

Het effect van exotische rivierkreeften op visstanden in
Nederlandse rivieren.

2017

Exotische rivierkreeften



Burgwal, Léon

Aeres Hogeschool

13-8-2017

Exotische rivierkreeften

De invloed van exotische rivierkreeften op de visstanden in Nederlandse wateren.

Naam: Leon Burgwal

Opleiding: Toegepaste biologie

Klas 4TB

School: Aeres Hogeschool

Afstudeerdocent: Herman Offereins

Plaats: Almere

Datum 13-8-2018

Foto's zijn van de auteur zelf, tenzij anders vermeld.

DISCLAIMER

Dit rapport is gemaakt door een student van Aeres Hogeschool als onderdeel van zijn/haar opleiding. Het is géén officiële publicatie van Aeres Hogeschool. Dit rapport geeft niet de visie of mening van Aeres Hogeschool weer. Aeres Hogeschool aanvaardt geen enkele aansprakelijkheid voor enige schade voortvloeiend uit het gebruik van de inhoud van dit rapport.

Voorwoord

Mijn naam is Leon Burgwal. Ik ben vierdejaarsstudent aan de Aeres Hogeschool Almere. Deze scriptie maakt deel uit van het afstudeertraject van mijn opleiding toegepaste biologie.

Ik wil graag een aantal personen in het bijzonder bedanken voor hun hulp en adviezen. Zonder deze personen was dit onderzoek niet gelukt. Het gaat om Peter Heuts van hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden, Ronald Gylstra van waterschap Rivierenland en Jeffrey Samuels van waterschap Brabantse Delta. Zij hebben de gegevens over de rivierkreeften en visstanden van de watergebieden in de waterschappen aangeleverd. Verder wil ik Herman Offereins bedanken die als coach en begeleider vanuit de onderwijsinstelling optrad.

Léon Burgwal, Baarn, 11-8-2018

Samenvatting Nederlands

De verschillende uit Amerika afkomstige rivierkreeften hebben een negatief effect op Nederlandse soorten en de kwaliteit van wateren. Zo graven rivierkreeften oevers kapot waardoor deze kunnen instorten. Ook zorgt het graafgedrag voor een toename van sediment en nutriënten in de waterkolom. Dit zorgt voor vertroebeling van het water en kan algenbloei veroorzaken. Verder zijn de rivierkreeften alleseters. Veelal eten zij minder mobiele macrofauna of verzwakte vissen. Met rivierdonderpaden concurreren rivierkreeften ook om schuilplaatsen. Ook eten de exotische rivierkreeften waterplanten. Het knipgedrag van de rivierkreeften is schadelijker voor waterplanten doordat ze deze losknippen zonder het op te eten. Zo verdwijnen waterplanten in Nederland.

Dit onderzoek is gericht op de invloed die deze exotische rivierkreeften hebben op de visstanden in verschillende wateren; iets waar nog weinig over bekend is. Uitgaande van deze achtergrondinformatie is de vraag geformuleerd: “Welke veranderingen in visstanden treden op wanneer exotische rivierkreeften zich verspreiden in de Nederlandse wateren?”

Om de hoofdvraag te beantwoorden zijn gegevens over rivierkreeft- en visstanden opgevraagd bij de waterschappen Brabantse Delta en Stichtse Rijnlanden. Met deze gegevens zijn grafieken gemaakt van verschillende wateren. Wateren zonder rivierkreeften zijn vergeleken met wateren waar rivierkreeften aanwezig zijn. Uit deze gegevens blijkt er een effect te zijn. Wanneer het rivierkreeften in een water aanwezig is, neemt de populatie van limnofiele soorten af en van eurytope soorten toe tot bijna negentig procent. Terwijl in wateren zonder rivierkreeften de groep limnofiele vissen dominant is.

Het enige is dat er niet genoeg gegevens zijn om dit effect te kunnen bevestigen of dit daadwerkelijk door rivierkreeften is veroorzaakt. Geadviseerd wordt een metingen te verrichten van de stand van rivierkreeften en te bepalen of deze door de jaren heen de visstanden beïnvloedt. Raadzaam is om wateren te monitoren waar slechts één kreeftsoort aanwezig is. Ook kan er dan gekeken worden naar het effect op bepaalde soorten als de rivierdonderpad.

Summary English

American crayfish have a negative impact on native species in the Netherlands. These crayfish dig into riverbanks, destabilizing them and sometimes causing them to collapse. The digging of these crayfish also releases nutrients and sediments into the water that cause turbidity and algae blooms. Furthermore, crayfish are omnivores that consume a variety of food sources. They typically eat fewer mobile species of macrofauna, which can cause the overall composition of the macrofauna in a river to change. They eat water plants as well, but their habit of cutting water plants without eating them also destroys the plants and can cause the amount of vegetation in rivers to diminish. In addition, crayfish prey on weakened fish and amphibian species, which otherwise the crayfish cannot catch. Another way in which crayfish affect rivers is by competing with bullheads for hiding spots underneath rocks. This research paper focuses on the relatively little-understood impact of crayfish on the fish populations of Dutch rivers.

The project uses data and research conducted by water boards in the Netherlands. Charts are made showing changes in populations of fish species. Waters with crayfish are pitted against waters without crayfish. In considering this data, several trends related to fish populations become visible. In rivers with a population of a given crayfish, populations of limnophilia species decreased significantly and eurytopic species grew on average to about 90% of the river's total fish population. The opposite is true for waters without crayfish. The only problem is there is not enough data to support this claim. Based on these results, the paper proposes that water boards conduct research in several rivers in the coming years to gather further data on population trends for fish species and crayfish species. The most reliable results will be gathered in waters with only one species of crayfish. Also, the effect of crayfish on a specific species can be investigated.

Inhoud

Voorwoord.....	3
Samenvatting Nederlands	4
Summary English	5
1. Inleiding	8
1.1 Waterexoten in Nederland.....	8
1.2 Exotische rivierkreeften in Nederland.....	9
1.2.1 De rode Amerikaanse rivierkreeft (<i>Procambarus clarkii</i>).....	9
1.2.2 De gevlekte Amerikaanse rivierkreeft (<i>Orconectes limosus</i>)	9
1.2.3 De gestreepte Amerikaanse rivierkreeft (<i>Procambarus acutus</i>).....	10
1.2.4 De geknobbelde Amerikaanse rivierkreeft (<i>Orconectes virilis</i>)	10
1.2.5 De Californische rivierkreeft (<i>Pacifastacus leniusculus</i>).....	11
1.2.6 De Turkse rivierkreeft (<i>Astacus leptodactylus</i>)	11
1.3 Schade door rivierkreeften.....	12
1.3.1 Graafschade.....	12
1.3.2 Effect op vissen.....	14
1.3.3 Overige effecten	14
1.4 Huidige verspreiding.....	15
1.5 Onderzoeksvraag.....	17
1.6 Leeswijzer	17
2 Materiaal en methode.....	19
2.1 Benodigd materiaal en informatie	19
2.2 Bepaling gebruik gegevens.....	20
2.3 Methode, grafieken en vergelijkingen	20
2.4 Uitwerking van de gegevens uit de grafieken	21
2.5 Gekozen wateren	21
2.6 Beantwoording hoofd- en deelvragen	21
3 Resultaten.....	24
3.1 Waterschap Brabantse Delta.....	25
3.1.1 Vergelijking Binnenschelde (met kreeft) en Markiezaatsmeer (zonder Kreeft)	26
3.1.2 Vergelijking bijloop-Turfvaart (met kreeft) en Chaamse beek (zonder kreeft).....	28
3.1.3 Vergelijking Ligne (met kreeft) en Agger (zonder kreeft).....	29
3.2 Waterschap Stichtse Rijnlanden.....	31
3.2.1 Vergelijken Grecht (met kreeften) en De tol (zonder kreeften).....	32
3.2.2 Vergelijking zegveld (met kreeften) en Meijepolder (zonder kreeft)	34

3.2.3 Vergelijking De Koekoek (met rivierkreeft) en Lange Linschoten (zonder rivierkreeft).....	35
4 Discussie	37
5 Conclusie en aanbevelingen	41
5.1 Beantwoording deelvragen en hoofdvraag.....	41
5.1.1 Deelvraag 1: Van welke visgroepen of -soorten zijn de populaties gegroeid?	41
5.1.2 Deelvraag 2: Is er een vergelijkbare afname van de inheemse bodemvissen (rheofiel) in Nederland als in Engeland?	42
5.1.3 Hoofdvraag: Welke verandering in visstand treedt erop in Nederlandse wateren waar uit Amerika afkomstige exotische rivierkreeften in terecht gekomen zijn?	42
5.2 Conclusie	43
5.3 Aanbevelingen.....	43
Bronnenlijst	45

1. Inleiding

Steeds meer exoten hebben de afgelopen jaren hun weg naar Nederland gevonden. Dit geldt voor zowel land- als waterexoten. Veel van deze exoten zorgen voor problemen als ze zich in Nederland kunnen handhaven. In de eerste jaren hebben deze soorten geen of weinig natuurlijke vijanden, waardoor ze zich snel kunnen voortplanten. Daarnaast zijn ze vaak competitief sterker dan inheemse soorten. Sommige exoten kunnen bovendien hun omgeving beschadigen, wat in enkele gevallen een gevaar oplevert voor mensen. Zo graaft de muskusrat (*Ondatra zibethicus*) tunnelstelsels in dijken, waardoor dijken verzwakken en kunnen instorten.

In dit verslag wordt ingegaan op waterexoten en in het bijzonder exotische rivierkreeften. In totaal zijn er over de jaren 124 waterexoten (stand 2010) bijgekomen in Nederland (Steenbergen, Schouten, Van der Grinten, & Verweij, 2011). Een derde van de in Nederland aanwezige vissoorten is van exotische komaf (Van Puijenbroek, de Lange, & Ottburg, 2009).

1.1 Waterexoten in Nederland

Deze exoten zijn door verscheidene oorzaken in Nederland terechtgekomen. De gevlekte Amerikaanse rivierkreeft (*Orconectes limosus*) is bijvoorbeeld uitgezet om als voedsel te dienen. Dit is in verschillende landen gebeurd, om zodoende als vervanger te dienen voor de kwakkelende en beschermde Europese rivierkreeft (*Astacus astacus*) (Peay, Guthrie, Spees, Nilsson, & Bradley, 2010).

Andere soorten zijn via handel in Nederland gekomen. Meestal gaat het om soorten die in aquaria of vijvers gehouden worden. In dit geval gaat het met name om steursoorten als de Siberische steur (*Acipenser baeri*) en de sterlet (*Acipenser ruthenus*) (Van Puijenbroek et al., 2009). Een ander voorbeeld van een door handel geïntroduceerde exoot is de grote waternavel (*Hydrocotyle ranunculoides*). Dit is een woekerende plant die veelal verward wordt met de inheemse gewone waternavel, maar wordt de grote waternavel groter dan de inheemse variant. Het overwoekeren van vijvers is ook de reden waarom mensen de plant in de vrije natuur dumpen. De plant woekert vervolgens voort, waardoor inheemse soorten verdwijnen. Die zijn namelijk competitief minder sterk of verdwijnen doordat er weinig tot geen zonlicht doordringt tot de bodem (Pot, Z.D.).

Een ander voorbeeld van een succesvolle exoot is de Japanse oester (*Crassostrea gigas*). Deze werd aanvankelijk uitgezet voor de kweek toen de stand van de inheemse platte mossel (*Ostrea edulis*) achteruitging door de protozoaire oesterparasiet *Bonamia*. De Japanse oesters werden uitgezet in de Oosterschelde, maar kwamen later ook voor in de Waddenzee. Naar verwachting heeft de soort zich verspreid door de scheepvaart (Dankers, Dijkman, De Jong, De Kort, & Meijboom, 2004). De Japanse oester verdringt andere schelpdieren op plaatsen waar ze veelvuldig aanwezig is. Verder zijn de randen van de oester vlijmscherp en kunnen mensen zich er gemakkelijk aan snijden (Soenen, 2012).

De eerste zwartbekgrondel (*Neogobius melanostomus*) is in 2004 aangetroffen in de Lek. Waarschijnlijk was deze afkomstig uit het ballastwater van een vrachtschip. Van oorsprong komt de soort voor in de Kaspische Zee. De zwartbekgrondel is schadelijk voor veel inheemse bodemvissen. Vooral de stand van rivierdonderpadden gaat door de komst van de zwartbekgrondel achteruit – deze soort is nu zelfs bijna geheel verdwenen (Van Beek, 2005).

Andere exoten zijn op eigen kracht naar Nederland gekomen. Deze soorten kunnen nu Nederland bereiken doordat wateren door kanalen steeds beter met elkaar verbonden zijn. Eén van deze kanalen is het Main-Donaukanaal in Duitsland, geopend in 1992 (Bij de Vaate & Winter, 2005). Via dit kanaal kunnen soorten van de Ponto-Kaspische regionen naar Nederland komen. Vier van deze soorten hebben een zeer negatief effect op de voorheen beschermde Rivierdonderpad (*Cottus perifretum*). Dat zijn de marmergrondel (*Proterorhinus semilunaris*), Kesslers grondel (*Neogobius kessleri*), de Pontische stroomgrondel (*Neogobius fluviatilis*) en de al eerder aangehaalde zwartbekgrondel (Van Kessel, Dorenbosch, Kranenbarg, Van der Velde, & Leuven, 2014).

Een groep exoten die de laatste jaren steeds meer in het nieuws komt, is de rivierkreeft. Vooral de Rode Amerikaanse rivierkreeft (*Procambarus clarkii*) komt veel in het nieuws ((Koster, 2016; Hermans, 2017; OmroepWest, 2017)). Maar er zijn ook artikelen over de Californische rivierkreeft (*Pacifastacus leniusculus*) verschenen (van Raaij, 2017).

1.2 Exotische rivierkreeften in Nederland

In 1964 is de eerste exotische rivierkreeft in Nederland geïntroduceerd. Het gaat om de gevlekte Amerikaanse rivierkreeft die toentertijd is uitgezet om de kwakkelende Europese rivierkreeft te vervangen als voedsel. Na de millenniumwisseling zijn er andere Amerikaanse rivierkreeftsoorten in Nederlandse wateren gevonden. Dat zijn, op volgorde van ontdekking: de rode Amerikaanse rivierkreeft, geknobbeld Amerikaanse rivierkreeft (*Orconectes virilis*), de Californische rivierkreeft en de gestreepte Amerikaanse rivierkreeft (*Procambarus acutus*) (Peay, Guthrie, Spees, Nilsson, & Bradley, 2010). Verder is ook de Turkse rivierkreeft in Nederland aangetroffen. In de volgende sectie worden de verschillende rivierkreeftsoorten beschreven.

1.2.1 De rode Amerikaanse rivierkreeft (*Procambarus clarkii*)

De rode Amerikaanse rivierkreeft is voor het eerst in het wild waargenomen in 1985. Naar alle waarschijnlijkheid ging het om dieren die ontsnapt waren uit een kwekerij (Souty-Grosset, Anastácio, Aquiloni, Banha, Choquer, Chucholl, & Tricarico, 2016). De lengte van de rivierkreeft kan oplopen tot 15 centimeter. De soort is te herkennen aan de dieprode kleur van zowel het lichaam als de scharen (Koese, Z.D. D).

De rode Amerikaanse rivierkreeft geeft de voorkeur aan stilstaande en ondiepe wateren (Couperus, 2015). De soort komt vooral voor in Zuid-Holland en het Vechtplassengebied en veroorzaakt daar aanzienlijke schade aan de oevers door massaal tunnelstelsels te graven (Koese & Vos, 2013; Souty-Grosset, et al., 2016; A. Couperus, 2015). De soort breidt zich gestaag uit naar het oosten van het land (Couperus, 2015). De rode Amerikaanse rivierkreeft kan over het land lopen en zo poelen en vennen innemen. De gevlekte Amerikaanse rivierkreeft gebruikt deze vaardigheid nauwelijks, en wordt op dergelijke plekken dus ook niet aangetroffen (Soes & Van Eekelen, 2006). De rode Amerikaanse rivierkreeft wordt beschouwd als de dominantste rivierkreeft en kan andere rivierkreeften die kleiner zijn of een vergelijkbare grootte hebben verdrijven (Alonso & Martínez, 2005).

1.2.2 De gevlekte Amerikaanse rivierkreeft (*Orconectes limosus*)

De gevlekte Amerikaanse rivierkreeft (afb.1) is voor het eerst in Nederland waargenomen in 1964. Deze rivierkreeft is de kleinste Amerikaanse soort met een lengte tot twaalf centimeter en is geslachtsrijp in het tweede levensjaar (Couperus, 2015). De soort is te herkennen aan de wijnrode vlekken op het achterlijf en de oranje punten aan de toppen van de scharen, begrensd met zwarte banden. Daarnaast heeft deze rivierkreeft kenmerkende stekels op de wangen waaraan het zijn Engelse naam ontleent: spiny-cheek crayfish (Koese, Z.D. C).

De gevlekte Amerikaanse rivierkreeft is qua biotoop niet kieskeurig en is zelfs tamelijk goed bestand tegen zout water (Couperus, 2015). De soort is verspreid over heel Nederland, maar slechts in kleine hoeveelheden. Dit komt mede doordat andere Amerikaanse soorten als de geknobbelde Amerikaanse rivierkreeft dominant zijn (Alonso & Martínez, 2005).

De soort is uitgezet in Nederland om de Europese rivierkreeft (*Astacus astacus*) te vervangen als voedsel. In Nederland nam het aantal Europese rivierkreeften al voor de introductie van de gevlekte Amerikaanse rivierkreeft af door een verslechtering van de habitatconditie door vervuiling. Door deze achteruitgang kreeg de Europese rivierkreeft een beschermde status, wat leidde tot de introductie van de Amerikaanse soorten als vervanger. De gevlekte Amerikaanse rivierkreeft is ook uitgezet in andere Europese landen en heeft zich mede hierdoor snel verspreid over het continent (Peay, et al., 2010)



Afbeelding 1 Gevlekte Amerikaanse rivierkreeft

1.2.3 De gestreepte Amerikaanse rivierkreeft (*Procambarus acutus*)

De gestreepte Amerikaanse rivierkreeft is voor het eerst in Nederland waargenomen in 2002. De lengte van deze rivierkreeft kan oplopen tot 12 centimeter. Het uiterlijk van de soort lijkt sterk op de Rode Amerikaanse rivierkreeft. De gestreepte Amerikaanse rivierkreeft heeft echter een donkere, met lichte banen geflankeerde staart. Verder zijn de punt bij het borstschild en de laterale (zij-) stekels van het rostrum (punt bij de kop, tussen de ogen) niet sterk ontwikkeld. Hierdoor lijkt het rostrum ook stomper en driehoekiger dan bij andere soorten (Koese, Z.D. E).

De biotoop van de gestreepte Amerikaanse rivierkreeft bestaat uit stilstaande en langzaam stromende wateren. In Nederland zitten deze rivierkreeften met name in sloten en weteringen met een zachte, veenachtige bodem. De eerste populatie van deze soort is gevonden in de Alblasserwaard. De laatste jaren wordt deze rivierkreeft op steeds meer locaties gevonden. Anders dan de rode is de gestreepte Amerikaanse rivierkreeft bestand tegen de Nederlandse kou. Deze soort kan bij een reeks strengere winters gaan domineren (Couperus, 2015).

1.2.4 De geknobbelde Amerikaanse rivierkreeft (*Orconectes virilis*)

De geknobbelde Amerikaanse rivierkreeft is voor het eerst in Nederland waargenomen in 2004 en kan een lengte van 13 centimeter bereiken. In het algemeen heeft de rivierkreeft een lichtbruine carapax (kopborststuk) met donkerdere vlekken op het achterlijf. Het meest opvallende zijn de grote lichtgekleurde knobbels op de scharen. De scharen kunnen oranje punten hebben, maar zijn nooit afgebakend door oranje bandjes (Koese, Z.D. B).

