

Invasieve exotische kreeften in het beheergebied van waterschap Rivierenland

Verkenning van effecten, risico's en mogelijke aanpak



P. Lemmers
B.H.J.M. Crombaghs
R.S.E.W. Leuven



Radboud Universiteit



In opdracht van:
waterschap Rivierenland



Invasieve exotische kreeften in het beheergebied van waterschap Rivierenland

Verkenning van effecten, risico's en mogelijke aanpak



Radboud Universiteit



In opdracht van: waterschap Rivierenland

Opgesteld door: P. Lemmers, B.H.J.M. Crombaghs & R.S.E.W. Leuven
Projectnummer: 17-238

Datum: 15 augustus 2018

Rapporttitel	
Invasieve exotische kreeften in het beheergebied van waterschap Rivierenland Verkenning van effecten, risico's en mogelijke aanpak	
Getekend voor akkoord	
Naam en functie van vertegenwoordigingsbevoegde	B.H.J.M. Crombaghs directeur-grootaandeelhouder
Handtekening	
Datum	15 augustus 2018

Colofon

© 2018 Natuurbalans - Limes Divergens BV / Radboud Universiteit / waterschap Rivierenland

Tekst en samenstelling: P. Lemmers^{1,2,3}, B.H.J.M. Crombaghs^{1,2} & R.S.E.W. Leuven^{2,3}

Affiliaties:
¹Bureau Natuurbalans – Limes Divergens BV
²Nederlands Expertise Centrum Exoten (NEC-E)
³Radboud Universiteit, Instituut voor Water en Wetland Research, Afdeling
Dierecologie en Fysiologie

Projectuitvoering: P. Lemmers
Eindverantwoordelijk: B.H.J.M. Crombaghs & R.S.E.W. Leuven
Projectnummer: 17-238

In opdracht van: Waterschap Rivierenland

Foto's omslag: v.l.n.r.: Rode Amerikaanse rivierkreeft, geknobbelde Amerikaanse rivierkreeft, gestreepte Amerikaanse rivierkreeft en gevlekte Amerikaanse rivierkreeft (© Foto's: Paul van Hoof)

Wijze van citeren: Lemmers, P., B.H.J.M. Crombaghs & R.S.E.W. Leuven (2018) Invasieve exotische kreeften in het beheergebied van waterschap Rivierenland. Verkenning van effecten, risico's en mogelijke aanpak. Natuurbalans - Limes Divergens BV, Radboud Universiteit & Nederlands Expertise Centrum Exoten, Nijmegen

Niets uit dit rapport mag worden vervaelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van scanning, internet, druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van waterschap Rivierenland en Natuurbalans - Limes Divergens BV noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

Natuurbalans - Limes Divergens BV is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Natuurbalans - Limes Divergens BV. Waterschap Rivierenland vrijwaart Natuurbalans - Limes Divergens BV voor aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

Natuurbalans - Limes Divergens BV is lid van het Netwerk Groene Bureaus, brancheorganisatie voor kwaliteitsbevordering en belangenbehartiging.

INHOUD

1	INLEIDING	1
1.1	Kreeften in Nederland	1
1.2	Probleemstelling	2
1.3	Onderzoeksvragen	4
1.3.1	Aard en omvang van de huidige problematiek en risico's	4
1.3.2	Relaties tussen de kreeftendichtheid van kreeften en (beheer)factoren	5
1.3.3	(Beheer)visserijmogelijkheden tot indammen van het kreeftenprobleem.....	5
1.3.4	Handelingsperspectieven voor het waterschap	6
1.3.5	Relevante kennishiaten en stappen voor waterschap Rivierenland	7
2	METHODEN.....	8
2.1	Literatuurstudie en dataverzameling.....	8
2.1.1	Literatuuronderzoek.....	8
2.1.2	Databewerking	9
2.1.3	Data-analyse.....	9
2.1.4	Enquête	9
2.1.5	Opstellen en beoordelen handelingsperspectieven.....	9
3	AARD EN OMVANG HUIDIGE PROBLEMATIEK EN RISICO'S	10
3.1	Ecologische risico's veroorzaakt door kreeften	11
3.1.1	Verschillen in dichtheden en kolonisatie	12
3.1.2	Dichtheid-effectrelaties en gewenste dichtheid	13
3.2	Risico's voor KRW-doelstellingen en consequenties	15
3.3	Risico's voor waterhuishouding door graafgedrag	16
3.3.1	Graafgedrag.....	16
3.3.2	Habitatvoorkeur van rode Amerikaanse en gestreepte Amerikaanse rivierkreeft	18
3.3.3	Risico's voor de waterhuishouding en waterveiligheid.....	18
3.4	Risico's voor de volksgezondheid	21
3.4.1	Consumptie	21
3.4.2	Relatie tussen bruine rat en rode Amerikaanse en gestreepte Amerikaanse rivierkreeft	21
3.5	Aard en omvang risico's in kader van Europese exotenverordening	22
3.6	Verspreiding.....	24
3.6.1	Verspreiding kreeftensoorten in beheergebied.....	24
3.6.2	Invasiecurven: opkomst en neergang?	25
3.6.3	Horizonscan kreeftensoorten in het beheergebied	26
4	INVENTARISATIE KREEFTENPROBLEMATIEK BIJ NEDERLANDSE WATERSCHAPPEN	30
4.1	Algemeen	30
4.2	Resultaten van enquête kreeftenproblematiek.....	30
4.3	Conclusies enquête.....	32
5	BEHEERMAATREGELEN	33
5.1	Landelijk beleid uitroeiing en beheer Unielijstsoorten.....	33
5.1.1	Artikel 17-soorten	33
5.1.2	Artikel 19-soorten	33
5.1.3	Rivierkreeften.....	34
5.2	Beschikbare beheermaatregelen.....	35



