisatie 2009. Project Rijn in Beeld. Kurstjens ecologisch adviesbureau/Bureau Drift, Beek-Ubbergen/Berg en Dal en Bureau Natuurbalans/ Limes Divergens BV, Nijmegen.

Kurstjens, G. & A. van Winden, 2015. Maatregelen watercondities t.b.v. herstel rietmoeras binnendijkse Natura 2000 gebieden in de Ooijpolder (Groenlanden en Ooijse Graaf). In opdracht van Provincie Gelderland.

Kurstjens, G., G. van Geest, B. Peters & T. Wijers, 2014. Ondiepe overstromingsvlaktes als missing link. De Levende Natuur 115-3. Themanummer Ecologisch herstel grote rivieren.

Rijkswaterstaat, 2018. Peilbesluit IJsselmeergebied 14 juni 2018. Uitgave Rijkswaterstaat - juni 2018 nr. MNO618TP330

Runhaar, J., B.R. Raterman & W.J. Zaadnoordijk, 2014. Inundatieregime kievitsbloemhooilanden langs het Zwarte Water. Rapport nr KWR 2014.105, KWR-Nieuwegein

Spikmans, F. & J. Kranenbarg, 2016. Nieuwe Rode Lijst vissen Nederland Lichte verbetering voor zoetwatervissen. RAVON 18-1: 9 – 12

WNF, 2017. Ruimte voor Levende Rivieren. Wereldnatuurfonds, Zeist.