De geknobbelde Amerikaanse rivierkreeft heeft geen duidelijke voorkeur voor een bepaald type water: de soort gedijt in zowel stromend als stilstaand water, zolang er voldoende stenen in het water liggen. De soort mijdt wateren met een dikke sliblaag. In het Vechtplassengebied is een gevestigde populatie van deze kreeft aanwezig. Tegenwoordig komt de soort ook voor in diverse wateren rondom de stad Utrecht (Couperus, 2015).

1.2.5 De Californische rivierkreeft (*Pacifastacus leniusculus*)

De Californische rivierkreeft (afb. 2) is voor het eerst waargenomen in 2004. Vrouwelijke exemplaren worden ongeveer 12 centimeter terwijl de lengte van mannelijke exemplaren oploopt tot 16 centimeter. Soms worden zelfs nog grotere exemplaren gevangen. De rivierkreeft is rood, bruin of zwart gekleurd en is vooral te herkennen aan de schaar. Deze heeft een opvallende witte vlek op de aanhechting van de vingers en is aan de onderkant opvallend rood. Oude exemplaren zijn veelal verweerd en zwart van kleur. Hierbij zijn ook bovenstaande kenmerken regelmatig vervaagd (Koese, Z.D. A).

De soort stelt geen specifieke eisen aan de biotoop. Opvallend voor deze soort is dat ze een populatie opbouwen in tegenstelling tot alle andere kreeftensoorten die zich zo snel mogelijk verspreiden. Hierdoor komt de soort op slechts twee locaties in Nederland voor: de Dinkel in Twente en de Oude Leij bij Tilburg (Couperus, 2015). De Californische rivierkreeft is ook in staat om zich over land te verplaatsen en zo natuurlijke watervalletjes en stuwen te omzeilen. Ook kan het net als de rode Amerikaanse rivierkreeft geschikte habitat innemen door over marginale en droge stukken land te lopen (Bean & Yeomans, 2016).



Afbeelding 2 Californische rivierkreeft

1.2.6 De Turkse rivierkreeft (*Astacus leptodactylus*)

De Turkse rivierkreeft is voor het eerst waargenomen in 1977. Deze kreeft heeft een lengte tot twintig centimeter en lijkt op de Europese rivierkreeft. De Turkse rivierkreeft heeft echter een veel ruwer pantser met kleine knobbeltjes en smallere scharen. Doorgaans is de kleur van deze rivierkreeft olijfgroen met een roodbruine verkleuring aan de punten van de scharen. Er bestaan ook blauwe varianten van deze rivierkreeft, maar die zijn zeldzaam in Nederland (Turkse rivierkreeft *Astacus leptodactylus*, 2011). De soort komt voor in beken op plekken met een harde bodem en voldoende schuilmogelijkheden. Stilstaande wateren voldoen ook, zolang die niet te modderig zijn en voldoende schuilmogelijkheden bieden. Deze soort kan vervuiling verdragen en zelfs tijdelijk lage zuurstofgehalten (<2 mg/l).

De Turkse rivierkreeft is samen met de gevlekte Amerikaanse rivierkreeft geïntroduceerd in de jaren zeventig als vervanger voor de Europese rivierkreeft in Nederland waarmee het steeds slechter ging in

het wild en de beschermde status kreeg. Daardoor was er een vervanger nodig voor de handel. De soort is echter nooit op grote schaal verhandeld, doordat de soort gevoelig is voor kreeftenpest (Couperus, 2015).

1.3 Schade door rivierkreeften

Er zijn verschillende manieren waarop de exotische rivierkreeften schade aanbrengen aan de omgeving. Ze kunnen graven en hebben op verschillende manieren invloed op macrofauna, waterplanten en vissen. Alle kreeften zijn omnivoor en eten alles wat ze te pakken krijgen (De Hoop, Van der Loop, Van Kleef, De Hullu, & Leuven, 2016). Ook hebben ze direct en indirect een negatieve invloed op de van oorsprong in Europa levende kreeften – de Europese rivierkreeft, Turkse rivierkreeft en de witkluwrvierkreeft (*Austropotamobius pallipes*). Deze soorten zijn gevoelig voor de kreeftenpest (*Aphanomyces astaci*) waardoor de soorten lokaal kunnen uitsterven. De uit Amerika afkomstige soorten zijn echter immuun voor de kreeftenpest (Peay, et al., 2010). De kosten veroorzaakt door de kreeftenpest bedragen meer dan 53 miljoen euro per jaar (Souty-Grosset, et al., 2016). In de volgende secties worden de meest voorkomende vormen van schade beschreven.

1.3.1 Graafschade

Van alle uit Amerika afkomstige rivierkreeften is het bekend dat ze graven. Het graafgedrag van exotische rivierkreeften in oevers zorgt voor een versneld erosieproces wat tot verzakkingen en instortingen van oevers kan leiden. Ook maakt hun graafgedrag de waterkolom troebel door het vrijkomen van zand- en kleideeltjes (Van der Meulen, Vos, Verweij, & Kraak, 2009) en komen er meer voedingsstoffen in de waterkolom (Souty-Grosset, et al., 2016). Qua graafgedrag worden de kreeften in drie groepen ingedeeld: de primaire, de secundaire en de tertiaire gravers. Er zijn echter geen scherpe grenzen tussen de groepen. Flexibele kreeften kunnen bij meerdere groepen ingedeeld worden. De primaire gravers zijn rivierkreeften die alleen onder de grond leven en nooit voorkomen in het open water. In Nederland komen geen primaire gravers voor (Koese, Raaphorst, Heuts, & Kolff, 2011).

Secundaire gravers

Rivierkreeften die bij deze groep horen, leven een deel van het jaar in tunnels onder de grond. Deze periodes zijn gericht op het periodiek uitdrogen van het systeem. Hierbij trekt de kreeft zich terug in de tunnels en wacht tot de regentijd weer aanbreekt. Dit fenomeen wordt ook wel overzomereren genoemd. Vooral vrouwelijke rivierkreeften graven tunnels om de pasgeboren rivierkreeften veilig op te laten opgroeien. De tunnelstelsels bestaan uit horizontale en verticale tunnelgangen en hebben zowel terrestrische (land) als aquatische (water) openingen (Koese, et al., 2011; Koese & Vos, 2013). De rode Amerikaanse rivierkreeft behoort tot deze groep en men veronderstelt ook dat de gestreepte Amerikaanse rivierkreeft hierbij hoort (Gylstra, Du Bois, Koese, & Soes, 2016).

De tunnel van de rode Amerikaanse rivierkreeft is gekenmerkt door de zogenoemde schoorsteen, die doet denken aan een miniatuurversie van een molshoop (Koese & Vos, 2013). De schoorsteen en andere terrestrische openingen dienen voor de circulatie van zuurstof. Zuurstofcirculatie is zonder de openingen laag. Vooral in augustus, als de watertemperatuur hoog is, kan er zuurstoftekort optreden (B. Koese, et al., 2011). In het westen van het land veroorzaakt de rode Amerikaanse rivierkreeft schade aan oevers door het graven van tunnelstelsels (Soes & Koese, 2010). In deze gevallen gaat het vaak om grote systemen met meerdere openingen of verschillende systemen bij elkaar. Uiteindelijk verliest de oever zijn draagkracht en kan dan instorten of verzakken (Koese & Vos, 2013). Dit komt mede doordat

in ieder geval de rode Amerikaanse rivierkreeft niet trouw is aan één tunnelstelsel en meerdere stelsels per jaar graaft (Souty-Grosset, et al., 2016).

Tertiaire gravers

Rivierkreeften die behoren tot de tertiaire gravers graven alleen onder specifieke omstandigheden. Het gaat vrijwel altijd om een stressfactor als droogte of grote populatiedruk. Of wanneer de rivierkreeft kwetsbaar is net na de vervelling of wanneer het jongen draagt. De gegraven tunnels zijn vaak eenvoudige horizontale tunnels die voornamelijk bedoeld zijn om uit het zicht te zijn. Deze tunnels bevinden zich op het waterpeil of op de bodem van een rivier. Verder bevatten de tunnels geen terrestrische tunnelopeningen. Wel kan het zijn dat een deel van de tunnelopening boven water komt te liggen als het waterpeil zakt (Koese & Vos, 2013; Koese et al., 2011).

De gevlekte en de geknobbelde Amerikaanse rivierkreeft behoren tot de tertiaire gravers. Van de gevlekte Amerikaanse rivierkreeft is bekend dat deze een soort winter- of zomerslaap houdt tijdens periodes van droogte. De rivierkreeft graaft dan een tunnel tot aan het laagste waterpeil en blijft daar tot de droogte voorbij is. Ook graven rivierkreeften uit de tertiaire groep tunnels tijdens de paartijd (Koese & Vos, 2013; Koese, et al., 2011; Holdrich & Black, 2007). Ook de Californische rivierkreeft graaft tunnels (afb. 3). Van de Californische rivierkreeft is niet bekend tot welke groep hij behoort, maar in de regel worden soorten die niet tot de eerste twee groepen behoren automatisch ingedeeld bij de tertiaire gravers (Koese & Vos, 2013). In Engeland veroorzaakt de Californische rivierkreeft toch veel schade aan de oevers door het graafgedrag (Guan, 1994; Stanton, 2004), net als in Nederland bij de Dinkel. Hier zijn meerdere tunnelopeningen vlak bij elkaar gezien die mogelijk gecombineerd de oever verzwakken en zelfs kunnen doen instorten (Burgwal, 2017).



Afbeelding 3: Een onderwatertunnel van een Californische rivierkreeft

1.3.2 Effect op vissen

Vissen zelf zijn net als amfibieën veelal te snel of groot voor rivierkreeften om te vangen. Wel eten de rivierkreeften de eieren van vissen (Ilhéu, Bernardo, & Fernandes, 2007). Ook is er een competitie tussen met name donderpadden en rivierkreeften om schuilmogelijkheden. Zo blijkt dat in de Bookill Gill Beck in Engeland vroeger een deel was met veel rivierdonderpad, maar deze populatie is nu compleet verdwenen in dat deel van de rivier. Het blijkt dat er geen veranderingen zijn behalve een toename aan Californische rivierkreeft (Peay, et al., 2010). Verder was er ook een afname van juveniele forellen (*Salmo trutta*). Er kon niet bewezen worden dat dit veroorzaakt was door de rivierkreeft. Er zijn wel veel exemplaren gevangen met schade veroorzaakt door de kreeft. Zelfs een stervend exemplaar met een keelwond veroorzaakt door de chela (soort klauw aan de poten, afb. 4) van de rivierkreeftkreeft (Peay, et al., 2010).



Afbeelding 4: Rood omcirkelde deel is de chela

Naast de donderpad blijkt er ook een negatief effect te zijn op het biermpje (*Barbatula barbatula*) (Verdonschot, Vos, & Verdonschot, 2013). In hun jaarlijkse onderzoek constateren Van Wielink *et al.* dat de Californische rivierkreeft een negatief effect heeft op het biermpje in de rivier de Oude Leij (Van Wielink & Spijker, 2011; Van Wielink, Spijker, & Samuels, 2011). Tijdens veldwerk voor een ander onderzoek is een riviergrondel met een beschadigde staart waargenomen, waarschijnlijk veroorzaakt door een Californische rivierkreeft (Burgwal, 2017). Verder bleek dat de Californische rivierkreeft ook een effect heeft op Atlantische zalm (*Salmo salar*). Het gaat voornamelijk om concurrentie om schuilplaatsen in de winter wanneer de zalm van een dag- in een nachtjager verandert en overdag ook onder stenen schuilt, net als de rivierkreeft (Griffiths, Collen, & Armstrong, 2004). Bij een maaginhoud onderzoek van rode Amerikaanse rivierkreeft door Ilhéu *et al.* (2007) bleek er naast detritus en plantaardig materiaal ook vis in de maag te zitten. Een aantal aangetroffen vissoorten komt ook in Nederland voor, namelijk de zonnebaars (*Lepomis gibbosus*), de blankvoorn (*Rutilus rutilus*) en de juveniele barbelen (*Barbus barbus*) (Ilhéu, Bernardo, & Fernandes, 2007). Rivierkreeften dienen zelf ook als voedsel. In theorie groeit het aantal roofvissen in gebieden met rivierkreeften door de toename van beschikbaar voedsel. Vissen die rivierkreeften eten zijn de paling (*Anguilla anguilla*), snoek, baars en de snoekbaars (Verdonschot, et al., 2013; De Hoop *et al.*, 2016). Een snoek (*Esox Lucius*) kan in een afgesloten vijver een populatie van de Californische rivierkreeft vernietigen (Reynolds, 2011).

1.3.3 Overige effecten

Waterplanten

Van de rode Amerikaanse rivierkreeft is bekend dat deze, net als andere rivierkreeften, planten beschadigt en opeet. Verdonschot (2009) deed onderzoek naar het effect van de rivierkreeft op drie waterplanten: aarvederkruid (*Myriophyllum spicatum*), waterpest (geslacht *Elodea*) en gekroesd fonteinkruid (*Potamogeton crispus*). De kreeft bleek geen effect te hebben op waterpest. Het aarvederkruid was enkel losgeraakt van de bodem; de kreeft kan planten uitgraven of afknippen zonder op te eten. Daarentegen bleek er wel een effect te zijn op gekroesd fonteinkruid. Deze plant

was al stervende bij aanvang van het onderzoek, maar het proces bleek onder invloed van de kreeft te zijn versneld (Verdonschot, Van Schaik, & Verdonschot, 2009). Een ander voorbeeld van schade aan waterplanten is waargenomen in de Kamerikse Wetering. Vroeger was hier helder water met veel ondergedoken plantengroei aanwezig, maar na de komst van de geknobbelde Amerikaanse rivierkreeft liep het aantal planten terug en verdween ondergedoken plantengroei in 2005/6 zelfs volledig. Ook de helderheid van het water nam af. De schade bleek veroorzaakt te zijn door een grote populatie van de rode Amerikaanse rivierkreeft (Heuts, 2012). De impact op ondergedoken waterplanten bleek groter dan het effect op drijvende waterplanten, vanwege het verschil in structuur en chemische samenstelling (Roessink, Hudina, & Ottburg, 2009).

Macrofauna

Alle exotische rivierkreeftsoorten hebben een effect op de macrofauna en zorgen voor veranderingen in het voedselweb (Souty-Grosset et al., 2016). Zo verdwijnen bepaalde groepen en neemt de stand van andere juist toe door de komst van exotische kreeften. Door predatie van de rivierkreeften nemen vooral de grotere, minder mobiele macrofaunasoorten af (Peay et al., 2010; Souty-Grosset, et al., 2016). Soorten als de brede bloedzuiger (*Glossiphonia complanata*), slakken van het *Radix* geslacht en kokerjuffers van het geslacht *Hydropsyche* nemen af. Meer mobiele macrofauna als de *Rhyacophilidae*-familie en soorten die beter verstopt zijn als leden van de *Psychomyiidae*-familie die zich ingraven, worden niet of minder gegeten. Beide zijn schietmotten. Deze soorten zijn ongrijpbaar voor de rivierkreeften, die vooral opportunistisch eten en dan dus de makkelijkere prooien pakken (Mathers, Chadd, Dunbar, Extence, Reeds, Rice, & Wood, 2016).

Amfibieën en reptielen

De meeste vissen en amfibieën zijn te snel voor rivierkreeften om te vangen. Als er al een amfibie of een vis gevangen wordt, gaat het om een verzwakt exemplaar. Exotische kreeften jagen wel meer op kikkers, padden en salamanders dan de inheemse kreeftsoorten, maar eten voornamelijk hun eieren (Souty-Grosset, et al., 2016; Ilhéu, Bernardo, & Fernandes, 2007). Het is van de rode Amerikaanse rivierkreeft bekend dat deze in Spanje veel schade toebrengt aan de populatie rugstreeppadden (*Epidalea calamita*) in de paartijd. Deze paren in regenplassen tijdens de regentijd. Als hier een kreeft bijkomt, overleeft geen pad het (Portheault, Díaz-Paniagua, & Gómez-Rodríguez, 2007). Ook in Denemarken worden er kikkers en salamanders gevonden met beschadigde of missende ledenmaten (Govers & Janse, 2008). De rode Amerikaanse rivierkreeft heeft ook een negatieve invloed op de Europese moerasschildpad (*Emys orbicularis*), vanwege de concurrentie om voedsel en de degradatie van geschikte leefgebieden voor de schildpad door het graafgedrag van de rivierkreeft (Fritz & Chiari, 2013).

1.4 Huidige verspreiding

In het kader van dit onderzoek is een kaart (1) gemaakt met gegevens van Waarneming.nl gemaakt met de huidige verspreiding van de verschillende rivierkreeften in Nederland. Aan de hand van deze gegevens is ook bepaald welke soorten er voorkomen in de verschillende waterschappen (tabel 1). Zo zijn in het waterschap Stichtse Rijnlanden vier van de vijf exotische Amerikaanse rivierkreeften in hun gebied aanwezig; alleen de Californische rivierkreeft komt niet in het gebied voor. Andere waterschappen met drie of meer soorten kreeften zijn Drents Overijsselse Delta, Rijnland, Rivierenland, Aa en Maas en Brabantse Delta. In de meeste gevallen gaat het om de rode en de

gevlekte Amerikaanse rivierkreeft in combinatie met de geknobbelde of de gestreepte Amerikaanse rivierkreeft. Alleen bij waterschap Brabantse Delta gaat het om de Californische rivierkreeft.

Tabel 1: Kreeftensoorten per waterschap

Kreeftensoort→ Waterschappen↓	Gevlekte Amerikaanse rivierkreeft	Rode Amerikaanse rivierkreeft	geknobbelde Amerikaanse rivierkreeft	Gestreepte Amerikaanse rivierkreeft	Californische rivierkreeft	Turkse Rivierkreeft
1 Noordzijlvest	X					
2 Fryslân	X	X				
3 Hunze en Aa's	X					
4 Drents Overijsselse Delta	X	X		X		
5 vechtstromen	X				X	
6 Vallei en Veluwe	X	X				
7 Rijn en IJssel	X	X				
8 De Stichtse Rijnlanden	X	X	X	X		
9 Amstel, Gooi en vecht	X	X				
10 Hollandse Noorderkwartier	X	X				
11 Rijnland	X	X	X			
12 Delftland	X	X				
13 Schieland en Krimpenerwaard	X	X				
14 Rivierenland	X	X		X		
15 Hollandse Delta	X	X				
16 Scheldestromen						
17 Brabantse Delta	X	X			X	
18 De Dommel	X	X				
19 Aa en Maas	X	X		X		
20 Limburg	X	X				X
21 Zuiderzeeland	X					



Kaart 1: Verspreiding van de verschillende Amerikaanse rivierkreeften in Nederland, gebaseerd op gegevens van Waarnemingen.nl.

1.5 Onderzoeksvraag

Exotische rivierkreeften hebben een negatief effect op waterplanten, macrofauna en mogelijk ook op amfibieën, reptielen en vissen. De meeste schade aan het watersysteem komt door het graaf- en sloopgedrag van deze dieren. Predatie heeft vooral effect op de macrofauna en concurrentie is er vooral met vissen, amfibieën en andere kreeften. In het buitenland zijn exotische rivierkreeften gerapporteerd die schade toebrengen aan andere soorten als de rivierdonderpad, het biermuggje, de Atlantische zalm en de blankvoorn. In Nederland is er niet veel bekend over de effecten van rivierkreeften op vissen. Wel is onderzoek gedaan naar de verspreiding van de rivierkreeften en het graafgedrag van met name de rode Amerikaanse rivierkreeft. Daarom is ervoor gekozen om het onderzoek te richten op het effect van rivierkreeften op de visstanden. De hoofdvraag van dit onderzoek luidt:

“Welke verandering in visstand treden op in Nederlandse wateren waar Amerikaanse rivierkreeften zich gevestigd hebben?”

1.5.1 Deelvragen

1. Van welke typen vissen zijn de populaties toegenomen? Gelet wordt op eurytope, limnofiele, rheofiele en exotische vissoorten.
2. Is een vergelijkbare afname van de inheemse bodemvissen als het biermuggje (*Barbatula barbatula*), de rivierdonderpad en de riviergrondel (*Gobio gobio*) in Nederland als in Engeland?