5.2.1	Fysieke waterbarrières	35
5.2.2	Commerciële kreeftenbevissing als bestrijdingsmaatregel.....	36
5.3	Inzet kreeftenbevissing door het waterschap	37
5.3.1	Introductie van ziekten	38
5.3.2	Chemische bestrijding	39
5.4	Natuurlijke veerkracht en robuustheid van watersystemen	39
5.4.1	Natuurlijke predatoren van kreeften	39
5.4.2	Regulatie van kreeftenpopulaties door systeemgericht beheer	44
5.4.3	Juridische knelpunten	44
5.4.4	Overzicht van beschikbare bestrijdingsmethoden	45
6	HANDELINGSPERSPECTIEVEN	46
6.1	Niet aan bestrijding doen	47
6.2	Beheer LNV door (commerciële) bevissing	48
6.3	Beheer door beroepsvisserij met aanvullende bevissing door het waterschap	49
6.4	Biologisch beheer.....	50
6.5	Chemische bestrijding.....	51
6.6	Bevorderen natuurlijke veerkracht en robuustheid van watersystemen.....	51
6.7	Overzicht van handelingsperspectieven met overwegingen	52
7	CONCLUSIES, ADVIES EN KENNISHIATEN	54
7.1	Conclusies	54
7.2	Aanbevelingen voor beleid en beheer	55
7.3	Aanbevelingen voor verder onderzoek op basis van kennishiaten	56
8	REFERENTIES	59
BIJLAGE 1	VRAGENLIJST INVENTARISATIE KREEFTENPROBLEMATIEK WATERSCHAPPEN.....	71
BIJLAGE 2	RESULTATEN META-ANALYSE DREMPELWAARDE-DICHTEID KREEFTEN	73
BIJLAGE 3	TREND EN VERSPREIDING VAN BRUINE RAT EN CORRELATIES	74
BIJLAGE 4	RESPONS WATERSCHAPPEN OP VRAGENLIJST	77



SAMENVATTING

Achtergrond

Binnen het beheergebied van waterschap Rivierenland komen zes invasieve uitheemse rivierkreeftensoorten voor, die in Nederland zijn terechtgekomen via aquariumhandel, consumptiehandel of als vislokaas, en vervolgens in de vrije natuur uitgezet. Vijf van deze kreeftensoorten staan vermeld op Unielijst. Voor soorten die zijn vermeld op de Unielijst geldt een Europees verbod (Europese exotenverordening 1143/2014) op bezit, handel, kweek, transport en import. EU-lidstaten zijn verplicht om populaties van deze soorten op te sporen en te verwijderen of, populaties te beheren zodat ongewenste effecten veroorzaakt door deze soorten zo veel mogelijk worden voorkomen. De mate waarin ongewenste effecten optreden verschilt per soort. De rode Amerikaanse rivierkreeft en gestreepte Amerikaanse rivierkreeft zijn bijvoorbeeld soorten die van nature veel graven. In het beheergebied van waterschap Rivierenland heeft het graafgedrag deze soorten al geleid tot instabiliteit van een boezemkade bij Kinderdijk maar ook tot een significante toename van baggervorming in het Land van Maas en Waal.

Doel

Ter verkenning van de effecten, risico's en mogelijke aanpak van de problematiek van uitheemse rivierkreeften is de voorliggende literatuurstudie uitgevoerd. Het doel hiervan was om de handelingsperspectieven voor het waterschap Rivierenland ten aanzien van de kreeftenproblematiek in kaart te brengen. Hierbij is vooral de focus gelegd op de gevolgen voor biodiversiteit en (mogelijke) effecten die optreden door graafactiviteiten van de gravende kreeftensoorten. Hieruit zijn tevens kennishiaten naar boven gekomen en beschreven.

Methoden

Dit literatuuronderzoek is uitgevoerd met behulp van wetenschappelijke zoekmachines op basis van een representatieve set zoektermen. In totaal zijn ruim 150 wetenschappelijke artikelen en rapporten gebruikt voor dit onderzoek. Tevens is een vragenlijst over de omvang en aanpak van kreeftenproblematiek naar ecologen van alle waterschappen in Nederland gestuurd en zijn de resultaten daarvan geanalyseerd en beschreven.

Resultaten

De uitheemse kreeften soorten breiden zich zowel wat betreft aantal soorten als verspreiding verder uit in het beheergebied van het waterschap Rivierenland. De omvang van de huidige risico's van invasieve uitheemse kreeften voor de biodiversiteit, het functioneren van ecosystemen, KRW-doelstellingen, waterhuishouding, volksgezondheid nemen daardoor ook toe. Alle respondenten op de vragenlijst geven aan invasieve kreeftensoorten in hun beheergebied te hebben en de helft van de respondenten is zich bewust van het feit dat kreeften ongewenste effecten en schade (belemmering ecologisch herstel en graafschade) veroorzaken. Wanneer schade optreedt, wordt de rode Amerikaanse rivierkreeft het vaakst genoemd. Waterschappen hebben echter geen of nauwelijks inzicht in de jaarlijkse kosten die zijn gemoeid met door kreeften veroorzaakte schade. Nog geen enkel waterschap verricht momenteel actieve kreeftenbestrijding. De meerderheid van de respondenten geeft aan dat het besef van de kreeftenproblematiek toeneemt. Alle respondenten geven aan dat behoefte aan effectieve maatregelen en/of handelingsperspectieven ter bestrijding of voorkoming van de kreeftenproblematiek bestaat.