Om antwoord op de vragen te kunnen geven, zijn diverse waterschappen benaderd om informatie te verkrijgen over de verspreiding van de rivierkreeften en de trends van verschillende vissoorten. Het gaat om de waterschappen met drie of meer rivierkreeftsoorten in het beheersgebied. Deze vergaarde data zijn in een grafiek geplaatst. Op die manier wordt inzichtelijk wat het effect van de komst van exotische rivierkreeften op de visstanden is.

Dit verslag is geschreven voor de Nederlandse waterschappen en andere overheidsorganen. De hypothese is dat de rivierkreeften zorgen voor schade aan de visstanden in de Nederlandse rivieren. Dit is vooralsnog nauwelijks bestudeerd in Nederland. Daarbij beoogt dit onderzoek aan te tonen dat vooral de stand van kwetsbare, beschermde of zeldzame vissoorten achteruitgaat door de komst van de exotische rivierkreeft. Het doel is ook om de waterschappen aan te sporen meer actie te ondernemen tegen de verspreiding van rivierkreeften en die vooral beter te monitoren. Hetzelfde geldt voor andere overheidsorganen zoals Rijkswaterstaat. Ook kan de overheid de wet versoepelen, zodat er geen vergunning nodig is om de exotische rivierkreeften weg te vangen zoals nu nodig is door de visserijwet.

1.6 Leeswijzer

In de inleiding (hoofdstuk 1) worden de exotische rivierkreeften die in Nederland leven beschreven. Ook wordt beschreven welke mogelijke schade de verschillende rivierkreeften aanbrengen aan de plaatselijke flora en fauna. Tot slot worden in de inleiding de hoofdvraag en de deelvragen van dit onderzoek geformuleerd.

In hoofdstuk 2 wordt uitgelegd hoe de gegevens verzameld zijn en welke informatie geselecteerd is. Ook staat beschreven hoe de data zijn omgezet in grafiekvorm en hoe de grafieken gebruikt kunnen worden om verbanden te identificeren en antwoord te geven op de verschillende onderzoeksvragen.

In hoofdstuk 3 worden de resultaten van het onderzoek gepresenteerd. De resultaten staan in grafiekvorm. De belangrijkste tendensen en opvallendheden in de grafieken worden beschreven. Tot slot worden in hoofdstuk vier in de discussie de belangrijkste beperkingen van het onderzoek toegelicht, worden conclusies getrokken en worden aanbevelingen gedaan aan de waterschappen en voor vervolgonderzoek.

2 Materiaal en methode

In tabel 1 is per waterschap te zien welke rivierkreeften er aanwezig zijn. De waterschappen met meerdere rivierkreeften zijn opgenomen in dit onderzoek. Er kon per waterschap over meerdere kreeften informatie ingewonnen worden, zoals beschreven in paragraaf 1.4. Hieronder volgt een toelichting over het benodigde materiaal en de gekozen methode om het onderzoek uit te voeren.

2.1 Benodigd materiaal en informatie

Bij de waterschappen Stichtse Rijnlanden, Brabantse Delta, Drents Overijsselse Delta, Rivierenland, Rijnland en Aa en Maas zijn twee soorten gegevens opgevraagd: over de trends van rivierkreeften over de jaren heen na de eerste vondst en over de vistrends van de wateren met rivierkreeften. De meeste waterschappen hebben geen beschikbare informatie of hebben niet gereageerd op de gestuurde mail. De volgende waterschappen hebben gegevens gestuurd: Stichtse Rijnlanden, Brabantse Delta en Rivierenland. Alleen die van Rivierenland zijn niet gebruikt, doordat dit ruwe gegevens zijn en ze daardoor niet via de gekozen methode vergeleken kunnen worden met de gegevens van de waterschappen Brabantse Delta en Stichtse Rijnlanden.

Bij waterschap Brabantse Delta gaat het om acht documenten gemaakt door Koole of Niemeijer over de visstanden in het beheersgebied van waterschap Brabantse Delta, deze zijn van 2010 tot 2017. Bij Waterschap Stichtse Rijnlanden is het onderzoek in 2006 gedaan door M.C. Beers van Aquaterra en J.L. Spier, P.B. Broeck en G.H. Bonhof van Bureau Waardenburg. De monitoring van het Oude Rijngebied in 2007 is gedaan door Natuurbalans-Limes Divergens BV en Bureau Viridis en is geschreven door T. Brouwer, M. Boonman, T.H. de Jong en G. Hoogwerf. De twee onderzoeken uit 2012 en 2013 zijn gedaan door P. Rutjes van ATKB. Alle onderzoeken hebben dezelfde methodes uit Handboek Hydrobiologie gebruikt. De gebruikte vismethode in deze onderzoeken is gebaseerd op de Bevestigings-Oppervlak-Methode (BOM) zoals die wordt beschreven in het Handboek Hydrobiologie. Verder zijn de gegevens berekend via een methode uit het Handboek Hydrobiologie van Bijkerk, hierdoor worden de populatie van de vissen berekend naar oppervlak. Op deze manier kan er een vergelijking gemaakt worden tussen de wateren (Niemeijer, 2018). Alle benamingen van de wateren zijn overgenomen uit de verschillende onderzoeken die gestuurd zijn door de waterschappen.

De metingen van de wateren zijn gedaan gedurende de periode tussen midden juli en begin november, verschilt sterk per jaar. In de verschillende rivieren zijn (beslaat de hele rivier) trajecten gemeten. Afhankelijk van de hoeveelheden gaat het om metingen van een dag tot een week. De dagen waarin de metingen zijn verricht kunnen per keer verschillen. Zo kan een rivier in begin augustus gemeten zijn in 2012, terwijl dezelfde rivier in 2015 pas tegen het einde van augustus gemeten is. In de meeste wateren is de visstand om de drie jaar gemeten. De metingen kunnen als zeer betrouwbaar beschouwd worden doordat ze volgens de KRW-methode zijn uitgevoerd. Dit is een van de meest geaccepteerde methodes is om vissen te inventariseren in wateren. Deze methode geeft een zo goed mogelijke schatting van de visstanden in het onderzochte water. Ook de tijd van het jaar is het meest gunstig om onderzoek te doen naar de visstanden wat al een deel van de onzekerheden wegneemt (Bijkerk, 2010).

De visstand gegevens zijn beschikbaar per jaar of per zes jaar (KRW-score metingen). Om te bepalen of de kreeft daadwerkelijk invloed heeft, is per kreeftsoort informatie opgevraagd over de visstanden voor de aanwezigheid van de kreeft. Als die gegevens niet beschikbaar waren, zijn de oudste data opgevraagd. Per kreeftsoort gaat het om de volgende jaartallen (Soes & Koese, 2010):

1. De gevlekte Amerikaanse rivierkreeft: 1968
2. De rode Amerikaanse rivierkreeft: 1985
3. De Californische rivierkreeft: 2004
4. De geknobbelde Amerikaanse rivierkreeft: 2004
5. De gestreepte Amerikaanse rivierkreeft: 2005

2.2 Bepaling gebruik gegevens

Grote rivieren als de Maas en de Waal worden niet onderzocht; in deze rivieren worden te veel andere invloeden verwacht en de waterschappen beheren deze wateren niet. Alle wateren waar de gegevens van gestuurd zijn, worden gebruikt om een algeheel beeld te krijgen van de impact die de exotische rivierkreeften op de visstanden hebben binnen het waterschap. Er wordt een overzicht gemaakt van de visstand in wateren waar de exotische rivierkreeft in voorkomt tegenover wateren waar geen rivierkreeft in voorkomt. Verder zijn er wateren vergeleken om te bepalen of de grafieken over de waterschappen representatief zijn voor de wateren in het gebied. Ook bij de één op één vergelijking van de wateren is eenzelfde vergelijking gemaakt tussen wateren met rivierkreeften en zonder rivierkreeften.

2.3 Methode, grafieken en vergelijkingen

In de grafiek zijn de trends van vispopulatie van het waterschap neergezet en ook die van de gekozen wateren, zodat duidelijk wordt of er al dan niet sprake is van een toe- of afname. De verschillende visgroepen eurytoop, limnofiel, rheofiel en exoot zijn in 100% gestapelde kolomgrafieken neergezet om duidelijk te krijgen welke groep het grootste percentage inneemt. In de grafieken staat er op de x-as een jaartal per kolom. De y-as bevat de percentages ten opzichte van de totale visstand van het water. De jaren zijn per twee jaar samengevoegd, dit is gedaan zodat er een vergelijking gemaakt kan worden. Veel van de wateren binnen waterschap Brabantse Delta zijn om de twee of drie jaar gemeten. Ook de wateren van waterschap Stichtse Rijnlanden zijn in twee verschillende jaren gemeten. Verder wordt er bij de vergelijking van de wateren neergezet welke soort(en) rivierkreeften er in het water voorkomen en vanaf welk jaar. Hierdoor kan er gekeken worden of deze kreeften een invloed hebben gehad op het verloop van de visstanden, zijn er bijvoorbeeld groepen sterk afgenomen na de komst van de exotische rivierkreeft.

Hierna worden verschillende wateren van het Waterschap met elkaar vergeleken met elkaar. Het gaat om wateren die tot hetzelfde KRW-typ behoren. Deze vergelijking moet uitsluitel geven of er een effect is op de visstanden wanneer er een exotische rivierkreeftensoort aanwezig is in het water. Deze wateren bevatten dezelfde type grafiek als gebruikt is voor de vergelijking van de wateren van het waterschap. Zie hierboven de combinaties.

In tabel 2 staan de vissoorten die zijn aangetroffen in het geselecteerde water gerangschikt naar visgroep. De soorten komen niet voor in alle geselecteerde wateren. Zo hebben eurytope soorten geen specifieke voorkeur, maar hebben limnofiele soorten een voorkeur voor stilstaande wateren met weelderige plantengroei en geven rheofiele soorten de voorkeur voor stromende wateren.

Tabel 2 Vissen per type

Eurytoop	Limnofiel	Rheofiel	Exoot
Aal/Paling (<i>Anguilla anguilla</i>)	Bittervoorn (<i>Rhodeus amarus</i>)	Bermpje (<i>Barbatula barbatula</i>)	Blauwband (<i>Pseudorasbora parva</i>)
Alver (<i>Alburnus alburnus</i>)	Rietvoorn/Ruisvoorn (<i>Scardinius erythrophthalmus</i>)	Rivierdonderpad (<i>Cottus gobio</i>)	Kesslers grondel (<i>Neogobius kesslerii</i>)
Baars (<i>Perca fluviatilis</i>)	Tienddoornige stekelbaars (<i>Pungitius pungitius</i>)	Riviergrondel (<i>Gobio gobio</i>)	Marmergrondel (<i>Proterorhinus semilunaris</i>)
Blankvoorn (<i>Rutilus rutilus</i>)	Vetje (<i>Leucaspis delineatus</i>)	Winde (<i>Leuciscus idus</i>)	Pontische stroomgrondel (<i>Neogobius fluviatilis</i>)
Brasem (<i>Abramis brama</i>)	Zeelt (<i>Tinca tinca</i>)		Roofblei (<i>Aspius aspius</i>)
Driedoornige stekelbaars (<i>Gasterosteus aculeatus</i>)			Zonnebaars (<i>Lepomis gibbosus</i>)
Giebel (<i>Carassius gibelio</i>)			Zwartbekgrondel (<i>Neogobius melanostomus</i>)
Karper (<i>Cyprinus carpio</i>)			
Kleine modderkruiper (<i>Cobitis taenia</i>)			
Kolblei (<i>Blicca bjoerkna</i>)			
Pos (<i>Gymnocephalus cernua</i>)			
Snoek (<i>Esox lucius</i>)			
Snoekbaars (<i>Sander lucioperca</i>)			

2.4 Uitwerking van de gegevens uit de grafieken

Vervolgens zijn de hoofdvraag en de deelvragen beantwoord. Er is geen statistische toetsing gedaan, doordat vooraf verwacht werd dat er hiervoor niet voldoende gegevens waren. Er is vooral gekeken of er grote verschillen zijn tussen wateren met exotische rivierkreeften en water zonder de rivierkreeften. Ook is gelet op een mogelijke toename van bepaalde visgroepen na de komst van de rivierkreeft. Dit onderzoek geeft in ieder geval een indicatie er wel indicaties aangetroffen worden van rivierkreeften die een effect hebben op bepaalde vissoorten en of de soorten die in het buitenland afnemen door rivierkreeften ook in Nederland afnemen.

2.5 Gekozen wateren en de kenmerkende vissamenstelling

Uit de data van de verschillende waterschappen zijn deze wateren gekozen. Ook staat er achter de wateren waarom deze gekozen zijn. Het eerstgenoemde water bevat exotische rivierkreeften.

Waterschap Brabantse Delta:

1. Binnenschelde en Markiezaatsmeer, beide type M30
2. Bijkloop-Turfvaart en Chaamse beek, beide type R4
3. Ligne en Agger, beide type M14

Waterschap Stichtse Rijnlanden:

1. De Grecht en De Tol, beide type M10
2. Zegveld en Meijepolder, beide type M8
3. De Koekoek en Lange Linschoten, beide type M3

In dezelfde volgorde als hierboven kort de kenmerkende vissoorten en samenstellingen per KRW-type. Verder staat er ook bij als het van toepassing is wat de kwaliteit van het water is als een bepaalde vissamenstelling (bijvoorbeeld zeelt-kroeskarper) voorkomt.

M30 zwak Brakke wateren

Bestaat voor het grootste gedeelte uit zoetwatervissen. Tot een chloride gehalte van 1 à 2 gCl/l kunnen alle soorten in principe nog voorkomen. Als het aantal hoger is verdwijnen soorten door intoxicatie of indirect doorveranderingen in het voedselweb. Een kenmerkende soort voor het brakke water is de brakwatergondel. Andere kenmerkende soorten voor water met verbindingen met de zee zijn paling, 3-doornige stekelbaars en spiering. Geïsoleerde brakke wateren hebben essentieel andere visstanden zonder migrerende soorten. De biomassa van vissen in brakke wateren is vaak laag (Altenburg et al. 2012).

R4 Permanent langzaamstromende bovenloop op zand

De visfauna is er beperkt, de meest voorkomende soort is de driedoornige stekelbaars. Ook de tiendoornige stekelbaars wordt vaak aangetroffen. Plaatselijk worden ook bierpjes en/of riviergrondels aangetroffen. Afhankelijk van de plaatselijke omstandigheden (grofzand of grindbak) kunnen in dit beektype beekprikken voorkomen. De aanwezigheid van de elrits is niet uitgesloten in het voorjaar wanneer deze om te paaien naar de grindbakken in de bovenlopen zwemt. Voor de beekforel zullen niet voldoende doorstromende grindbakken aanwezig zijn (Altenburg et al., 2012).

M14 Ondiepe gebufferde plassen

Visstanden zijn afhankelijk van de trofische status van het water en de aanwezigheid van waterplanten. De visstanden van plantenrijke delen bestaat voor het grootste gedeelte uit limnofiele vissen. Eurytope vissen worden vooral aangetroffen in het open water. Het aandeel ondergedoken planten en oeverplanten (peilfluctuatie) bepaald daarom in sterke mate het relatieve aandeel van limnofiele soorten. In et geval van een verbinding met stromend water kunnen er ook rheofiele soorten aangetroffen worden (Altenburg et al., 2012).

De visstanden wordt gekarakteriseerd door een groot aandeel plantminnende vis. De volgende indicatoren zijn van toepassing op deze visgemeenschap (Altenburg et al., 2012)

- Aandeel brasem: maximaal 2%
- Aandeel baars+blankvoorn in % van alle eurytopen: minimaal 35%
- Aandeel plantminnende vis: Minimaal 65%
- Aandeel O2- tolerante vis: minimaal 20%

M10 Laagveen vaarten en kanalen

Voor de visstand is het stagnante karakter overheersend en worden er vooral stilstaand-watersoorten aangetroffen. Met uitzondering van de volgende rheofiele soorten die in kanalen worden aangetroffen, het gaat om de winde, riviergrondel en rivierdonderpad. De stilstaande soorten zijn echter dominanter aanwezig. Afhankelijk van de dimensie, helderheid en plantenrijkdom zijn dit overwegend eurytope soorten als brasem, baars en blankvoorn in groot, diep troebel en/of troebel water. Plantenminnende soorten als snoek, zeelt en ruisvoorn domineren in kleinere, heldere en planten rijke wateren. Als de kanalen in verbinding staan met andere wateren kunnen migrerende vissen als paling en driedoornige stekelbaars herbergen. De volgende visstanden kunnen in de kanalen worden aangetroffen komen overeen met de viswatertypen van stilstaande wateren: in volgorde van afnemende helderheid en plantenrijkdom (Evers et al., 2012)

- Zeelt-kroeskarper
- Ruisvoorn-snoek
- Snoek-blankvoorn
- Blankvoorn-brasem
- Brasem-snoekbaars

Laagveen vaarten kunnen hoge ecologische potenties hebben. Voorwaarden zijn wel geringe scheepvaart, een lage nutriënten belasting en gevarieerde en plantenrijke oevers. Dit zijn bij uitstek kanalen met een natuurfunctie.

Onder mesotrofe omstandigheden komen emergente, submerse en drijfbladen dan in vergelijkbare bedekking voor; er is alleen geen sprake van een kolomvullende vegetatie. De bijbehorende visstand is overwegend plantminnend van aard: snoek ruisvoorn, maar ook zeelt en grote modderkruiper zijn allen abundant aanwezig. Bij eurytopen zijn vooral snoek, baars en blankvoorn met een geringe hoeveelheid brasem en karper aanwezig. De visstand is gekenmerkt als Ruisvoorn-snoek (Evers et al., 2012).

M8 Gebufferde laagveensloten

Helder plantenrijk sloten van een poldersysteem zijn rijk aan limnofiele en eurytope soorten, zeker als deze overlopen in grotere wateren. Er kunnen zo'n 17 tot 22 soorten aangetroffen worden. Kenmerkend voor de limnofiele soorten zijn vetje, ruisvoorn, grote modderkruiper, kroeskarper, bittervoorn, snoek, zeelt en paling. Kenmerkend voor ondiepe en productieve sloten zijn sterke temperatuur- en zuurstoffluctuaties. Soorten als de paling, snoek en kleine- en grote modderkruiper zijn hieraan goed aangepast. Ondiepe, geïsoleerde sloten hebben een onevenwichtige visstand met jonge vissen (Evers et al., 2012).

M3 Gebufferde (regionale) kanalen

Voor de visstand is het stagnante karakter overheersend en worden er vooral stilstaand-watersoorten aangetroffen. Met uitzondering van de volgende rheofiele soorten die in kanalen worden aangetroffen, het gaat om winde, riviergrondel en rivierdonderpad. Stilstaande watersoorten zijn echter dominanter aanwezig. Afhankelijk van de dimensie, helderheid en plantenrijkdom. In groot, diep troebel water zijn dit overwegend eurytope soorten als brasem, baars en blankvoorn. Waar plantenminnende soorten als snoek, zeelt en ruisvoorn domineren in kleinere, heldere en plantenrijke wateren domineren. Als de kanalen in verbinding staan met andere wateren kunnen migrerende vissen als paling en driedoornige stekelbaars herbergen. De volgende visstanden kunnen in de kanalen worden aangetroffen komen overeen met de viswatertypen van stilstaande wateren: in volgorde van afnemende helderheid en plantenrijkdom (Evers et al., 2012)

- Zeelt-kroeskarper
- Ruisvoorn-snoek
- Snoek-blankvoorn
- Blankvoorn-brasem
- Brasem-snoekbaars

2.6 Beantwoording hoofd- en deelvragen

Het algemene doel van dit onderzoek is aan de hand van de grafieken te bepalen of er afnames van bepaalde vissoorten zijn na de introductie van de rivierkreeften. Een afname kan zich op verschillende

manieren voordoen: zo kan de stand van een soort eerst een stijging laten zien en nu constant blijven of afnemen. Ook kan een populaties waarvan de omvang eerst constant bleef nu een duidelijke afname vertonen. Een andere mogelijkheid is dat een soort al afnam, maar na de introductie van de rivierkreeft een sterkere afname vertoont. Deze waarnemingen vormen op zichzelf al een mogelijk bewijs dat de kreeft invloed heeft op de visstand. Dat de rivierkreeften dergelijke veranderingen veroorzaken wordt in dit onderzoek dus enkel door middel van deze trendlijnen verklaard. Een afname na de komst van de rivierkreeft geldt desondanks als een duidelijke indicatie van de mogelijke invloed van de rivierkreeft.