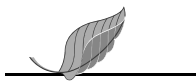
Het Rijk heeft “vrijstelling verleend als beheersmaatregel als bedoeld in artikel 19 van de Verordening uitheemse invasieve soorten”. Hiermee wordt commerciële bevissing ingezet als bestrijdingsmaatregel voor kreeften die zijn opgenomen op de Unielijst. De effectiviteit hiervan is echter niet aangetoond. Onbekend is of met commerciële bevissing verdere verspreiding van invasieve uitheemse kreeftensoorten en ongewenste effecten voor biodiversiteit en ecosystemen worden voorkomen conform de doelstellingen van Europese exotenverordening 1143/2014. Bij de afdeling Muskusrattenbeheer Rivierenland wordt momenteel gekeken naar een uitbreiding van het takenpakket van muskusrattenvangers, aangezien volledige verwijdering van muskusrat het komende decennium te verwachten is. Samenwerking tussen waterschappen voor collectieve plaagsoortenbestrijding past hier organisatorisch goed binnen. Aanvullende regionale kreeftenbevissing door het waterschap in aanvulling op landelijk gecoördineerde commerciële bevissing lijkt een kansrijke bestrijdingsmaatregel om ongewenste effecten van invasieve kreeften te beperken.

Op basis van de resultaten van deze studie zijn zes handelingsperspectieven voor de aanpak van invasieve kreeften door waterschappen naar voren gekomen:

1. Niet aan bestrijding doen en afwachten tot populaties van invasieve exotische kreeften door natuurlijke (predatie)processen instorten en een nieuw ecologisch evenwicht ontstaat;
2. Commerciële kreeftenbevissing door beroepsvisserij, conform het Masterplan van het ministerie van LNV;
3. Commerciële kreeftenbevissing beroepsvisserij, conform het Masterplan van het ministerie van LNV met aanvullende kreeftenbevissing door het waterschap en benutting door burgers met visakten voor invasieve kreeften;
4. Biologisch beheer door introductie van soortspecifieke ziekten van invasieve kreeften;
5. Chemische bestrijding van kreeften;
6. Stimuleren van regulatie kreeftenpopulaties door systeemgerichte maatregelen die de veerkracht en robuustheid van ecosystemen bevorderen.

Conclusies

Voor elk handelingsperspectief is op basis van de beschikbare informatie uit het literatuuronderzoek een inschatting gemaakt van de effectiviteit op korte en lange termijn en gevolgen voor de instandhouding van de biodiversiteit, risicobeheersing waterveiligheid, kosten van de maatregelen op korte en lange termijn, (verwacht) draagvlak en inpasbaarheid in het huidige beleid en beheer van het waterschap Rivierenland. Tevens is de zekerheid daarvan ingeschat. Uit de beoordeling van de handelingsperspectieven is naar voren gekomen dat de handelingsperspectieven 1, 2, 4 en 5 waarschijnlijk niet leiden tot een (gewenste) duurzame verlaging van kreeftendichtheden. De combinatie van verlaging van de draagkracht voor kreeften van regionale watersystemen op lange termijn (handelingsperspectief 6), in combinatie met aanvullende bevissing door beroepsvisserij, waterschappen en burgers met een kreeften-visakte (handelingsperspectief 3) worden als een kansrijke maatregelen beschouwd. Naast de handelingsperspectieven zijn tevens beleidsrelevante kennishiaten voor de aanpak van de huidige kreeftenproblematiek in Nederland geïdentificeerd.



Aanbevelingen

De belangrijkste aanbevelingen die naar voren zijn gekomen betreffen:

- Zorgdragen dat de omvang van de kreeftenproblematiek op landelijk niveau de vereiste aandacht krijgt onder waterschappen en andere water- en natuurbeheerders, alsmede onder het brede publiek;
- Bevorderen van samenwerking tussen waterschappen voor gezamenlijke plaagsoortenbestrijding van beheergebied-overschrijdende soorten zoals invasieve kreeften;
- Implementatie van de Europese exotenverordening 1143/2014 in gedragscodes voor diverse beheerstaken van waterschappen en andere overheidsinstanties om verdere verspreiding van uitheemse kreeften bij reguliere taakuitvoering te voorkomen;
- Bij Rijksoverheid aandringen op van een generiek landelijk of Europees verbod op de import en handel van levende zoetwaterkreeftensoorten afkomstig uit ecoregio's die wat betreft klimaat en habitat overeenkomen met Noordwest-Europa ter voorkoming van introductie nieuwe invasieve uitheemse soorten;
- Het opstellen van een protocol/draaiboek om vestiging te voorkomen van nieuwe uitheemse kreeftensoorten direct na signalering. Een dergelijk draaiboek moet op de plank liggen en daarbij is het van belang dat alle beleidsmatige en juridische belemmeringen op voorhand al zijn opgelost;
- Vaststellen van de effectiviteit van beroepsvisserij als beheersmaatregel voor kreeftenpopulaties om doelstellingen EU-exotenverordening te realiseren;
- Vaststellen wat habitatvoorkeuren van uitheemse kreeften zijn om hier systeemgericht op in te spelen;
- Vaststellen welke sturende factoren de intensiteit van het graafgedrag van invasieve kreeften beïnvloeden;
- Bepalen van de te realiseren drempelwaarde voor de dichtheid aan invasieve kreeften waarbij geen significante effecten meer optreden en vaststellen welke bestrijdingsinspanning geleverd dient te worden voor realisatie drempelwaardedichtheid;
- Inzicht verkrijgen in haalbaarheid om dichtheden van invasieve kreeften in Nederlandse ecosystemen via een systeemgerichte aanpak duurzaam te verlagen en beheersen en beoordelen van de kosten(effectiviteit) van een dergelijke aanpak;
- Inzicht verkrijgen in (in)directe financiële gevolgen van invasieve kreeften voor waterschappen en Rijk in verband met KRW-maatregelen, natuurwaarden en waterkeringen/oeveren.



1 INLEIDING

1.1 KREEFTEN IN NEDERLAND

Inheemse rivierkreeften spelen een belangrijke rol in zoetwaterecosystemen (Crandall & Buhay 2008). In Nederland komt van nature één inheemse rivierkreeft voor, namelijk de Europese rivierkreeft (*Astacus astacus*, Figuur 1.1). Deze soort was tot de tweede helft van de twintigste eeuw lokaal algemeen (Geelen 1978). Op dit moment komt de Europese rivierkreeft voor zover bekend nog maar op één plek in Nederland voor (Soes & van Eekelen 2006). De populatieomvang van Europese rivierkreeft is als gevolg van de introductie van uitheemse kreeftensoorten, overdracht van de kreeftenpest (*Aphanomyces astaci*) en habitatdegradatie zowel in Nederland als elders in Europa sterk afgenomen (Geelen 1978; Soes & Koese 2010; Tilmans et al. 2014). Om de soort niet te laten uitsterven in Nederland wordt onderzoek verricht naar mogelijkheden voor herintroductie (Ottburg & Roessink 2012; Roessink & Ottburg 2012).



Figuur 1.1 De Europese rivierkreeft (*Astacus astacus*) komt nog maar op één plek in Nederland voor (© Foto: P. Lemmers).

De eerste waarneming van een uitheemse kreeftensoort in Nederland betreft de gevlekte Amerikaanse rivierkreeft (*Orconectes limosus*, Figuur 1.2) in 1968 (Geelen 1978). Inmiddels zijn negen uitheemse kreeftensoorten in ons land gemeld, waarvan tenminste zes soorten zich hebben gevestigd. Dit zijn de Californische rivierkreeft (*Pacifastacus leniusculus*), geknobbelde Amerikaanse rivierkreeft (*Orconectes virilis*), gestreepte Amerikaanse rivierkreeft (*Procambarus acutus/zonangulus*), gevlekte Amerikaanse rivierkreeft, rode Amerikaanse rivierkreeft (*Procambarus clarkii*) en de Turkse rivierkreeft (*Astacus leptodactylus*) (Soes en Kroese, 2010; Koese & Soes, 2011). De introductieroutes van de uitheemse kreeftensoorten in Europa lopen uiteen van aquariumhandel, consumptiehandel, vislokaas en opzettelijke introductie (Holdich

2011; NNS 2011a, 2011b, 2011c, 2011d; Chucholl 2013a; Rogers & Watson 2013; Faulkes 2015). De meeste uitheemse rivierkreeften hebben een bredere niche dan de Europese rivierkreeft waardoor ze ook habitats koloniseren die niet geschikt zijn voor de inheemse rivierkreeft (Olsson 2009).



Figuur 1.2 Gevlekte Amerikaanse rivierkreeft (*Orconectes limosus*) (© Foto: Paul van Hoof).

Met uitzondering van de Californische rivierkreeft, zijn alle hierboven genoemde uitheemse kreeftensoorten binnen het beheergebied van waterschap Rivierenland gemeld (NDFF 2018). Behalve de gestreepte Amerikaanse rivierkreeft en de Turkse rivierkreeft, staan alle uitheemse rivierkreeften en de Chinese wolhandkrab die voorkomen in het beheergebied van waterschap Rivierenland op de Europese Unielijst van invasieve exoten (Europese Commissie 2016). Soorten die op de Europese Unielijst staan kunnen schade toebrengen aan biodiversiteit en het functioneren van ecosystemen maar ook risico's vormen voor de volksgezondheid en waterveiligheid. De in Nederland voorkomende uitheemse rivierkreeftensoorten en Chinese wolhandkrab zijn opgenomen in de Uitvoeringsregeling visserij en vallen onder de Visserijwet 1963 (Minister van LNV 2008).