Deelvragen

Deelvraag 1 luidt: “Welke visgroepen zijn in omvang toegenomen?” Deze bestudeerde groepen zijn eurytope, limnofiele, rheofiele en exotische vissoorten. Eventueel konden ook roofvissen worden onderscheiden. De deelvraag wordt aan de hand van de grafieken worden beantwoord. Hierbij is gekeken naar soorten als snoek en baars. Ook is een vergelijking gemaakt tussen de grafieken en is gelet op de soorten die juist een toename laten zien.

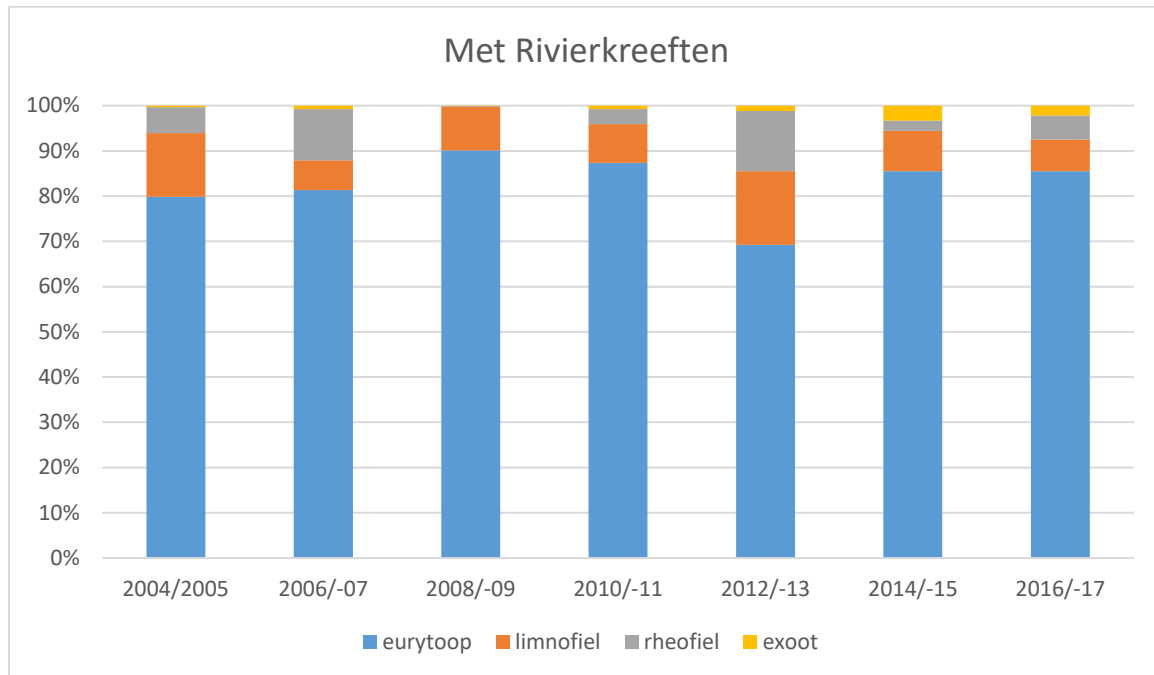
Deelvraag 2 luidt: “Is er een vergelijkbare afname van de bodemvissen (rheofiel) in Nederland als in Engeland?” Er is hier specifiek gekeken naar het effect van rivierkreeften op de vermelde bodemvissen. Verwacht werd dat alle kreeften een effect hebben op de bodemvissen. Ook deze deelvraag is beantwoord met behulp van de grafieken.

3 Resultaten

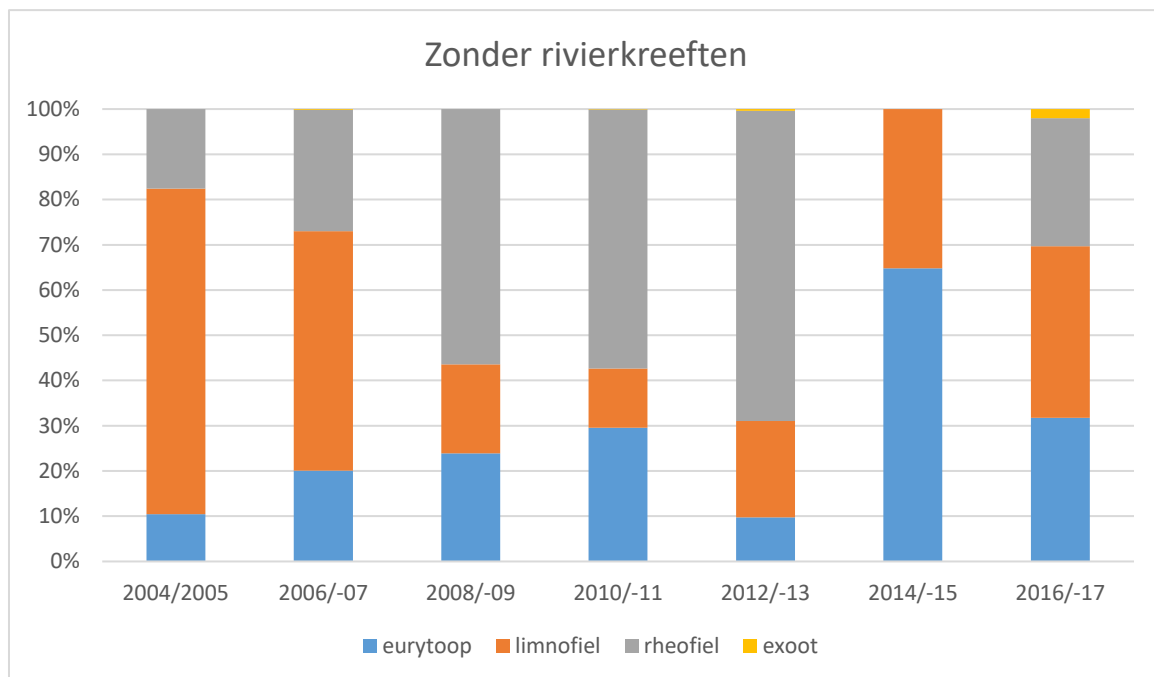
Er wordt hier gekeken naar de verschillen tussen de visstanden van wateren met en zonder de exotische rivierkreeften binnen waterschap Brabantse Delta. Hiervoor zijn de twee grafieken hieronder gemaakt om duidelijk het verschil per visgroepen (eurytoop, limnofiel, rheofiel en exoot) weer te geven. Uit de gegevens van waterschap Brabantse Delta zijn gegevens gehaald om een vergelijking te kunnen maken over verschillende jaren heen. Per kolom staan er twee jaren, dit is gedaan doordat veel wateren om het jaar of om de twee jaar worden bevist.

Ook van de gegevens van waterschap Stichtse Rijnlanden zijn grafieken gemaakt. Ook hiervoor is er een vergelijking gemaakt tussen wateren met rivierkreeften en water zonder rivierkreeften. In dit geval zijn er maar twee staven gemaakt het gaat om de jaren 2006/-07 en 2012/-13. In H3.2 zijn de grafieken te zien van het vergelijk tussen alle wateren met rivierkreeften en de wateren zonder rivierkreeften.

3.1 Waterschap Brabantse Delta



Grafiek 1 Visstanden Brabantse delta in wateren met rivierkreeften



Grafiek 2 Visstanden Brabantse Delta zonder rivierkreeften

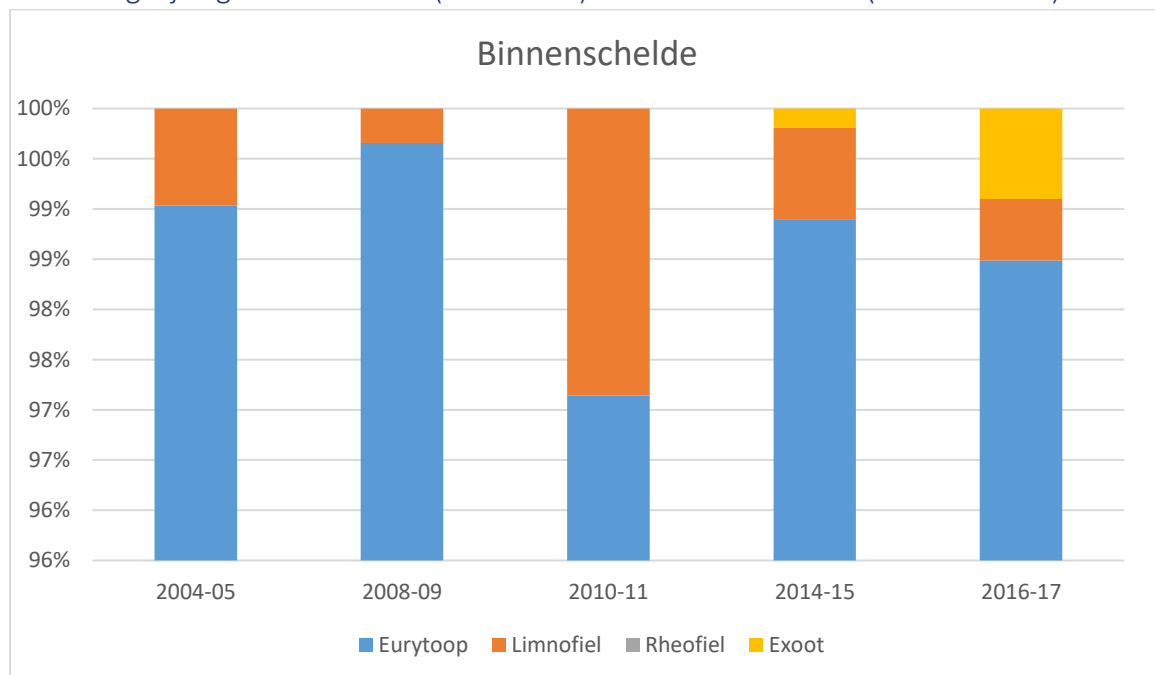
Grafieken 1 en 2 laten een duidelijk verschil zijn tussen de wateren met rivierkreeften en zonder rivierkreeften. Bij wateren met exotische rivierkreeften (grafiek 1) is te zien dat vooral te zien dat eurytope soorten domineren door de jaren heen. Het laagste percentage die de groep eurytopen soorten innemen is rond de 68% in 2012. Over de andere jaren zit het percentage tussen de tachtig en negentig procent. De limnofiele groep gaan op en neer tussen de jaren met ongeveer dezelfde

verschillen. Het percentage blijft tussen de vijftien en vijf procent. Hetzelfde geldt voor de rheofiele soorten alleen in lagere aantallen. Voor beide groepen was 2012 het beste jaar.

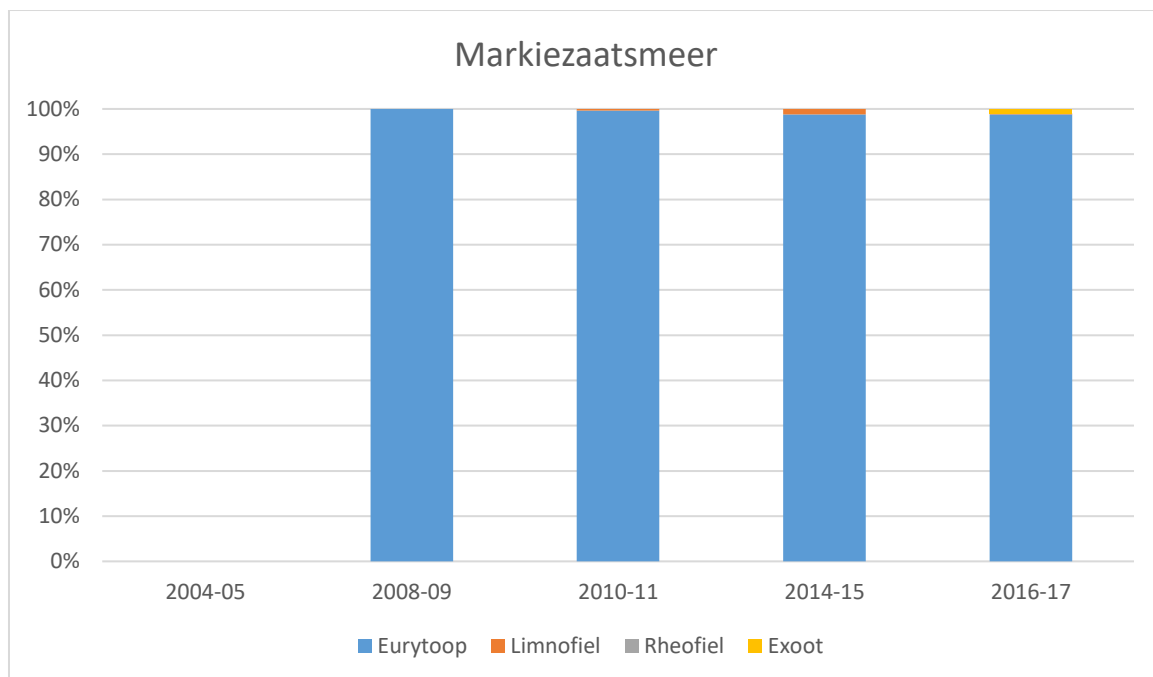
Bij wateren zonder rivierkreeften (grafiek 2) is te zien dat voornamelijk de groepen rheofiele of limnofiele soorten dominant aanwezig zijn. Te zien is dat de rivierkreeften tussen de 2004/05 en 2012/13 toeneemt van 18% naar 68%. In de jaren erna is de soort al afgenomen tot nul in 2014/15 en ook in 2016-17 is het maar 26%. De limnofiele soorten nemen af van 71% af tot 12% in 2020/11. Om weer toe te nemen in de jaren erna tot 34%. De eurytope soorten nemen in deze water tussen de 10% en 32% in, met een uitschieter in 2014/15 toen het 65% innam. Dit heeft te maken dat er die periode maar twee wateren gemeten werden het gaat om het Markiezaatsmeer en een sloot/ kanaal de Agger. In deze wateren wordt verwacht dat er meer eurytope soorten zitten, maar er is nog steeds een verschil tussen deze wateren en die met de rivierkreeften. In beide situaties hebben de exoten niet veel percentages in bezit. De laatste jaren neemt het percentage wel toe.

Nu geeft dit niet direct uitsluitsel of de exotische rivierkreeften een effect hebben op de visstanden. Er zijn twee mogelijkheden waarom deze verschillen zichtbaar zijn. De eerste rede is dat de exotische rivierkreeften een effect hebben op bepaalde visgroepen. De andere reden is dat de wateren in de grafieken sterk verschillen. Dit klopt voor een deel. Daarom is er een vergelijking gemaakt tussen wateren die dezelfde KRW-code hebben. Denk hierbij aan een vergelijking tussen de Binnenschelde en het Markiezaatsmeer die gemerkt staan als KRW-typ M30. Er zijn naast deze vergelijking nog twee vergelijkingen gemaakt. Het gaat om de Bijloop-Turfvaart en de Chaamse beek (KRW-type R4) en de Ligne en de Agger (KRW-M14).

3.1.1 Vergelijking Binnenschelde (met kreeft) en Markiezaatsmeer (zonder Kreeft)



Grafiek 3 Visstanden Binnenschelde

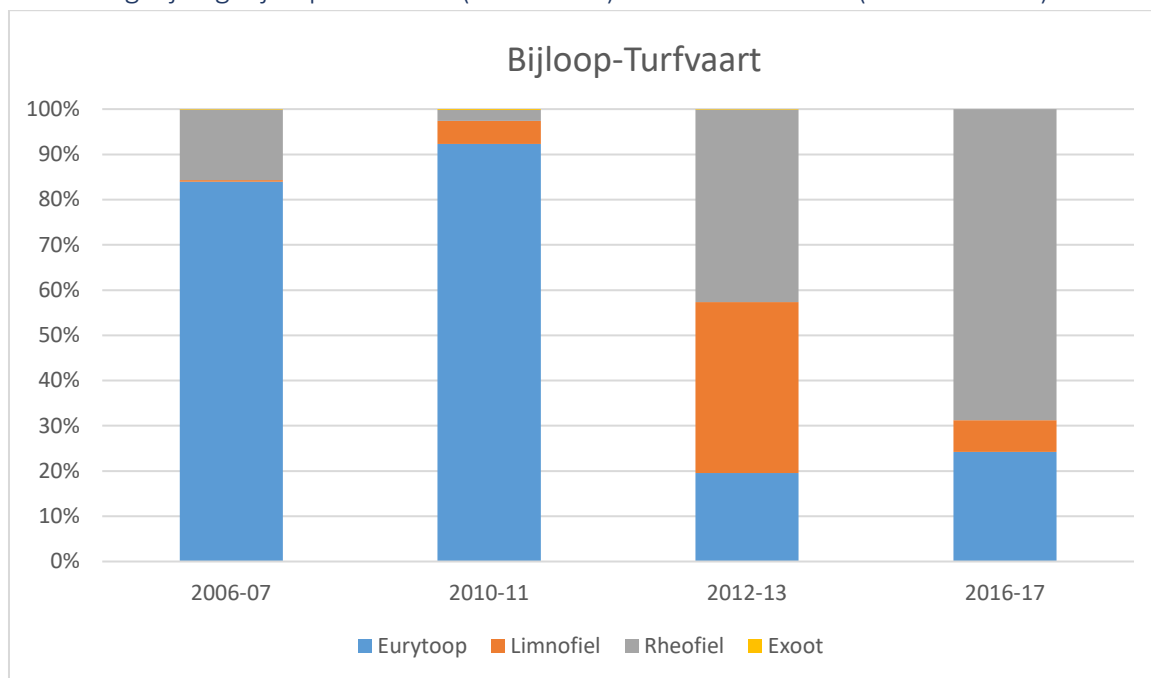


Grafiek 4 Visstanden Markiezaatsmeer

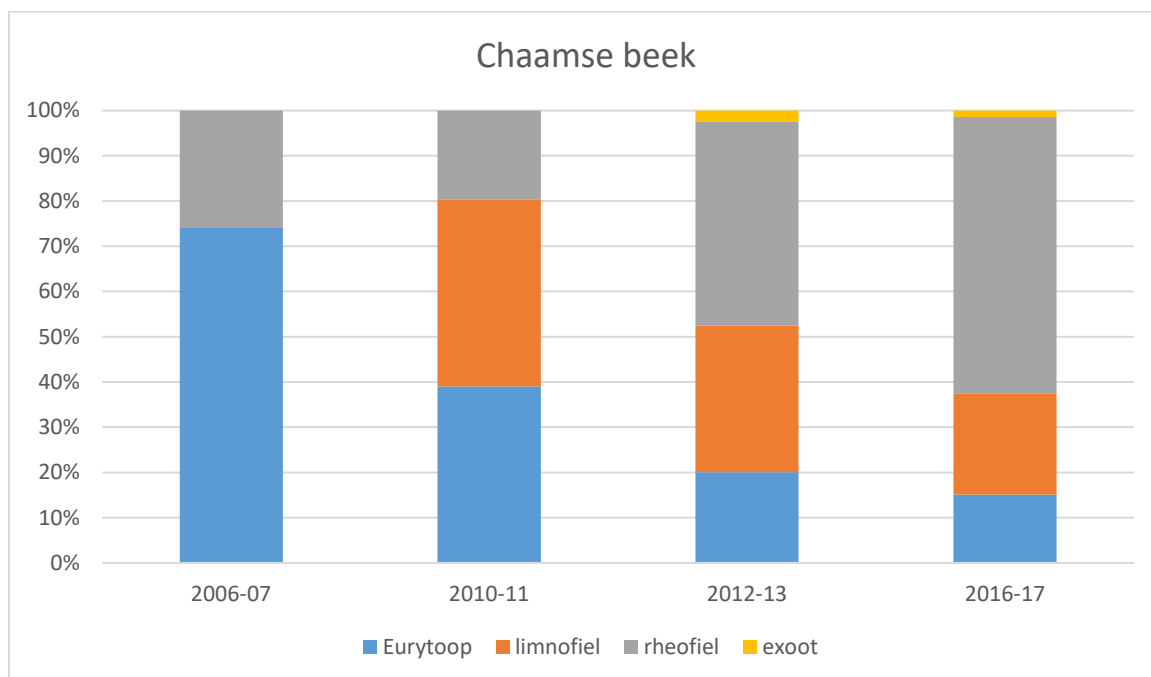
Deze twee water worden vergeleken doordat ze beide binnen KRW-type M30 vallen. KRW-type M30 staat voor zwak brakke wateren. M30 is stilstaand water met een laag tot hoog, redelijk constant tot sterk wisselend chloridegehalte, dat vooral voorkomt in het zeeleigebied en de duinen, maar lokaal ook in het laagveengebied (Alterburg et al., 2012). Verder is van belang om te weten dat er geen gegevens bekend zijn van het Markiezaatsmeer in de jaren 2004/-04, mogelijk is er geen meting gedaan gedurende deze periode.