1.2 PROBLEEMSTELLING

Sinds tien jaar neemt het aantal meldingen van uitheemse rivierkreeften in de oppervlaktewateren binnen het beheergebied van waterschap Rivierenland sterk toe (NDFF 2018). De recente toename en het invasieve gedrag van enkele nieuwe soorten leiden tot ongewenste effecten op het watersysteem. Deze effecten worden ingedeeld in vijf categorieën, welke in hoofdstuk 3 verder zijn uitgewerkt:

- Effecten op ecologisch functioneren (waterkwaliteit en biodiversiteit) van watersystemen en behalen van Kaderrichtlijn Water-doelen;



- Effecten op waterkwantiteit, veiligheid van waterkeringen en oeverstabiliteit;
- Effecten door baggervorming en (juridische) knelpunten bij het verplaatsen van bagger;
- Risico's voor de volksgezondheid door consumptie;
- Effecten voor (sport)visserij.

De (potentiële) effecten van uitheemse rivierkreeften zijn niet te generaliseren en verschillen per soort en leefgebied. Voor sommige soorten, zoals de rode Amerikaanse rivierkreeft (Figuur 1.3) en de gestreepte Amerikaanse rivierkreeft (Figuur 1.4), is gezien hun ecologie een sterker negatief effect voor de vijf bovengenoemde categorieën te verwachten dan van bijvoorbeeld de gevlekte Amerikaanse rivierkreeft. Daarom ligt de focus van dit onderzoek op de rode Amerikaanse rivierkreeft en gestreepte Amerikaanse rivierkreeft, die respectievelijk sinds 1985 en 2002 in oppervlaktewateren in Nederland worden waargenomen (Adema 1989; Koese & Soes 2011). Met name het graafgedrag van deze kreeftensoorten zorgt voor extra bagger en instabiele oevers en keringen (Koese et al. 2011; Koese & Vos 2013; Gylstra et al. 2016; Van Dobben et al. 2017). Binnen het beheergebied van waterschap Rivierenland komen deze twee soorten in respectievelijk de Alblasserwaard en het Land van Maas en Waal in hoge dichtheden voor. In hoofdstuk 3 worden de beschikbare verspreidingsgegevens voor de uitheemse kreeftensoorten die voorkomen in het beheergebied van waterschap Rivierenland en Chinese wolhandkrab beschreven en geïnterpreteerd.



Figuur 1.3 Rode Amerikaanse rivierkreeft (*Procambarus clarkii*) (© Foto: Paul van Hoof).



Figuur 1.4 Gestreepte Amerikaanse rivierkreeft (*Procambarus acutus/zonangulus*) (© Foto: Paul van Hoof).

1.3 ONDERZOEKSVRAGEN

De voorliggende haalbaarheidsstudie richt zich op het beantwoorden van de vraag ‘hoe het waterschap Rivierenland met de kreeftenproblematiek kan omgaan, zodat ongewenste gevolgen voor watersystemen worden voorkomen of beperkt’. De volgende paragrafen beschrijven de vraagstelling en aanpak.

1.3.1 Aard en omvang van de huidige problematiek en risico's

Vraagstelling

Wat is de huidige problematiek en de omvang van de risico's in het beheergebied van waterschap?

Aanpak

Dit rapport schetst de aard en omvang van de huidige kreeftenproblematiek, gezien vanuit het perspectief van de waterschappen. Ter afbakening zijn hiervoor de volgende deelvragen opgesteld:

- Welke risico's worden door rivierkreeften in zijn algemeenheid veroorzaakt?
- Welke soorten zijn reeds aanwezig binnen het beheergebied van waterschap Rivierenland en van welke soorten valt schade te verwachten?
 - Wat is de huidige verspreiding van invasieve rivierkreeften op basis van de Nationale Databank Flora en Fauna (NDFP);
 - Welke schadelijke soorten zijn nog te verwachten? In het kader van de horizonsscanning: tevens kijkend naar landen om ons heen.



- Zijn er specifieke verschillen per soort in de dichtheden die bereikt worden, koloniatiedrift- en overlevingsstrategieën en de risico's die ze veroorzaken?
- Wat is bekend over dichtheid-effect-relaties per soort?
- Welke effecten op de KRW-doelstellingen (waterchemie, diatomeeën, waterplanten, macrofauna, vis) zijn te verwachten en wat zijn de eventuele consequenties ten aanzien van het wel of niet halen van de KRW-doelstellingen?
- Bestaat een verband tussen de toename van bruine rat en die van rivierkreeften en wat dan zijn mogelijke risico's voor de volksgezondheid?
- Welke risico's zijn gerelateerd aan onopzettelijke verspreiding van kreeften door uitvoering van waterbeheerstaken? Hoe treedt (re)kolonisatie op door afvoeren van slib en vegetatieresten tijdens schonen van de watergangen?
- Hoe verhoudt de waterschapstaken zich tot de Europese exotenverordening 1143/2014, kijkend naar met name de onopzettelijke verspreiding, en de plichten die het Rijk draagt met betrekking tot bestrijding en indamming van populaties van Unielijstsoorten?
- Wat zijn de risico's van instabiliteit van boezemkades, veendijken, afkalven van oevers, gevolgen voor hoeveelheid bagger door graafactiviteiten. Het betreft in dit geval een kwalitatieve inventarisatie van risico's:
 - In het kader van waterveiligheid;
 - In het kader van de exotenverordening.

1.3.2 Relaties tussen de kreeftendichtheid van kreeften en (beheer)factoren

Vraagstelling

Kunnen relaties worden vastgesteld tussen de dichtheid van kreeften en stuurbare (beheer)factoren aan de hand van bij waterschap Rivierenland beschikbare data, bijvoorbeeld data verzameld in het kader van de verplichte KRW-monitoring?