Het verrassende bij dit type is dat in tegenstelling tot de totale grafieken, hierbij de wateren zonder de rivierkreeften (grafiek4) en de groep met rivierkreeften 9grafiek 3) niet veel verschillen. Zoals te zien is domineert de groep Eurytope bij beide wateren met een aan tal rond de 98% gedurende de jaren. Er is zelfs te zien dat de groep limnofiele soorten een groter aandeel heeft bij de Binnenschelde dan bij het Markiezaatsmeer. Wel is te zien dat de laatste jaren bij beide wateren de exoten in opkomst zijn. Dit is vooral te zien in de laatste kolom van 2016/-17. Vanaf 2014 zijn er gevlekte Amerikaanse rivierkreeften in de Binnenschelde aangetroffen. In 2017 zijn er veel meer aangetroffen dan in 2014. On 2014 is er één exemplaar gevangen in 2017 zijn dit er 21 exemplaren.

3.1.2 Vergelijking bijloop-Turfvaart (met kreeft) en Chaamse beek (zonder kreeft)



Grafiek 5 Visstanden Bijloop-Turfvaart



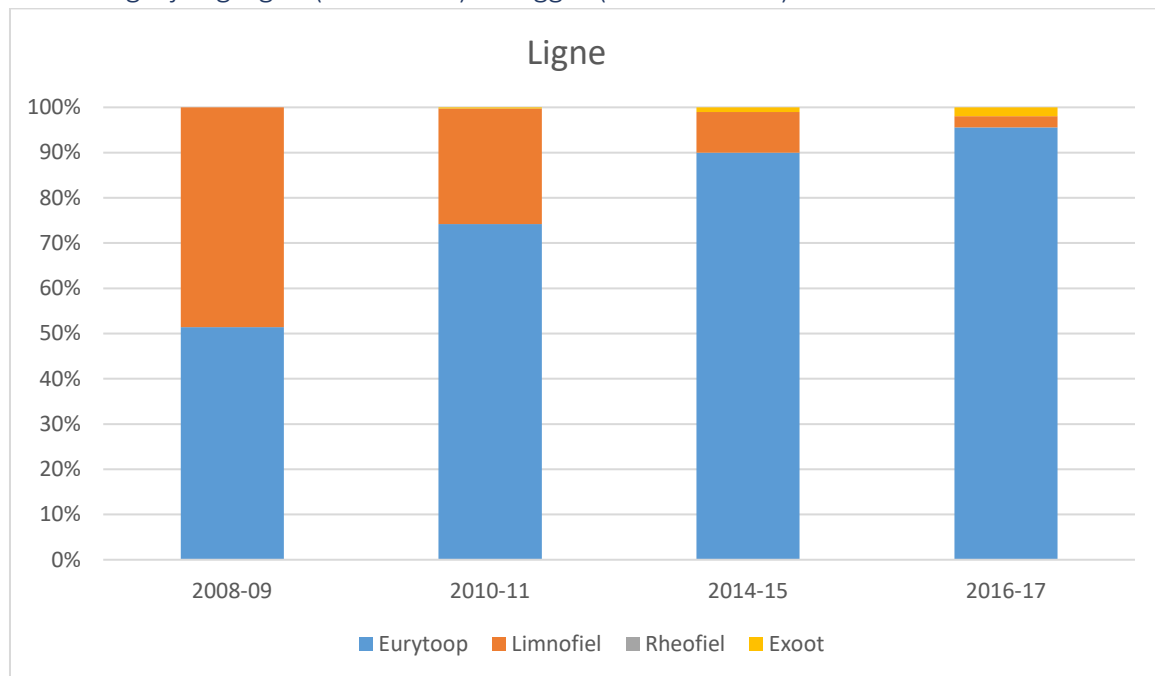
Grafiek 6 Visstanden Chaamse beek

Deze twee wateren vallen onder KRW-type R4. Dit type is permanent langzaamstromende bovenloop op zand. De langzaamstromende bovenloop komt voor op plaatsen met een zwak reliëf op de hogere zandgronden: in uitgestorven laagte, glaciale erosiedalen en ingesneden beekdalen. Vaak betreft het bosrijke landschappen (Alterburg et al., 2012). In 2008/-09 en 2014/-15 zijn er geen metingen gedaan in deze rivier, daarom zijn deze jaren uit de grafieken gelaten.

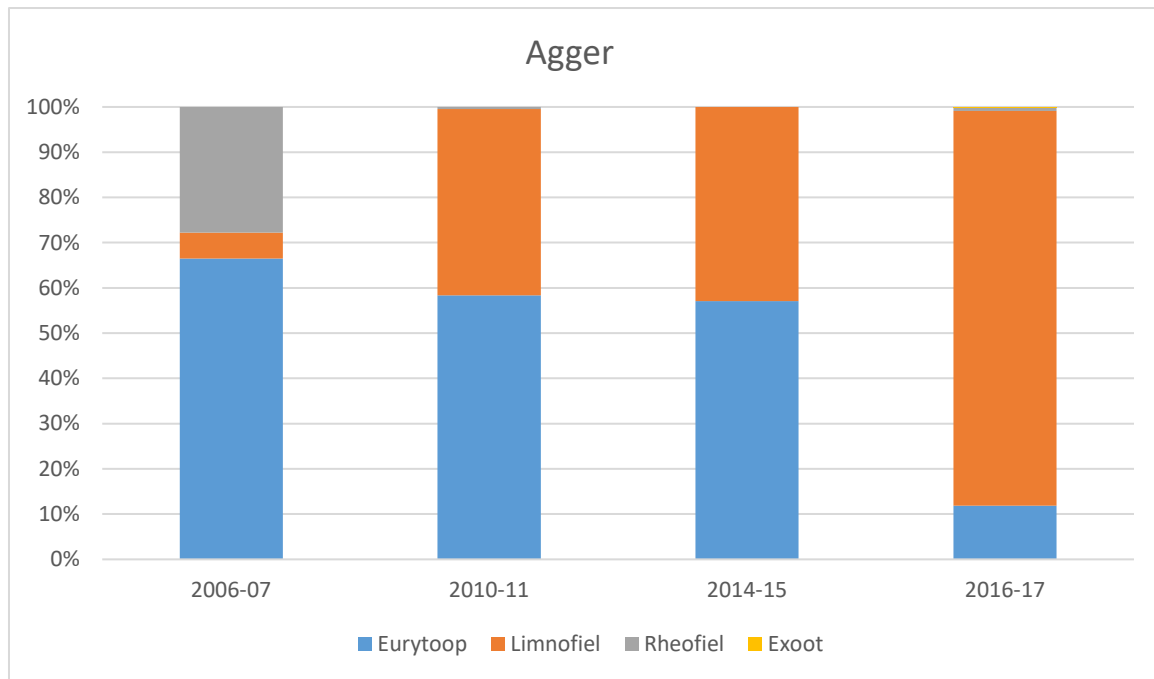
Bij de wateren Bijloop-Turfvaart (grafiek 5) en Chaamse beek (grafiek 6) hebben beide een interessant verloop. Beide wateren hebben een vergelijkbaar verloop waarbij eerst de groep eurytope vissen domineert en uiteindelijk de rheofiele groep in de laatste meting het dominantst is.

Het verschil tussen de deze wateren zit in de groepen limnofiele soorten en eurytope soorten. Bij de Chaamse beek neemt de groep limnofiele vissen sterk toe in 2010/-11 om vervolgens iets af te nemen, maar nog steeds is deze groep in hogere percentages aanwezig dan de groep eurytope vissen. Bij de Bijloop-Turfvaart neemt de groep limnofiele vissen sterk toe in 2012/-13 om vervolgens weer sterk te dalen in de meting van 2016/-17. De groep eurytope vissen neemt ieder meting af bij de Chaamse beek, het sterks in de meting van 2010/-11. Bij de Bijloop-Turfvaart neemt deze groep sterk toe in 2010/-11, waarna deze drastisch afneemt in 2010/11 om in 2016/-17 weer iets toegenomen te zijn. De groep rheofiele heeft in de jaren 2012/-13 en 2016-17 een vergelijkbaar percentage in beide wateren. Verder is er alleen bij de Chaamse beek de groep exoten te zien. In 2013 is er in de Bijloop-Turfvaart een gevlekte Amerikaanse rivierkreeft aangetroffen. In 2017

3.1.3 Vergelijking Ligne (met kreeft) en Agger (zonder kreeft)



Grafiek 7 Visstanden Ligne

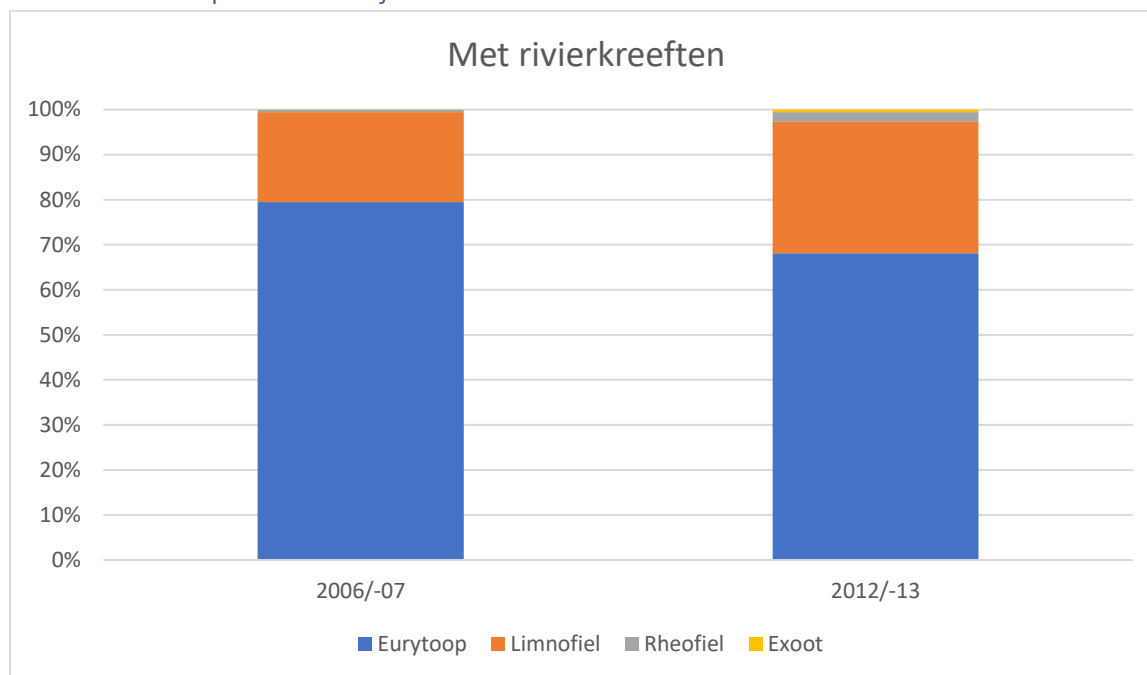


Grafiek 8 Visstanden Agger

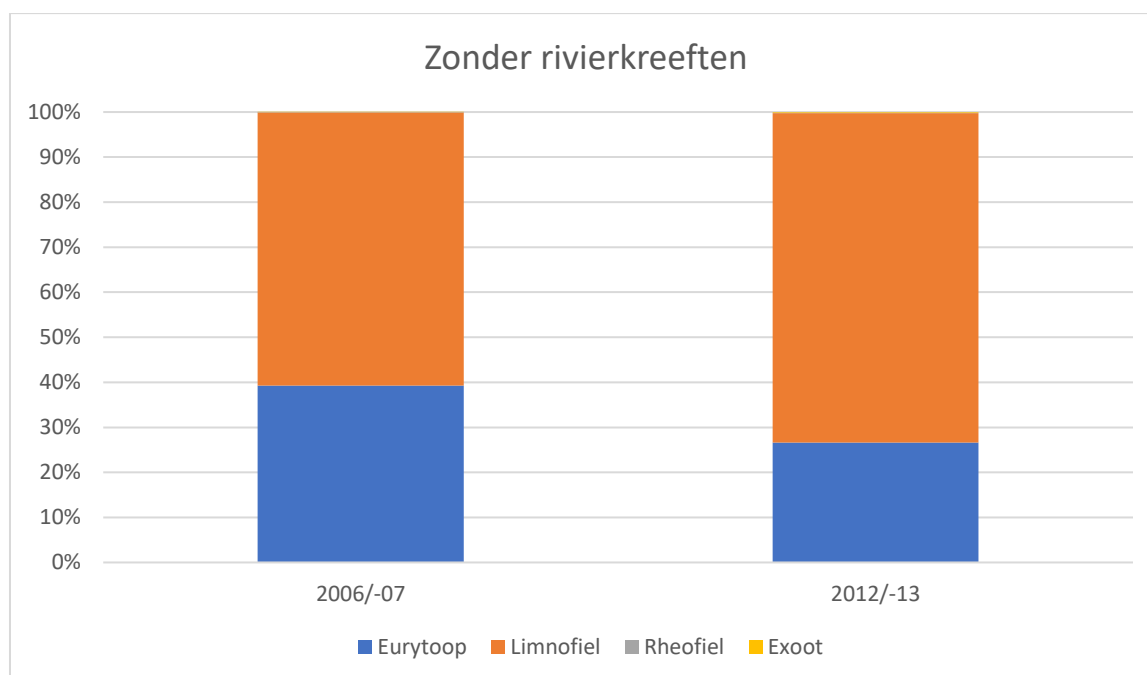
Deze wateren behoren tot KRW-type M14. KRW- typ M14 zijn ondiepe gebufferde plassen. Tot dit watertype behoren de matig, vlakvormige, vrij ondiepe, semi-stagnante, gebufferde zoete wateren in de regio's laagveengebieden, zeekleigebieden, duinen en afgesloten zeearmen. De meren onderscheiden zich van type M27 (laagveenplassen), doordat die bodem niet voor >50% uit organisch materiaal (veen) bestaat en verlandingsprocessen met bijvoorbeeld Krabbenscheer en drijftillenslechts op beperkte schaal voorkomen. De plassen worden wel voornamelijk in het laagveengebied aangetroffen. Veel van de meren zijn ontstaan door hydromorfologische ingrepen van de mens (Alterburg et al., 2012).

Tussen de Ligne (grafiek 7) en Agger (grafiek 8) is het grootste verschil te zien van alle vergeleken wateren. Bij de Ligne is de groep Eurytoop gedurende de hele periode dominant, maar neemt over de jaren in percentages toe ten koste van limnofiele vissen. Ook bij de Agger is de groep eurytope vissen in de eerste meting het dominantst, maar al snel daalt deze ten koste van de limnofiele groep. Ook de groep rheofiele vissen is sterk gedaald tussen 2006/-07 en 2010/-11. Limnofiele vissen had in 2006/-07 maar 5% van de visstand. Waar deze in 2016/-17 ongeveer 89% van de totale visstand beslaat. In de Ligne is in 2017 een Gevlekte Amerikaanse rivierkreeft aangetroffen.

3.2 Waterschap Stichtse Rijnlanden



Grafiek 9 Visstanden Stichtse Rijnlanden met rivierkreeften



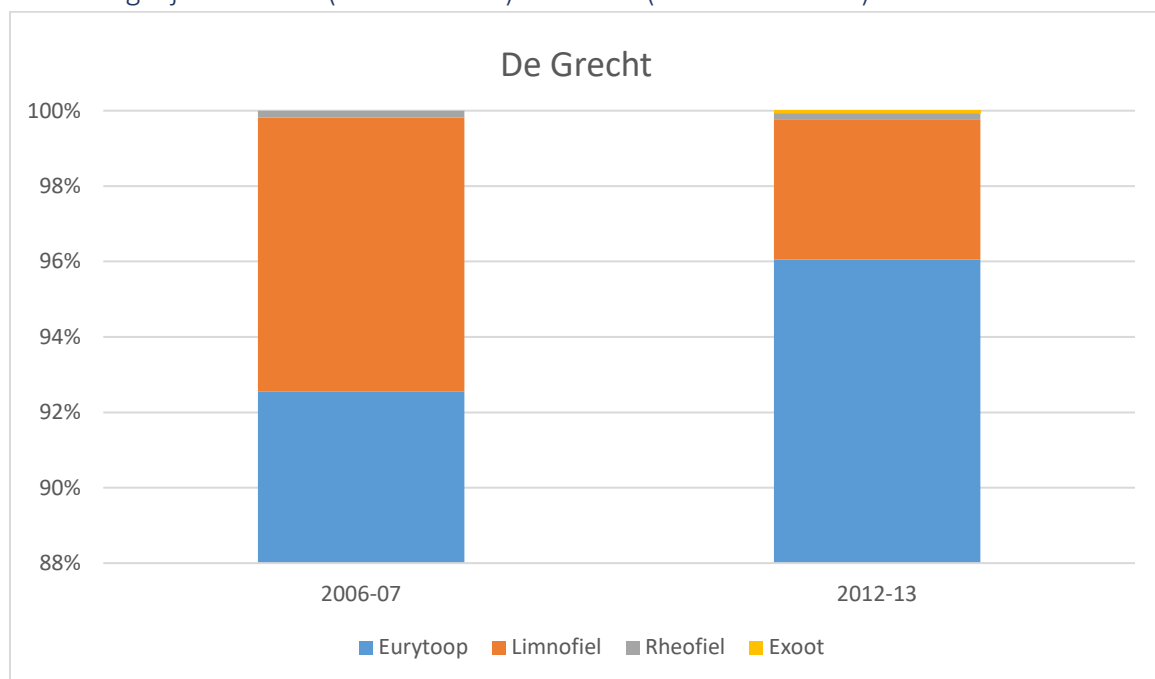
Grafiek 10 Visstanden Stichtse Rijnlanden zonder rivierkreeften

Net als bij waterschap Brabantse Delta is bij waterschap Stichtse Rijnlanden te zien dat de wateren met rivierkreeften (grafiek 9) een hoger percentage eurytope soorten heeft dan de wateren zonder rivierkreeften. In wateren domineren ze met 80% in 2006/-07 en 71% in 2012/-13. Bij wateren met rivierkreeften zijn tussen de twee jaren de andere drie groepen toegenomen. De groep van limnofiele soorten is toegenomen van 20% naar 25%. De andere groepen zijn toegenomen alleen kan er niet bepaald worden hoeveel de toename is. Mogelijk is de groep rheofiele soorten 3% en exoten zijn 2% in 2012/-13.