Aanpak

Als ondersteuning bij het opstellen van een beheeradvies worden de beschikbare data (aan te leveren door waterschap Rivierenland) over de actuele dichtheid van exotische kreeften statistisch geanalyseerd. Hierbij wordt er gekeken naar relaties tussen de dichtheid van kreeften en stuurbare (beheer)factoren zoals de roofvisstand en habitatgebruik.

De conclusies die hieraan onttrokken kunnen worden, hangen af van de bruikbaarheid en het detailniveau van de aangeleverde data.

1.3.3 (Beheer)visserijmogelijkheden tot indammen van het kreeftenprobleem

Vraagstelling

Biedt (beheer)visserij mogelijkheden tot indammen van het kreeftenprobleem?

Aanpak

In kaart brengen wat geschikte vangstmethodieken (dekking van waterschap Rivierenland-beheergebied door beroepsvisserij met bijzondere aandacht voor probleemgebieden met kreeften) en hierbij de efficiëntie, voor de verschillende kreeftensoorten aanwezig in beheergebied van waterschap Rivierenland, in geïsoleerde wateren zijn. Hierbij kunnen de volgende vragen concreet worden benoemd:

- Wat zijn de (organisatorische) mogelijkheden en de mogelijke effectiviteit van beheervisserij als bestrijdingsmaatregel?
- Wat is de huidige omvang van de kreeftenvangst door beroepvisserij (in financieel opzicht en in opzicht van biomassa) binnen het beheergebied van waterschap Rivierenland?
- Is het probleem op te lossen met beroepvisserij zoals nu beoogd in het beheersplan IAS of EU concern van Rijk en provincies? Zo nee, zou beroepvisserij dan wel kunnen bijdragen aan indamming van populaties van invasieve kreeften?
- Is aanpak mogelijk door inzetten van (muskus/bever)rattenvangers bij kreeftenbestrijding?
- Wat is de verwachte duurzaamheid en effectiviteit van de activiteiten van kreeftenbestrijding door beroepvisserij?

1.3.4 Handelingsperspectieven voor het waterschap

Vraagstelling

Welke handelingsperspectieven voor waterschap Rivierenland om het kreeftenprobleem aan te pakken kunnen er worden geschetst, waarbij de verantwoordelijkheid van het waterschap voor (water)veiligheid voorop staat? Er wordt hierbij aandacht besteed aan open en gesloten watersystemen.

Aanpak

Dit onderdeel richt zich op de handelingsperspectieven voor waterschap Rivierenland, waarbij de vraag of de het kreeftenprobleem is in te dammen centraal staat.

- Waarom doen de uitheemse rivierkreeften het zo goed in ons land en is het huidige ecosysteem veerkrachtig genoeg om dit probleem zelf op te lossen?
 - Welke effecten op de kreeftendichtheid zijn te verwachten van roofvissen zoals Europese meerval, paling, snoekbaars, snoek en baars?
 - Wat valt te verwachten van (in populatie toenemende) bruine ratten?
 - Kan het ecosysteem zelfregulerend worden, waardoor kreeftenpopulaties en de bijkomstige schade worden beperkt?
- Is er een relatie tussen de dichtheid van kreeften en de steilheid en natuurvriendelijkheid/begroeiing van oevers?
- Wat is er op internationaal niveau bekend over kreeftenbestrijding?
- Wat zijn ervaringen uit binnen- en buitenland bij onderzoekers, beheerders en waterschappen tot nu toe ten aanzien van het elimineren of indammen van het kreeftenprobleem?
- Leidt de huidige waterbeheer door waterschappen tot een toe- of afname van het kreeftenprobleem? En kunnen er maatregelen worden genomen om het probleem te reduceren?

Welke vervolgstappen kan het waterschap Rivierenland nemen op basis van het bovenstaande om het kreeftenprobleem aan te pakken?



1.3.5 Relevante kennishiaten en stappen voor waterschap Rivierenland

Vraagstelling

Welke kennishiaten relevant voor de handelingsperspectieven van beheersen en elimineren binnen het beheergebied van waterschap Rivierenland, bestaan er en welke stappen kan het waterschap Rivierenland nemen om de kreeftenproblematiek beheersbaar te houden?

Aanpak

Aan de hand van de uitwerking van de deelonderzoeken zoals beschreven in bovenstaande paragrafen, dient tevens helder te worden wat relevante kennishiaten zijn voor de realisatie van de handelingsperspectieven door het waterschap. Zijn er potentiële methodieken die hierin uitkomst bieden maar die nog niet in de literatuur staan beschreven? Concreet ligt de focus hierbij op het in beeld brengen van potentiële, maar nog niet onderzochte, methodieken om de kreeftenproblematiek te beheersen (in te dammen) en/of te elimineren.

2 METHODEN

2.1 LITERAATUURSTUDIE EN DATAVERZAMELING

In de voorliggende rapportage zijn de geformuleerde onderzoeksvragen in paragraaf 1.3 door middel van literatuurstudie beantwoord. Tevens zijn interviews gehouden met ecologen en beheerders van Nederlandse waterschappen die een vergelijkbare kreeftenproblematiek hebben. Op basis van de resultaten van dit onderzoek zijn voor het waterschap handelingsperspectieven opgesteld voor de aanpak van de kreeftenproblematiek.