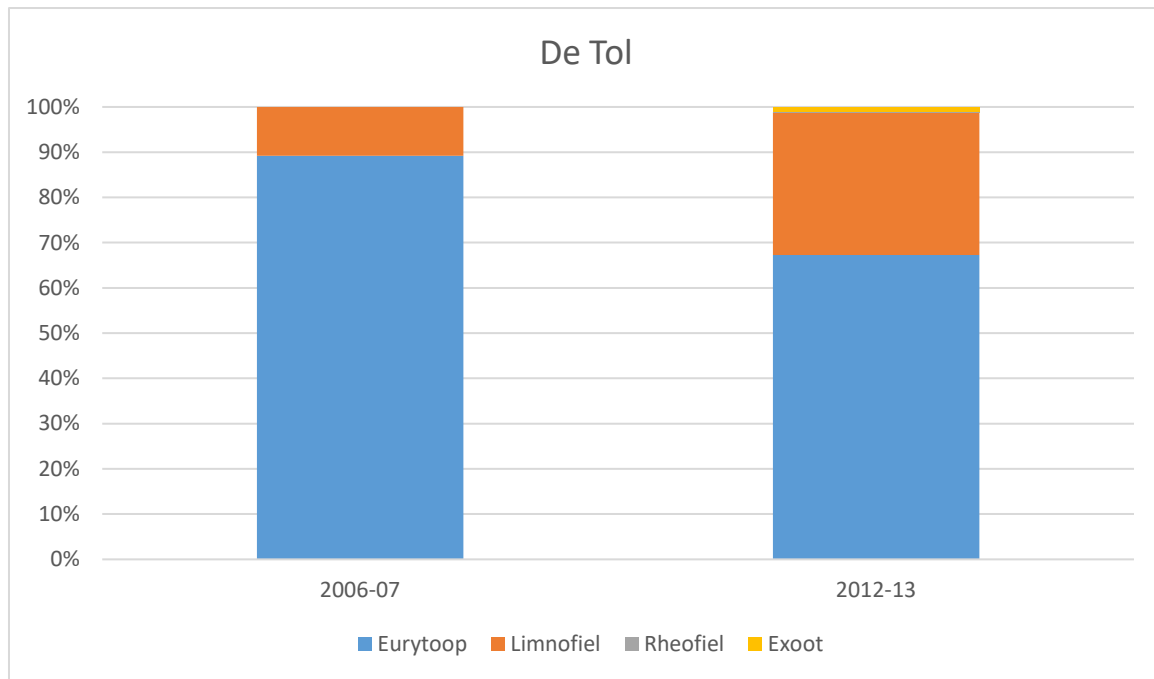
Bij de wateren zonder rivierkreeften (grafiek 10) zijn de groepen exoten en rheofielen nauwelijks aanwezig. In dit geval domineerde eerst de limnofiele soorten met 62% in 2006 en in 2012/-13 domineert de Eurytope groep met 53% van de totale visstand. Hierbij is te zien dat ook al heeft de Eurytope groep de overhand, het is nog steeds minder dan bij de wateren met rivierkreeften.

Ook bij deze wateren zijn er vergelijkingen gemaakt tussen wateren die bij hetzelfde KRW-type behoren. In dit geval zijn er weer drie vergelijkingen gemaakt. In dit geval gaat het om Grecht en de tol die beide behoren tot het KRW-type M10, het water Zegveld en meerpolder die beide behoren tot het KRW-type M8. Als laatste is er een vergelijking gemaakt tussen de Koekoek en de Lange Linschoten beide behoren tot KRW-type M3.

3.2.1 Vergelijken Grecht (met kreeften) en De tol (zonder kreeften)



Grafiek 11 Visstanden De Grecht



Grafiek 12 Visstanden De Tol

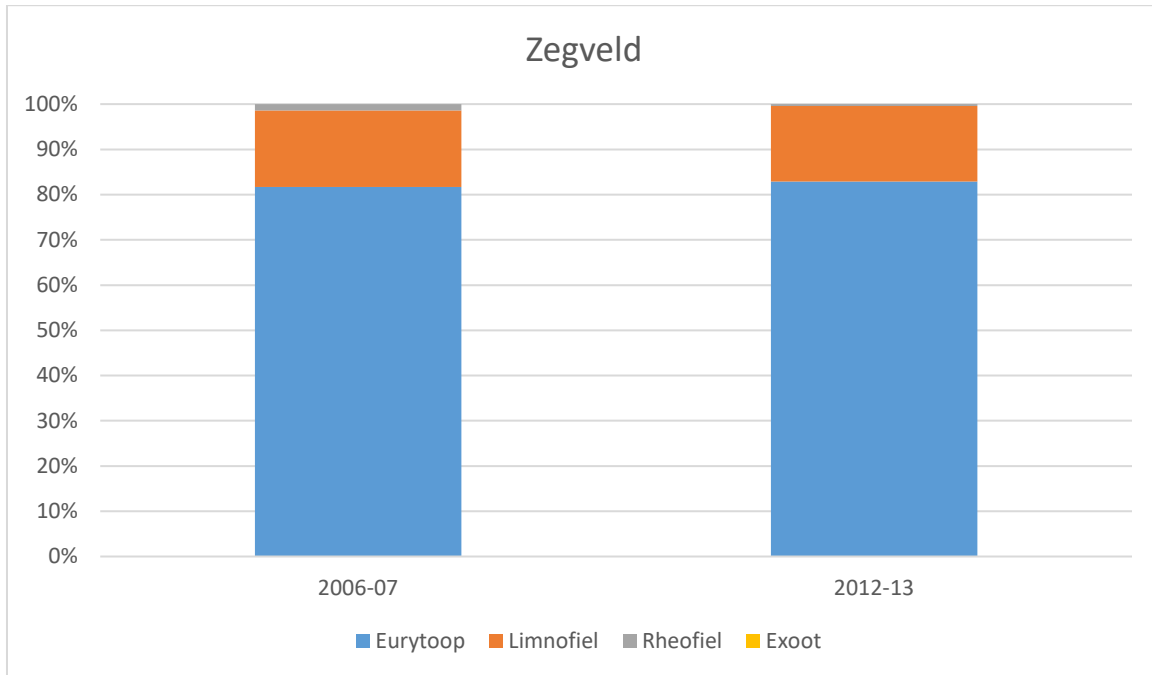
Deze wateren vallen onder KRW-type M10 laagveen vaarten en kanalen. Laagveen vaarten en kanalen worden vooral in laag Nederland aangetroffen, Deze wateren zijn meestal aangelegd ten behoeve van wateraanvoer/afvoer en/of scheepvaart. Enkele liggen in de polder en vormen daar de hoofdwetering. Andere zijn onderdeel van de boezem. Met name de laatste hebben vaak een natuurlijke oorsprong in veenriviertjes en kreken. Hierdoor hoeven de kanalen dan ook niet puur uit veen te bestaan- gedurende het holoceen waren er ook perioden dat er veel slib werd aangevoerd uit rivieren en zee en fungeerde de voorlopers van deze 'kanalen' soms zelfs als getijderek (bijvoorbeeld de Grecht). Laagveenvaarten en kanalen liggen in de veengebieden. De meeste liggen in een agrarische omgeving, sommige in natuurgebieden (Evers et al., 2012).

In grafiek 11 is het verloop door de jaren te zien van de Grecht. Bij de Grecht heeft de eurytope groep de overhand met zo'n 92% wat in 2012/-13 is toegenomen naar 96%. Deze toename is ten koste van de limnofiele groep, waarbij de groep afnam van 7% naar ongeveer 4%. Ook de groep rheofiele soorten is afgenomen, alleen is deze groep afgenomen van minder dan een procent naar bijna niets.

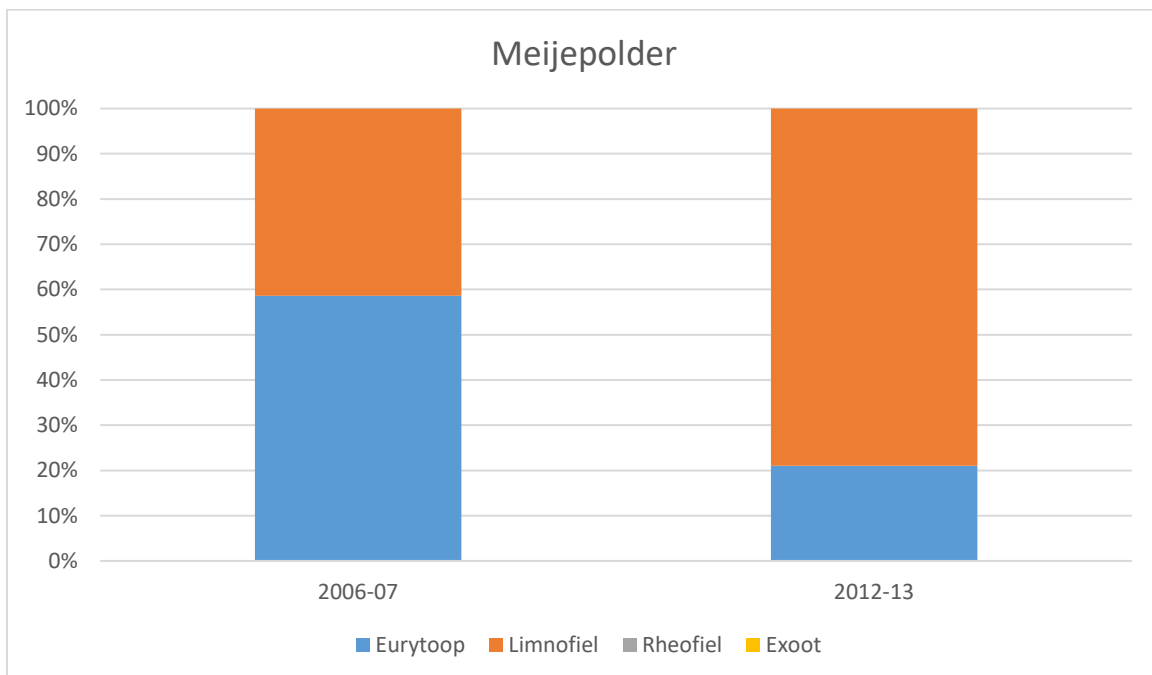
Ook in grafiek 12 is te zien dat de groep eurytope vissen domineert. In tegenstelling tot de Grecht is er wel een toename van limnofiele vissen te zien. Deze groep is toegenomen van 11% in 2006/-07 naar 31% in 2012/-13. Ook is er in de kolom van 2012/-13 de opkomst van exoten te zien.

Er is in dit geval dus duidelijk te zien dat er een verschil in het aandeel van limnofiele soorten te zien tussen wateren met en zonder exotische rivierkreeften. Daarnaast is er ook te zien dat er een toename van de limnofiele groep is bij de Tol waar geen kreeften voorkomen. Waar er een afname is bij de Grecht waar exotische rivierkreeften in voor komen. Bij de Grecht is in 2013 een gevlekte Amerikaanse rivierkreeft aangetroffen.

3.2.2 Vergelijking Zegveld (met kreeften) en Meijepolder (zonder kreeft)



Grafiek 13 Visstanden Zegveld



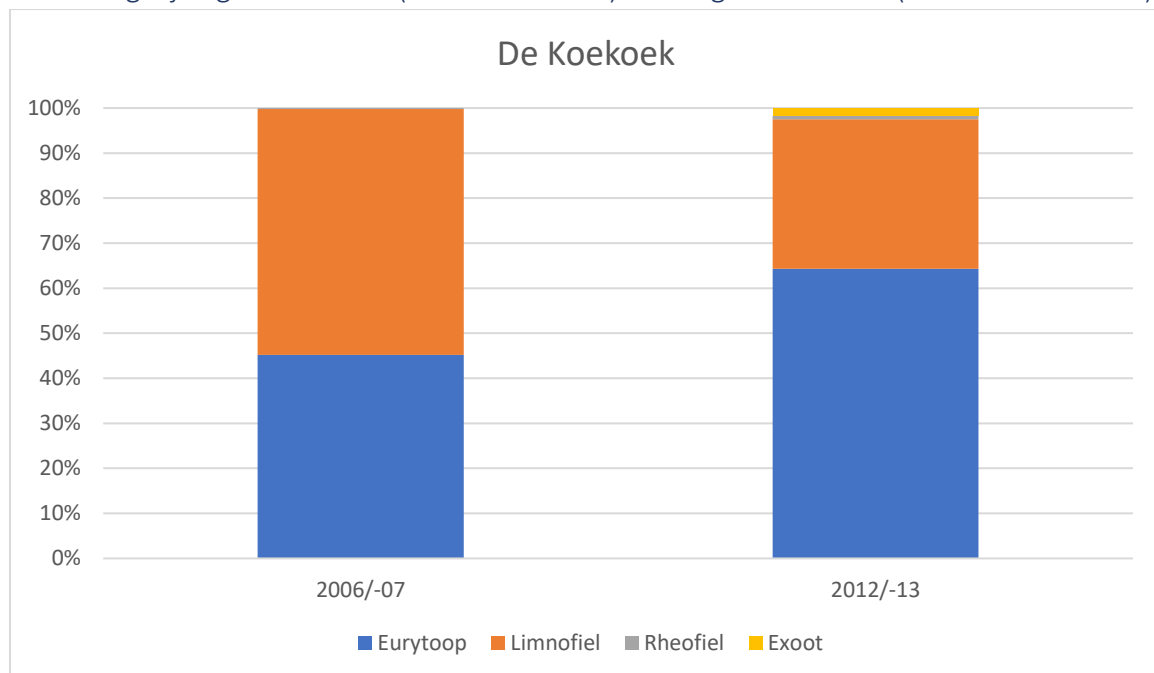
Grafiek 14 Visstanden Meijepolder

Deze wateren vallen onder het KRW-type M8 wat staat voor gebufferde laagveensloten. Een gebufferde laagveensloot is een relatief smal lijnvormig water, dat niet geïsoleerd is maar onderdeel is van een groter hydrologisch systeem. De watertoevoer bestaat uit neerslagwater, wateraanvoer en drainage uit de aangrenzende percelen (soms kwelwater). In enkele gevallen zijn de sloten geheel geïsoleerd. De peilen in de sloot worden op een bepaald niveau gehandhaafd door waterafvoer en meestal ook aanvoer (Evers et al., 2012).

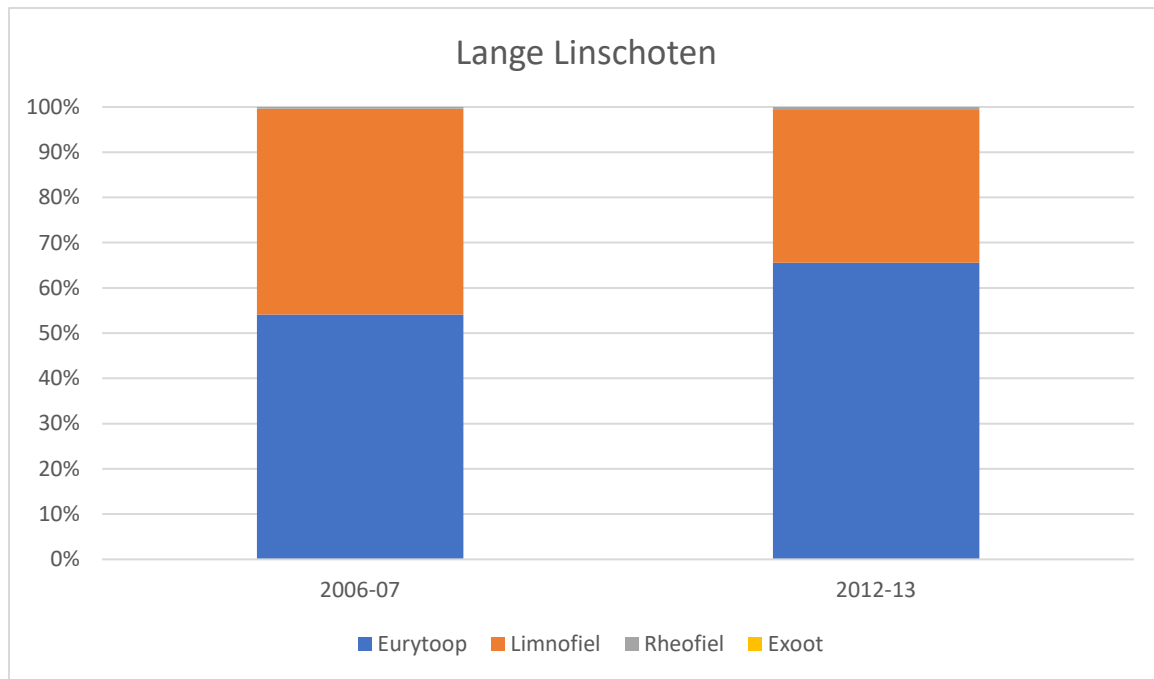
Bij deze wateren is een duidelijk verschil te zien tussen het water met rivierkreeften (grafiek 13) en het water zonder rivierkreeften (grafiek 14). Bij Zegveld is te zien dat de groep Eurytope vissen domineren met 81% in 2006/-7 en in 2012/-13 domineert de groep met 82%. De groep limnofiele soorten is gelijk gebleven tussen de twee metingen. De groep rheofiele soorten is afgenomen tussen de twee metingen.

Bij de Meijepolderis in 2006/-07 is de groep eurytope soorten nog dominant met ongeveer 58% van de totale visstand. Maar in 2012/-13 is het percentage van de groep eurytopen vissen gedaald naar 21% van de visstand. De groep limnofiele vissen is de groep die in 2012/-13 het dominantst aanwezig is de Meijepolder. Deze groep beslaat 79% van de totale visstand. Rheofiele soorten en exoten zijn niet aangetroffen in dit water. In Zegveld zijn twee gevlekte Amerikaanse rivierkreeften aangetroffen in 2012.

3.2.3 Vergelijking De Koekoek (met rivierkreeft) en Lange Linschoten (zonder rivierkreeft)



Grafiek 15 Visstanden De Koekoek



Grafiek 16 Visstanden Lange Linschoten

Deze wateren vallen onder KRW-type M3 wat staat vooral gebufferde (regionale) kanalen. Gebufferde regionale kanalen worden door heel Nederland aangetroffen. Deze kanalen zijn meestal aangelegd ten behoeve van aan- en afvoer van water en/of scheepvaart. Kanalen voor de afvoer van overtollig neerslag worden overal in het land gevonden in agrarisch gebied, vooral in de natte kleigebieden. Transportkanalen voor de scheep- en recreatievaart vormen een netwerk van met elkaar verbonden wateren. Intensieve scheepvaart wordt tegenwoordig nog nauwelijks aangetroffen op regionale kanalen (Evers et al., 2012).

Het verassende bij dit type water is dat beide wateren in 2012/-13 een vergelijkbare percentage limnofiele soorten hebben, namelijk zo'n 34 procent. Alleen was het percentage voor de komst van de exotische rivierkreeften in de Koekoek (grafiek 15) kwamen veel hoger met 53%. Toen was deze groep nog dominant aanwezig. Nu is in beide wateren de groep eurytope vissen het dominantst. Verder is er bij de koekoek een toename van exotische rivierkreeften te zien, waar deze groep in de Lange Linschoten (grafiek 16) niet voorkomt. Verder is ook de groep Rheofiele vissen ongeveer even groot in beide wateren, alleen neemt deze groep nauwelijks een percentage in beide wateren. Bij de Koekoek zijn er in 2012 in totaal 16 gevlekte Amerikaanse rivierkreeften aangetroffen.

4 Discussie

De doelstelling van het onderzoek is te bepalen of de visstand verandert in Nederlandse wateren met de komst van exotische rivierkreeften. Er is gekeken naar de verschillende visgroepen en naar het effect van de verschillende rivierkreeftsoorten. Tijdens het onderzoek werd al in een vroeg stadium duidelijk dat geen duidelijk beeld gevormd kan worden aan de hand van de aangeleverde gegevens. Daarom kan de opgestelde vraag ook niet duidelijk beantwoord worden. Hier zijn verschillende oorzaken voor, die in dit hoofdstuk worden besproken.