2.1.1 Literatuuronderzoek

De literatuurstudie is uitgevoerd met behulp van de zoekmachines Web of Science en Google Scholar op basis van een representatieve set zoektermen. Hierbij zijn steeds de eerste 50 hits beoordeeld op bruikbaarheid. Daarnaast is ook gezocht naar informatie op ResearchGate. Voor Nederlandstalige artikelen is tevens gezocht op <http://www.natuurtijdschriften.nl> (Tabel 2.1). Tenslotte zijn de literatuurlijsten van beschikbare artikelen en rapporten gebruikt voor het opsporen relevante literatuur.

Voor zowel de rode Amerikaanse rivierkreeft als de gestreepte Amerikaanse rivierkreeft is gezocht naar wetenschappelijke literatuur over hun ecologie, risico's en bestrijdingsmethodieken. De gestreepte Amerikaanse rivierkreeft bestaat in ons land hoogstwaarschijnlijk uit twee soorten (Filipová et al. 2011); daarom is gezocht op zowel *Procambarus acutus* als *Procambarus zonangulus*.

Tabel 2.1 De gebruikte zoekmachines en –termen voor het verzamelen van relevante literatuurbronnen over effecten invasieve kreeften.

Zoekmachine	Zoektermen
Google Scholar & Web of Science	'Wetenschappelijke soortnaam' AND burrow*; risk*; effect; 'biological control'; 'density dependence' impact; 'eradication' 'population control'; containment; 'effect mitigation'
ResearchGate	<i>Procambarus clarkii</i> <i>Procambarus acutus</i> <i>Procambarus zonangulus</i>
natuurtijdschriften.nl	rivierkreeft*



2.1.2 Databewerking

De gevonden informatie is geanalyseerd en gebruikt om de onderzoeksvragen te beantwoorden. Indien dit slechts gedeeltelijk of niet mogelijk is op basis van beschikbare literatuur zijn relevante kennishiaten voor beleid en beheer geformuleerd in hoofdstuk 7.

Verspreidingsgegevens uit de Nationale Databank Flora en Fauna (NDFF 2018) zijn aangeleverd door waterschap Rivierenland. De data zijn verwerkt in verspreidingskaarten met behulp van het programma QGIS versie 2.14.10. (QGIS Development Team 2009). Alle statistische analyses zijn uitgevoerd met het statistische softwarepakket R (R Core Team 2016).

2.1.3 Data-analyse

Op basis van een meta-analyse van beschikbare studies wordt bepaald wat de drempelwaarde is voor de dichtheid kreeften, waarbij significante effecten optreden (Bijlage 2). Omdat de datapunten van de verklarende variabele niet overlappen is hierbij Firth's logistische regressie toegepast, met behulp van het softwarepakket logistf (Heinze & Ploner 2016). Omdat de data niet normaal verdeeld zijn, is de Kendalls tau gebruikt voor deze correlatietesten.

2.1.4 Enquête

Er is een vragenlijst opgesteld om te inventariseren of waterschappen bekend zijn met de risico's en effecten van invasieve uitheemse rivierkreeften (Bijlage 1). Deze vragenlijst is naar ecologen van alle waterschappen gestuurd. De resultaten van deze enquête zijn beschreven in hoofdstuk 4. De respons van waterschappen is weergegeven in bijlage 4.

2.1.5 Opstellen en beoordelen handelingsperspectieven

Op grond van het literatuuronderzoek, dataverwerking, data-analyse en de enquête zijn de handelingsperspectieven voor het waterschap opgesteld en beoordeeld in hoofdstuk 6. Hierbij zijn kennishiaten naar voren gekomen en die samen met aanbevelingen voor vervolgonderzoek staan beschreven in hoofdstuk 7.

3 AARD EN OMVANG HUIDIGE PROBLEMATIEK EN RISICO'S

Kreeften hebben ecologische en economische effecten maar er zijn tevens risico's voor de volksgezondheid en waterveiligheid. Meerdere onderzoeken tonen dat uitheemse kreeften in Nederland, al dan niet voorkomend in het beheergebied van het waterschap Rivierenland, hoge dichtheden kunnen bereiken. Dit geldt voor de Californische rivierkreeft (Crombaghs et al. 2017), geknobbelde Amerikaanse rivierkreeft (Koese 2011; Figuur 3.1), gestreepte Amerikaanse rivierkreeft (Soes & Beuker 2015), gevlekte Amerikaanse rivierkreeft (Soes & Beuker 2015) en de rode Amerikaanse rivierkreeft (Soes & Beuker 2015). De Turkse rivierkreeft heeft een zeer beperkt verspreidingsgebied in Nederland (Soes & Koese 2010; Koese & Evers 2011). In het beheergebied van het waterschap Rivierenland komen relatief veel gestreepte, gevlekte en rode Amerikaanse rivierkreeften voor, waardoor kans op ongewenste effecten groot is (Soes & Beuker 2015). De rode Amerikaanse rivierkreeft staat in de top drie van de lijst van '100 worst alien species in Europe' vanwege de negatieve economische en ecologische impact die de soort heeft (Nentwig et al. 2017). Ook de Californische rivierkreeft, geknobbelde Amerikaanse rivierkreeft en gevlekte Amerikaanse rivierkreeft staan op deze lijst. De gestreepte Amerikaanse rivierkreeft wordt niet in deze lijst genoemd (Nentwig et al. 2017). Deze soort heeft momenteel op Europese schaal nog een beperkt verspreidingsgebied.