Er zijn wel effecten waargenomen, zoals afnames van de limnofiele groep in wateren met exotische rivierkreeften terwijl deze toeneemt in wateren zonder rivierkreeften. Ook zijn veranderingen in wateren waargenomen als een populatie rivierkreeften groeide, zoals de toename van eurytope soorten. Door de jaren heen zijn deze soorten in aandeel gegroeid naar rond negentig procent van de visstand. Ook is waargenomen dat de groepen limnofiele en rheofiele vissen in aantal afnemen bij een toename van rivierkreeften. Bij de rheofiele soorten gaat het vooral om bodemvissen als het bermpje, de rivierdonderpad en de riviergrondel. Ook de eurytope bodemsoort kleine modderkruiper neemt in aantal sterk af door de rivierkreeften. De vooraf vastgestelde onderzoeksmethode werkte volgens verwachting. Er zijn degelijke grafieken gemaakt waarmee het maken van vergelijkingen en trends hier en daar mogelijk werd. Toch zijn er geen concrete conclusies te trekken vanwege de onderstaande problemen.

4.1 gegevens en vangmethodes

Weinig gegevens over de jaren heen

Door de summiere beschikbaarheid van benodigde gegevens kwam een deel van het onderzoeksplan te vervallen: een vergelijking van visstanden over de jaren heen, waarbij te zien zou zijn dat bepaalde soorten afnemen met de komst van de rivierkreeften. Deels is in de gemaakte grafieken te zien dat er bepaalde soorten afnemen, maar gezien er weinig over de verspreiding en aantallen van de kreeften bekend is kan er niet met zekerheid gezegd worden of het veroorzaakt wordt door de exotische rivierkreeften. Ook de toename van de rivierkreeften kon niet weergegeven worden. Verder is er geen informatie bekend van voor de eerste vangst van de meeste soorten rivierkreeften en kan er daarom ook geen beeld worden gegenereerd van de visstanden van die tijd. Om die reden kan nooit met zekerheid gezegd worden dat de vispopulaties in omvang afnemen door de aanwezigheid van rivierkreeften.

Te weinig gegevens om de rivierkreeften te kunnen vergelijken

Ook kan er geen goede vergelijking gemaakt worden tussen de verschillende exotische rivierkreeften. Zo is er veel bekend over de gevlekte Amerikaanse rivierkreeft, maar zijn er geen duidelijke toenames te zien in de verschillende wateren. De meeste gegevens gaan dus over de soort waarvan verwacht wordt dat deze het minste effect heeft op de visstanden. De soort is immers het kleinst, heeft de kleinste scharen en wordt veelal in lage aantallen aangetroffen. Er zijn geen geknobbeld Amerikaanse rivierkreeften gevangen in de onderzoeken. Wel zijn er in de Kamerikse Wetering geknobbeld Amerikaanse rivierkreeften aangetroffen, maar kan geen vergelijking gemaakt worden met deze kreeft ten opzichte van de andere rivierkreeften. Van de rode Amerikaanse rivierkreeft is de toename tussen verschillende jaren in waterschap Rivierenland wel goed zichtbaar gemaakt. Maar omdat de visstanden in de watergebieden aldaar slechts van 2014 bekend zijn, kunnen geen effecten worden aangetoond. De Californische rivierkreeft is in één watergebied gevonden (Boven Donge), waar ook de rode en gevlekte Amerikaanse rivierkreeft aangetroffen zijn. De gestreepte Amerikaanse rivierkreeft is op meerdere locaties gevonden. Er is alleen geen kreeftenonderzoek met fuiken uitgevoerd bij de waterschappen waar deze gevonden is. Hierdoor is er geen beeld van de hoeveelheden rivierkreeften die in de wateren voorkomen. Er zijn nu slechts enkele kreeften gevonden tijdens het elektrovisen en het zegenvissen.

Rendement vismethodes en lagere vangkans van bepaalde soorten

Er is een bepaalde kans dat vissen gevangen worden met elektrisch vissen. Dit heet het rendement en over het algemeen geldt er bij lijnvormige wateren een percentage van 60% voor elke vis(soort) om gevangen te worden. Voor het vissen op smalle wateren is er zelfs een rendement van 100% zolang er keurnetten geplaatst zijn en het traject in de lengte en breedte gemeten wordt en de oevers elektrisch bevestigd worden. Maar mogelijk is het voor bepaalde soorten lager en worden deze dus niet volledig meegerekend wat een iets andere verhouding geeft (Bijkerk, 2010.). Zo is er uit onderzoek (De Bruin et al., 2014) gebleken dat de vangkans voor de grote modderkruiper op 36% kwam voor elektrovisen gebaseerd op 1,5 manuur per locaties, het gaat om 25 locaties die bemonsterd zijn (Herder, 2014)

Ook andere vismethodes hebben een rendement, deze is kort hieronder weergegeven. Het gaat om die van de stortkuil en de wonderkuil (Bijkerk, 2010).

Bij lijnvormige wateren van meer dan 20 meter breed en plassen groter dan tien hectare is het volgende rendement gesteld (Bijkerk, 2010):

- Voor vis kleiner dan 25 cm is een rendement van 80%
- Voor vis groter dan 60 cm is een rendement van 60% bepaald

Voor wonderkuilen geldt het volgende rendement:

- Vis kleiner dan 25 cm is het rendement 80%
- Voor vis van 25-39 cm geldt een rendement van 60%
- Voor vis van 40 cm en groter is een rendement van 20% gesteld.

4.2 Natuurlijke elementen en KRW-ingrepen

De onderstaande elementen kunnen allemaal een negatief of positief effect op vissen hebben in de wateren. Waar de jaargetijden en het weer een rol spelen op hoeveel vissen er gevangen worden en wat de grote van deze vissen. Maken andere stoffen als fosfor, natrium en de zware metalen de

waterkwaliteit slechter maken, wat ervoor kan zorgen dat er vissen sterven en bepaalde soorten er niet meer kunnen leven die normaal gesproken er wel verwacht worden. Verder hebben de KRW-maatregelen een positief op het water, maar kunnen een negatief effect hebben op een soort of groep vissen.

Vangperiode

Een reden waardoor er een verschil in vistanden kan zijn, is in ieder geval het moment waarop de metingen verricht zijn. In één jaar is dit in begin zo is de Binnenschelde in één jaar in eind augustus gemeten terwijl deze in een ander jaar gemeten is tussen eind oktober begin november. Een verschil in periodes kan ervoor zorgen dat bepaalde soorten al doorgetrokken zijn en niet aangetroffen worden, terwijl er juist meer jonge vissen gedurende deze periode zijn. Terwijl vroeger in het jaar deze aanwezig zijn, maar minder jonge vissen gevangen wordt.

Invloed van het weer gedurende het jaar

Het weer heeft ook een invloed op de visstanden in bepaalde wateren. Een droogteperiode als afgelopen zomer (2018) heeft een negatief effect op de visstand. Er staat weinig water in de rivieren, maar kleinere systemen kunnen (deels) droogvallen, waardoor er vissterfte op kan treden doordat deze gevangen zaten in de droogvallende delen. Verdere effecten die optreden zijn een algenbloei en een verarming van de zuurstof in het water.

Nutriënten en maatregelen om deze te verminderen

Verder is er ook nog het effect van nutriënten in het water wat een grote rol speelt. Zo ligt de aggrer bijna volledig in landbouwgebied wat intensief gebruikt wordt, dit kan natuurlijk zorgen voor de nodige lozing van natrium en fosfor in het water. (Waajen, 2018). Ook in de Binnenschelde is er een overschot aan fosfor en natrium wat heeft geleid tot een bloei van toxische blauwalgen. In dit geval komen de nutriënten binnen vanuit een zoommeer, dit water zorgt dat de Binnenschelde niet droog komt te liggen. Verder hebben de nutriënten en dit water gezorgd voor een brasemexplosie, waardoor dit de dominerende soort is. In mindere maten gebeurt dit ook in het Markiezaatsmeer (Witteveen+Bos, 2016). In de Chaamse beken heeft het hoge nutriëntengehalte en organische stof gezorgd voor een toename in waterplanten. Deze toename in waterplanten zorgt ervoor dat er minder stroming is in de rivier en zorgt daarmee dat er zuurstofloze/arme plekken ontstaan, vooral benedenstrooms. Aanbevelingen voor de Chaamse beek is het intensiveren van het maaibeleid om de waterplanten te verminderen, heeft een mogelijk negatief effect op limnofiele soorten (Van der Kamp, 2018). Aanbevelingen bij de Binnenschelde en het Markiezaatsmeer zijn het toevoegen van aluminiumvlokken om de nutriënten neer te slaan, het verwijderen van fosforrijke slib en het toestaan van het droogvallen van stukken om oever- en rietvegetatie te laten ontwikkelen. Een ander aanbeveling was om zout water toe te laten, dit zou de visstand drastisch veranderen. (Witteveen+Bos, 2016). Op de exotische rivierkreeft heeft dit nauwelijks effect gezien de gevlekte Amerikaanse rivierkreeft redelijk bestand is tegen brak water (Couperus, 2015).

Zware stoffen

Zware stoffen in het water kunnen in een hoge concentratie schade aanrichten aan het watersysteem. Daarom zijn er maximaal aanvaardbare normen opgesteld voor deze stoffen. In de Ligne overschrijdt zink in ieder geval de maximum aanvaardbare norm, ook PAK's overschrijden sporadisch de opgestelde norm (Beers, Claassen & Van Heemskerk, 2017)

Bij de Agger gaat het naast zink om de volgende metalen cadmium, chroom, koper, arseen, lood, nikkel en xylenen. Dit heeft mogelijk te maken met de vier voormalige stortplaatsen die in de buurt liggen, al staan deze niet in verbinding met het oppervlaktewater (Waajen, 2018).

KRW-maatregelen

Allereerst is er de maatregel van het verwijderen van vissen in de Binnenschelde. Het gaat om witvissen, met name de bodem omwoelende soorten. In de Binnenschelde is de brasem de dominante soort, maar deze heeft door de grote hoeveelheid een negatief effect op het type wat het waterschap er wil hebben. Dit komt mede door de hoge nutriëntengehalte dat met het inlaten van water uit de zoommeren meekomt. Zonder dit water valt een deel van de Binnenschelde droog valt (Witteveen+Bos, 2016).

Verder kunnen er vissen uitgezet zijn om de kwaliteit te verhogen in wateren. In de Ligne is sinds 2013 geen vis meer uitgezet, maar daarvoor kunnen er wel soorten uitgezet zijn. Dit kan een vertekent beeld geven in het eerste meetjaar na de uitzetting van de vissen (Beers et al., 2017)

Verder heeft het intensiveren van het maaibeeld in de Chaamse beek ook een mogelijk groot effect. Nu met de vele waterplanten domineert de groep limnofiele vissen, maar als de waterplanten op plekken steeds kleiner worden/verdwijnen zal dit een shift naar eurytope vissen kunnen worden. Verder neemt de stroomsnelheid toe, waardoor rheofiele soorten toe kunnen nemen (Van der Kamp, 2018).

5 Conclusie en aanbevelingen

In dit hoofdstuk wordt de hoofdvraag beantwoord aan de hand van de bevindingen uit hoofdstuk 4. De hoofdvraag is: 'Welke veranderingen in visstanden treedt erop in Nederlandse wateren waar uit Amerika afkomstige exotische rivierkreeften in zijn gekomen?' De hoofdvraag wordt beantwoord aan de hand van de drie deelvragen. Gezocht wordt hier naar patronen en trends in de verschillende watergebieden. In paragraaf 5.2 worden op basis van de bevindingen aanbevelingen gedaan om de kwaliteit van lopende onderzoeken te verbeteren.

5.1 Beantwoording deelvragen en hoofdvraag

5.1.1 Deelvraag 1: Van welke visgroepen of -soorten zijn de populaties gegroeid?

Eurytope soorten

Eurytope soorten hebben geen specifieke voorkeuren en kunnen zich daardoor eenvoudiger aanpassen aan verschillende watertypen, maar ook aan veranderingen die optreden in de wateren. De eurytope soorten zijn daardoor dominant in veel watergebieden. Door de toename van de rivierkreeftpopulaties en de afname van andere groepen wordt die dominantie nog versterkt. Zelfs als er afnames zijn over de gehele visstand, neemt het aandeel van eurytope soorten toe, doordat deze soorten zich beter kunnen handhaven onder de veranderde omstandigheden. Exotische rivierkreeften kunnen voor veel verandering zorgen in de wateren

Bij de meeste wateren met rivierkreeften is de groep eurytope vissen dominant. Ook in de tabel van alle wateren is deze groep dominant aanwezig. In de meeste gevallen gaat het om een aandeel percentage van meer dan 90% van de totale visstand. Waar deze groep niet het dominantst is (Bijloop- Turfvaart) is het aandeel groter dan bij het vergeleken water zonder rivierkreeften (Chaamse Beek).

Bij wateren zonder rivierkreeften is deze groep wel aanwezig, maar heeft het een lager percentage. Hier is dan de groep limnofiele vissen het meest aanwezig. Alleen bij KRW-type M3 water Lange Linschoten (tabel 16) is deze groep met een dominant percentage aanwezig. Mogelijk is dit een kanaal met een minder ontwikkelde plantengroei, gezien er wel een goed ontwikkelde plantengroei kan ontstaan in dit type water (Evers et al, 2012).

Limnofiele soorten

De limnofiele vissoorten daarentegen, nemen in het algemeen in aantal af in de wateren waar ook rivierkreeften voorkomen. Er blijven slechts kleine hoeveelheden limnofiele vissoorten achter.

Over het algemeen zijn er verschillen tussen wateren met rivierkreeften en zonder rivierkreeften te zien. In de meeste gevallen is de eurytope groep het dominantst aanwezig in wateren. In wateren zonder rivierkreeften zijn of de limnofiele soorten dominant of is in sommige gevallen een andere groep, rheofiel of eurytoop, dominant, maar is het percentage van de limnofiele soorten hoger dan bij wateren met exotische rivierkreeften. Ook komt het voor dat bij de eerste meting, vaak in 2006/-07, de groep eurytope vissen dominant is. Maar als de jaren verstrijken dit langzaam over gaat naar een water gedomineerd door limnofiele vissen. De Agger laat duidelijk dit beeld duidelijk zien.

Dit geeft aan dat er een mogelijk effect is op limnofiele soorten, ongeacht of ze toenemen in bepaalde jaren. Het percentage limnofiele soorten is altijd kleiner bij de wateren met exotische rivierkreeften. Mogelijk heeft dit te maken met het gedrag van de exotische rivierkreeften. Zoals in de inleiding al genoemd is, knippen de exotische rivierkreeften waterplanten kapot zonder deze op

te eten. Dit is een mogelijke verklaring voor het percentage limnofiele soorten in wateren met rivierkreeften.

Exotische soorten

Op exotische vissoorten is geen effect waargenomen in wateren met rivierkreeften dan zonder rivierkreeften. In de meeste wateren is er sinds 2012 een toename van exoten geconstateerd. De toename geldt voor alle wateren. Verder lijken de exotische rivierkreeften geen tot weinig effect op deze groep te hebben, doordat in de wateren met rivierkreeften de exoten een groter percentage innemen van de totale visstanden dan bij de wateren zonder rivierkreeften.

5.1.2 Deelvraag 2: Is er een vergelijkbare afname van de inheemse bodemvissen (rheofiel) in Nederland als in Engeland?

Het effect op rheofiele soorten is niet heel zichtbaar, doordat deze alleen in een paar wateren in grotere aantallen voorkomen. Alleen bij Chaamse beek en de Bijloop-Turfvaart is over de jaren heen een goede groei in percentages van rheofiele soorten te zien. Hier zijn ze dan ook de dominerende soort, ongeacht of er wel of geen exotische rivierkreeften in het water voorkomen. In wateren met rivierkreeften (Bijloop-Turfvaart) is de groei zelfs groter dan in het water zonder rivierkreeften (Chaamse Beek). In de Bijloop-Turfvaart gaat het percentage van 15% in 2006/-07 naar 3% in 2010, maar neemt toe naar 41% in 2012 en zelfs 74% in 2016 waardoor de soort het dominantst aanwezig is. In vergelijking met de Chaamse beek waar het gaat van 25% in 2006 naar 19% in 2010 naar 35% en 51% tijdens de metingen die in 2012 en 2016 zijn gedaan.

Er is alleen een groot verschil tussen de gecombineerde resultaten en de vergelijkingen per water. In de gecombineerde tabel is te zien dat de rheofiele soorten een groter percentage innemen, maar als er gekeken wordt naar een vergelijking tussen wateren met rivierkreeften en zonder rivierkreeften is te zien dat er hogere percentages rheofiele soorten zitten dan in wateren zonder rivierkreeften. In wateren met exotische rivierkreeften zit het percentage rheofiele soorten tussen de 0% in 2008/-09 als laagste punt en 12% in 2006/-07 en 2012/-13 als hoogste punt. In wateren zonder rivierkreeften is dit percentage hoger, namelijk tussen de 18% in 2004/-05 als laagste punt en 69% in 2012/-13 als hoogste punt. Alleen in 2014/-15 was er een laag aandeel met 0% van de totale visstand. In die jaren zijn er maar twee wateren gemeten.

Mogelijk is er een effect op rheofiele soorten net zoals er in Engeland te zien is. Het enige is dat er geen duidelijk beeld is van de toename of afnames in de wateren zonder exotische rivierkreeften en met exotische rivierkreeften. Zowel bij wateren zonder als met is deze groep afgenomen over de jaren heen. Het gaat dan om de Agger, Zegveld en de Grecht.

Over het algemeen zijn de percentages van deze groep laag door de jaren heen, maar lijkt het percentage bij wateren met rivierkreeften hoger dan in de wateren zonder rivierkreeften. Hiervoor kan er gekeken worden naar de Bijloop-Turfvaart ten opzichte van de Chaamse beek.

5.1.3 Hoofdvaart: Welke verandering in visstand treedt erop in Nederlandse wateren waar uit Amerika afkomstige exotische rivierkreeften in terecht gekomen zijn?

Vanwege het gebrek aan data kan niet met zekerheid worden geconcludeerd dat de exotische rivierkreeften een verandering in de visstanden veroorzaken. Wel zijn er mogelijke effecten zichtbaar bij bepaalde vissoorten. Er is een afname van limnofiele soorten zichtbaar in de meeste wateren waar exotische rivierkreeften leven, die niet te zien is in wateren zonder rivierkreeften. Dit geldt voor alle

vergeleken wateren met rivierkreeften limnofiele soorten af, in sommige jaren zijn er wel toenames te zien als in 2012/-13 bij de Binnenschelde te zien is in grafiek 3. In wateren zonder exotische rivierkreeften is te zien dat de limnofiele groep juist de dominante groep is, behalve bij de Lange Linschoten. Door een toename van exotische rivierkreeften neemt het aandeel van limnofiele vissoorten af en ontstaat een visstand waarin eurytope vissoorten met een aandeel van rond negentig procent dominant worden als te zien is in de meeste wateren.

5.2 Eindconclusie

Al met al kan er geconcludeerd worden dat er een verschil zit tussen de wateren met en zonder exotische rivierkreeften. In de grafieken staan er genoeg indicaties om te ondersteunen dat er een effect is. Er kan alleen niet gezegd worden bevestigd dat dit fenomeen door de rivierkreeft wordt veroorzaakt, doordat er niet genoeg bekend is over de exotische rivierkreeften in deze wateren. Er is in ieder geval meer onderzoek nodig naar de visstanden over de jaren heen en de groei/aantallen van de exotische rivierkreeften die ook in de verschillende wateren voorkomen. Hierdoor kan er een vergelijking over de jaren gemaakt worden zodat de effecten duidelijk worden.

5.3 Aanbevelingen

Rivierkreeften

Om duidelijkere effecten van de aanwezigheid van exotische rivierkreeften op vispopulaties te ontwaren zijn meer metingen nodig over de jaren heen. In dergelijke studies kan ook de bedekking van planten (subemers als emergent) in ogenschouw worden genomen. Ook dienen rivierkreeften als aparte soort te worden gemeten, waarbij een plan moet worden opgesteld om de rivierkreeften te vangen, zoals met behulp van fuiken. De metingen dienen jaarlijks plaats te vinden, of gelijktijdig uitgevoerd te worden met de vismetingen. Natuurlijk moet er ook rekening gehouden worden met andere factoren als de bedekkingsgraad en de toename van andere exoten die mogelijk ook een negatief effect hebben op bepaalde vissoorten.

Een ander advies is het bestrijden van de rivierkreeften. Dit met het oog op de bekende effecten die in de inleiding zijn beschreven, zoals het graven in de oever en het effect dat de rivierkreeften hebben op macrofauna en waterplanten. Het idee is om ze weg te vangen en dan eventueel te verkopen. Hierbij zal het vangen gericht, zorgvuldig en over langere tijd moeten worden uitgevoerd. Als dit niet jaarlijks gebeurt, nemen de rivierkreeften voortdurend toe. Als er dan jaarlijks een wegvangst plaatsvindt, zullen de populaties geleidelijk afnemen. Echter, deze exotische rivierkreeften zullen nooit helemaal uit Nederland verdwijnen. Verder is bestrijding met gif niet uitvoerbaar door de schade die dit aanbrengt aan andere soorten in de wateren.

Door de verschillende invloeden is het van belang om een goede methode op te stellen en jaarlijks metingen te verrichten ten opzichte van de visstand en de kreeftenpopulaties in de wateren. Op deze manier kan er alleen bepaald worden of er een duidelijk effect aanwezig is. Dit wordt hieronder in aanbevelingen verder beschreven.

Vissenonderzoek

Het beste is om op een vaste tijd jaar metingen te doen om te bepalen of rivierkreeften daadwerkelijk een impact hebben op visstanden, dat ze in combinatie met bepaalde omstandigheden (temperatuur of bepaalde KRW-maatregelen) een negatief effect op de visstanden

of dat exotische rivierkreeften geen of nauwelijks een effect vertonen. De beste periode voor kreeftenmetingen zijn tussen juli en oktober. Ook voor het meten van vissen is dit de beste periode, gezien de KRW- richtlijnen. Rivierkreeften kunnen gevangen worden met kreeftenkorven, het beste is om een vorm van aas te gebruiken wat de rivierkreeften in de omgeving aantrekt. De korven worden over de gehele lengte van de rivier geplaatst. Via een capture-recapturemethode kan er een schatting gemaakt worden van de totale populatie rivierkreeften in de rivier. De visstand kan gemeten worden aan de hand van de opgestelde methode in het handboek Hydrobiologie van Bijkerk. Deze methode wordt ook gebruikt voor de KRW-metingen en is daarom op dit moment de meest betrouwbare methode voor het meten van visstanden. Verder worden ook de veranderingen (bijvoorbeeld stoffen, temperatuur of KRW-maatregelen) per jaar bijgehouden zodat als er een effect is op de visstanden over deze jaren toegedeeld kan worden aan de rivierkreeft of een andere invloed. De verspreiding en de groei van exotische rivierkreeftpopulaties is van belang om echt iets te kunnen zeggen over de invloed die de rivierkreeft heeft op het water, dus niet alleen op de visstand.

Verder moet er goed per jaar bepaald worden of er andere effecten meespelen. Dit zijn bijvoorbeeld ingrepen die zijn gedaan om de KRW-score van het desbetreffende water te verbeteren. Zo kan er bijvoorbeeld verder onderzoek gedaan worden naar de genoemde wateren in dit verslag als startpunt. Verder moet er bepaald worden wat de omstandigheden per jaar waren op het moment dat er metingen verricht zijn. Denk hierbij aan temperatuur, stoffensamenstelling in het water. Verder moet er bepaald worden per jaar welke waterplanten aanwezig zijn en wat de bedekkingsgraad is, gezien exotische rivierkreeften een negatief effect hebben op waterplanten en daardoor indirect een effect kunnen hebben op limnofiele vissen.

Er wordt aangeraden om in ieder geval wateren met rivierkreeften te vergelijken met wateren zonder rivierkreeften dit kan gedaan worden door rivieren met dezelfde KRW-code te vergelijken zoals in dit onderzoek is gedaan. Verder is het beter om te kijken op soortniveau te kijken, dit wordt mede gedaan doordat de groep eurytope vissen meer soorten bevatten. Daarnaast zullen er soorten zijn die nauwelijks last hebben van de exotische rivierkreeften binnen de groepen terwijl er andere zijn die sterk afnemen of toenemen. Dit is op groepsniveau niet altijd duidelijk te zien of er bijvoorbeeld afnames te zien zijn wanneer de groep is toegenomen.

Transect meten.

Verder kan er ook een pilot opgezet worden in een water waarbij er transect een water gemeten wordt. Zo kan er gedurende het jaar bepaald worden welke vissen er zitten en niet van één periode is het jaar. Dit is mede doordat er verschillende factoren in een jaar invloed hebben op de visstanden als temperatuur en weer. Maar ook doordat er bijvoorbeeld in die periode een lozing van een stof is geweest wat de visstand van dat moment kan beïnvloeden. Verder zijn er ook factoren als vegetatie die de vangst en daarmee het aantal gevangen vissen kunnen beïnvloeden. Op deze manier kan er een variatie aan gegevens binnengehaald worden en is er beter te zien wat de visstanden zijn en welke invloeden er spelen. Verder kan er hierdoor mogelijk ook bepaald worden of rivierkreeften in Nederland in een bepaalde tijd van het jaar meer schade aan vissen toebrengen dan in andere periodes.

Bronnenlijst

- Alonso, f., & Martínez, R. (2005). Shelter competition between two invasive crayfish species; A laboratory study. *Bulletin Francais de la Peche et de la Pisciculture* Cuenca: Centro de Investigación Agraria de Albadalejito. 380-381, 1121-1132
- Alterburg, W., Arts, G., Baretta-Bekker, J.G., Van den Berg, M.S., Van den Broek, T., Buskens, R., ... Twisk, F. (2012). *Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn WATER 2015-2021*. Amersfoort: Stowa.
- Bean, C. W., & Yeomans, W. E. (2016). North American signal crayfish. Version 1.0. In M. J. Gaywood, P.J. Boon, D. B. Tompson, & I. M. Strachan, *The species Action Framework Handbook*. Perth, United Kingdom: Scottish Natural Heritage.
- Beers, M., Claassen, T., Van Heemskerk J. Lambregts-Van de Clundert, F. & Oosthoek J., (2017), *Wateranalyse Ligne*, Waterschap Brabantse Delta.
- Bij de Vaate, B., & Winter, E. (2005). *Exoten*. Riva Biologie en Ecologie, Aquatic Ecology and water quality management. Lelystad Nederland: Riza.¹
- Bijkerk, R. (red), (2010), *Handboek Hydrobiologie. Biologisch onderzoek voor de ecologische beoordeling van Nederlandse zoete en brakke oppervlaktewateren*. Stowa, Amersfoort.
- Burgwal, L. M. (2017). *Californische rivierkreeft*. Waterschap Vechtstromen.²
- Couperus, A. S. (2015). *Kennisdocument rivierkreeft*. IMARES Wageningen Geraadpleegd van <http://edepot.wur.nl/367882> UR.
- Dankers, N. M., Dijkman, E. M., De Jong, M. L., De Kort, G., & Meijboom, A. (2004). *De verspreiding en uitbreiding van de japanse Oester in de Nederlandse Waddenzee*. Wageningen: Alterra. Geraadpleegd van <http://www2.alterra.wur.nl/internet/webdocs/pdf/AlterraRapporten/AlterraRapport909.pdf>
- De Hoop, L., Van der Loop, J. M., Van Kleef, H. H., De Hullu, E., & Leuven, R. S. (2016). *Maatregelen voor het elimineren en beheersen van invasieve exoten van EU-belang in Nederland*. Nijmegen: Radboud Universiteit. Geraadpleegd van <https://repository.ubn.ru.nl/bitstream/handle/2066/162658/162658.pdf>
- Evers, C.H.M., Van den Broek, A.J.M., Buskens, R., Van Leerdam, A., Knoben, R.A.E., & Van Herpen, F.C.J. (2012). *Omschrijving Mep en maatlatten voor sloten en kanalen voor de kaderrichtlijn water 2015-2021*. Amersfoort: Stowa.
- Fritz, U., & Chiari, Y. (2013). Conservation actions for European pond turtles-a summary of current efforts in distinct European countries. *Herpetology Notes*, 6, 105.

¹ Bronnen mogelijk niet publiekelijk toegankelijk

- Govers, E., & Janse, J. (2008, December 24). *Zoetwaterkreeft: Nieuwe bewoners, grote gevolgen?* Opgehaald Geraadpleegd van naturetoday.nl: <https://www.naturetoday.com/intl/nl/nature-reports/message/?msg=15731>
- Griffiths, S. W., Collen, P., & Armstrong, J. D. (2004). *Competition for shelter among over-wintering signal crayfish and juvenile Atlantic salmon*. *Journal of Fish Biology*, 65(2), 436-447. Cardiff: Crown.
- Guan, R.-Z. (1994). Burrowing behaviour of Signal Crayfish, *Pacifastacus leniusculus* (Dana), in the river Great Ouse, Engeland. *Freshwater Forum*, 4(3), 155-168. Buckinghamshire: the Universiteit of Buckingham.
- Gylstra, R., Du Bois, T., Koese, B., & Soes, M. (2016). *Verspreiding van rivierkreeften risico's voor baggeraanwas in het beheersgebied van Waterschap Rivierlanden*. H2O online Geraadpleegd op <http://edepot.wur.nl/370978>.
- Herder, J., Valentini, A., Bellemain, E., Dejean, T., Van Delft, J., Thomsen, P.F. & Taberlett, P., (2014), *Environmental DNA Toepassingsmogelijkheden voor het opsporen van (invasieve) soorten*. Nijmegen Nederland: Stichting Ravon
- Hermans, F. (2017, juli 4). Exotische rivierkreeft is de nieuwe muskusrat. *Algemeen dagblad*. Opgehaald van ad.nl/rivierland: <https://www.ad.nl/rivierenland/exotische-rivierkreeft-is-de-nieuwe-muskusrat~a491d634/>
- Heuts, P. (2012). *Onderzoek naar de rivierkreeften in het beheergebied van het Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden*. Houten: Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden. Opgehaald van <http://edepot.wur.nl/303427>
- Holdich, D., & Black, J. (2007). The spiny-cheek crayfish, *Orconectes limosus* (Rafinesque, 1817) [Crustacea: Decapoda: Cambaridae]. digs into the UK. *REABICAquatic invasions*, 2(1), 1-15.
- Ilhéu, M., Bernardo, J. M., & Fernandes, S. (2007). Predation of invasive crayfish on aquatic vertebrates: the effect of *Procambarus clarkii* on fish in Mediterranean temporary streams. In *Biological invaders in inland waters: profiles, distribution, and threats* (pp. 543-558). Dordrecht, Nederland: Springer.
- Koese, B. (Z.D.E). *Gestreepte Amerikaanse rivierkreeft Procambarus acutus*. Opgeroepen Geraadpleegd op januari 15, 2018, 15 januari, 2018 van Nederlandse soorten: http://www.nederlandsesoorten.nl/linnaeus_ng/app/views/species/nsr_taxon.php?id=143779&cat=149
- Koese, B. (Z.D. A). *Californische rivierkreeft Pacifastacus leniusculus*. Geraadpleegd op januari 15, 2018, 15 januari, 2018, van Nederlandse soorten: http://www.nederlandsesoorten.nl/linnaeus_ng/app/views/species/nsr_taxon.php?id=143791&cat=&epi=1
- Koese, B. (Z.D. B). *Geknobbelde Amerikaanse rivierkreeft Orconectes virilis*. Geraadpleegd op januari 15, 2018, 15 januari, 2018, van Nederlandse soorten: http://www.nederlandsesoorten.nl/linnaeus_ng/app/views/species/nsr_taxon.php?id=143774&cat=149

- Koese, B. (Z.D. C). *Gevlekte Amerikaanse rivierkreeft Orconectes limosus*. Geraadpleegd op januari 15, 2018, 15 januari, 2018, van Nederlandse soorten: http://www.nederlandsesoorten.nl/linnaeus_ng/app/views/species/nsr_taxon.php?id=143775
- Koese, B. (Z.D. D). *Rode Amerikaanse rivierkreeft Procambarus clarkii*. Geraadpleegd op januari 15, 2018, 15 januari, 2018, van Nederlandse soorten: http://www.nederlandsesoorten.nl/linnaeus_ng/app/views/species/nsr_taxon.php?id=143778&cat=156
- Koese, B., & Vos, J. (2013). *Graafactiviteiten van de Rode Amerikaanse rivierkreeft (Procambarus Clarkii)*. Leiden Nederland: EIS-Nederland.
- Koese, B., Raaphorst, E., Heuts, P., & Kolff, E. (2011, mei). Gravende rivierkreeften: Waar gaat het heen? *De levende Natuur*, 112(nummer 3), 120-123. Opgehaald van <http://natuurtijdschriften.nl/download?type=document;docid=580319>
- Koster, R. (2016, juni 4). Oprukkende rivierkreeft is een plaag en delicatessen tegelijk. Geraadpleegd op december 15 december, 2017, van Nos.nl/artikel: <https://nos.nl/artikel/2109070-oprukkende-rivierkreeft-is-plaag-en-delicatessen-tegelijk.html>
- Mathers, K. L., Chadd, R. P., Dunbar, M. J., Extence, C. A., Reeds, J., Rice, S. P., & Wood, P. J. (2016). Long-Term effects of invasive signal crayfish (*Pacifastacus leniusculus*) on instream macroinvertebrate communities. *science of the Total Environment*, 556, 207-218. Leicestershire: Elsevier.
- Niemeijer, B. (2018), KRW visstandonderzoek Brabantse Delta 2017, Breda: ATKB
- Omroep West. (2017, augustus 2). Amerikaanse rivierkreeft leidt tot problemen, hoogheemraadschap doet onderzoek. Geraadpleegd op december 17 december, 2017, van omroepwest: <https://www.omroepwest.nl/nieuws/3498689/Amerikaanse-rivierkreeft-leidt-tot-problemen-hoogheemraadschap-doet-onderzoek>
- Peay, S., Guthrie, N., Spees, J., Nilsson, E., & Bradley, P. (2010). The impact of signal crayfish (*Pacifastacus leniusculus*) on the recruitment of salmonid fish in a headwater stream in Yorkshire, England. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, (394-395), 12Leeds: Onema.
- Portheault, A., Díaz-Paniagua, C., & Gómez-Rodríguez, C. (2007). *Predation on amphibian eggs and larvae in temporary ponds: The case of Bufo calamita in Southern Spain*. Sevilla Spain: Estación Biológica de Donana.
- Pot, R. (Z.D.). *De grote waternavel voorkomen is beter dan bestrijden*. Utrecht Nederland: Stowa.
- Reynolds, J. D. (2011). A review of ecological interactions between crayfish and fish, indigenous and introduced. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 401, 10dublin: ONEMA.
- Roessink, I., Hudina, S., & Ottburg, F. G. (2009). *Literatuurstudie naar de biologie, impact en mogelijke bestrijding van twee invasieve soorten: de Amerikaanse rivierkreeft (Procambarus clarkii) en de geknobbelde Amerikaanse rivierkreeft (Orconectes virilis)*. Wageningen Nederland: Alterra.

- Soenen, K. (2012). De Spuikom in Oostende: opstellen van een geïntegreerd beheerplan voor het terugdringen van de Japanse oester (*Crassostrea gigas*, Thunberg). Gent: Universiteit Gent. Opgehaald van <https://core.ac.uk/download/pdf/35116934.pdf>
- Soes, M., & Koese, B. (2010). Invasive freshwater crayfish in The Netherlands: A preliminary risk analysis. [Interim report], Wageningen Nederland: Invasive Alien Species Team (LNV).
- Soes, M., & Van Eekelen, R. (2006, maart). Rivierkreeften, een oprukkend probleem? *De levende Natuur*, 107(2), 56-59. Opgeroepen op september 27, 2017, van https://www.buwa.nl/fileadmin/buwa_upload/publicaties/AE/Rivierkreeften.pdf
- Souty-Grosset, C., Anastácio, P. M., Aquiloni, L., Banha, F., Choquer, J., Chucholl, C., & Tricarico, E. (2016). *Red swamp crayfish Procambarus clarkii in Europe: Impact on aquatic ecosystems and human well-being*, 58, 78-93 . Elsevier.
- Stanton, J. A. (2004). *Burrowing Behaviour and Movement of the Signal Crayfish Pacifastacus leniusculus*(Dana). Ann Arbor MI: ProQuest LLC 2013.
- Steenbergen, E., Schouten, A. J., van der Grinten, E., & Verweij, W. (2011). *Exoten in Oppervlaktewateren. Effecten op zoetwaterecosystemen en een beleidsanalyse*. Rijksinstituut voor volksgezondheid en milieu. Opgehaald van <https://rivm.openrepository.com/rivm/bitstream/10029/259564/3/607401001.pdf>
- Turkse rivierkreeft *Astacus leptodactylus*. (2011). Geraadpleegd op 14 januari, 2017, van rivierkreeften <http://www.rivierkreeften.be/node/35>
- Van Beek, G. C. (2005, juli). Zwartbekgrondel: Een nieuwe invasieve vissoort voor Nederland. *De Levende natuur*, 106(4), 170-171. Opgeroepen op januari 18, 2018, van <http://natuurtijdschriften.nl/download?type=document;docid=495555>
- Van der Kamp, M. (2018), *Chaamse beken watersysteemanalyse*, Witteveen+Bos
- Van der Meulen, M., Vos, J. H., Verweij, W., & Kraak, M. H. (2009). Effecten van exotische rivierkreeften op de KRW-maatlatscores. *H2O*. Geraadpleegd op oktober 25 oktober, 2017, van https://www.researchgate.net/profile/Michiel_Kraak/publication/254896312_Effecten_van_exotische_rivierkreeften_op_de_KRW-maatlatscores/links/0a85e52f0d4ff27820000000/Effecten-van-exotische-rivierkreeften-op-de-KRW-maatlatscores.pdf?origin=publication_list
- Van Kessel, N., Dorenbosch, M., Kranenbarg, J., Van der Velde, G., & Leuven, R. S. (2014, mei). Invasieve grondels in de grote rivieren en hun effect op de beschermde Rivierdonderpad. *De Levende Natuur*, 115(3), 122-128.
- Van Puijenbroek, P., De Lange, M., & Ottburg, F. (2009). Exoten in het zoete water in de afgelopen eeuw. *H2O*, 42(19), 31-33.
- Van Raaij, L. (2017, november 16). 'Twentse' lekkernij: Dinkel vol met rivierkreeft. (*Tubantia*). Geraadpleegd op december 17, 2017 december, van Tubantia <https://www.tubantia.nl/oldenzaal-e-o/twentse-lekkernij-dinkel-vol-met-rivierkreeft~a5ca0fe4/>

- Van Wielink, P., & Spijkers, H. (2011). *Natuurstudie in De kaaistoep- Onderzoek naar de fauna in de Oude Leij* 2011. Tilburg: KNNV. Opgehaald van <https://www.knnv.nl/sites/www.knnv.nl/files/2011%20Kaaistoepverslag%202010%2016e%20jaar.pdf>
- Van Wielink, P., Spijker, H., & Samuels, J. (2010). De Californische rivierkreeft in de Oude Leij: 2008-2009. *Kreeften nieuwsbrief*, 3- mei 2010, 3-7.
- Verdonschot, R. C., Vos, J., & Verdonschot, P. F. (2013). *Exotische macrofauna en macrofyten in de Nederlandse zoete wateren: Voorkomen en beleid*. Wageningen: Alterra Wageningen UR, Opgehaald van <http://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/259021>.
- Verdonschot, R., van Schaik, H., & Verdonschot, P. (2009). Effecten van de rode Amerikaanse rivierkreeft op de vegetatie en macrofauna van sloten. *Platform H2O*, 200942 (20), 36-39. Opgehaald van <http://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/318678>
- Waajen, G., Van Heemskerk, J., Oosthoek, J., Lambregts-Van de Clundert, F., Rijdsdijk, N. & Göbel, M., (2018), *Watersysteemanalyse De Agger*, Waterschap Brabantse Delta.
- Witteveen+Bos, (2016), *Watersysteemanalyse Markiezaatsmeer-Binnenschelde*, Witteveen+Bos.