Figuur 3.1 Geknobbelde Amerikaanse rivierkreeft (*Orconectes virilis*) (© Foto: Paul van Hoof).

Alle in ons land aanwezige kreeftensoorten met een oorspronkelijk Noord-Amerikaans verspreidingsgebied zijn waarschijnlijk immune dragers van de kreeftenpest (Soes & Koese 2010; Koese & Soes 2011; Tilmans et al. 2014). Voor Nederland is dit nog niet bevestigd voor populaties van de gestreepte Amerikaanse rivierkreeft en geldt dit slechts in beperkte mate voor de rode Amerikaanse rivierkreeft (Tilmans et al. 2014).



Gherardi et al. (2011) wijten het succes van uitheemse rivierkreeften aan hoge fertiliteit, lange paaitijden, snelle groeisnelheden, vroege leeftijd van geslachtsrijpheid en de grote mate van plasticiteit aan de leefomgeving. Tevens zorgt de afwezigheid van natuurlijke parasieten, pathogenen en vijanden van uitheemse rivierkreeften waarschijnlijk voor een hogere overlevingsratio. Een van de redenen van succes voor de rode Amerikaanse rivierkreeft in Nederland kan de afwezigheid van concurrerende rivierkreeften, waardoor de soort een bredere niche kan bezetten (Hanshew & Garcia 2012; Koese & Vos 2013). De soort is zeer generalistisch/opportunistisch in de voorkeurhabitat en voedselkeuze (Aquiloni et al. 2005; Gherardi 2006; Gherardi & Barbaresi 2008; Hanshew & Garcia 2012). Daarbij koloniseert de soort op eigen kracht nieuwe wateren over land (Cruz & Rebelo 2007; Roessink et al. 2009; Souty-Grosseta et al. 2016). Van nature komt de rode Amerikaanse rivierkreeft voor in moerasgebieden waar aantal het aantal aquatische predatoren laag is. Per jaar kunnen tot 1300 eieren worden geproduceerd en de ei-ontwikkeling bij 20° (C) duurt drie weken (Koese & Vos 2013). Rode Amerikaanse rivierkreeften zijn geslachtsrijp in het eerste of tweede levensjaar (Koese & Soes 2011).

3.1 ECOLOGISCHE RISICO'S VEROOorzaakt DOOR KREEFTEN

Gezien de leefwijze gaat de vestiging van uitheemse kreeften gepaard met diverse risico's. De ecologische risico's van kreeften zijn onderverdeeld in drie categorieën:

1. Verminderen van de waterkwaliteit;
2. Veranderen van het ecologische functioneren van watersystemen;
3. Achteruitgang van biodiversiteit.

Uit diverse studies blijkt dat de uitheemse rivierkreeften zich gedragen als ecosysteembouwers. Ecosystemen kunnen door activiteiten van kreeften omslaan van helder (soortenrijk) naar troebel en nutriëntenrijk (soortenarm) water (Angeler et al. 2001; Rodríguez et al. 2003; Rodríguez et al. 2005; Roessink et al. 2010; NNSS 2011d; Vaeßen & Hollert 2015; Gylstra et al. 2016; Souty-Grosseta et al. 2016; Roessink et al. 2017). Dit wordt met name door het graafgedrag van de kreeften en de generalistische voedingswijze veroorzaakt. Door het graven vertroebelt het water en komen nutriënten uit de bodem vrij (Angeler et al. 2001; Gylstra et al. 2016). Door het negatieve effect op de biodiversiteit (onder andere water- en oeverplanten) en het verhinderen van ecologisch herstel van systemen (Gherardi & Acquistapace 2007; Van der Wal 2013; Souty-Grosseta et al. 2016), kunnen kreeften het behalen van Kaderrichtlijn Waterdoelen en andere natuurdoelen in de weg staan (Paragraaf 3.2). Het blijkt dat de grootste effecten van kreeften optreden in systemen die al verstoord zijn, of waarvan de natuurlijke veerkracht onder druk staat of herstellende is (Van der Wal 2013; Van Dobben et al. 2017). Met andere woorden, de kans op verstoring is kleiner in gezonde veerkrachtige ecosystemen (Scheffer et al. 2001). De rode Amerikaanse rivierkreeft is goed in het koloniseren van reeds verstoorde watersystemen (Gherardi 2010), en het effect dat deze soort op watersystemen zorgt er voor dat de habitat voor de soort geschikt blijft. Ook hebben kreeften negatieve effecten op waterplanten door vraat. De rode Amerikaanse rivierkreeft is omnivoor (Alcorlo 2004; Cruz & Rebelo 2005; Gherardi & Barbaresi 2008). De combinatie van vraat aan planten en de mobilisatie van nutriënten door graafgedrag onderdrukken systeemherstel, waardoor herkolonisatie en uitbreiding van waterplanten, en van diersoorten die daarvan sterk afhankelijk zijn, zoals de groene glazenmaker uitblijft (Van Dobben et al. 2017). Negatieve effecten van de rode Amerikaanse rivierkreeft op macrofauna en waterplanten traden al op bij

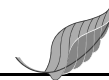
dichtheden van 4 per m² en deze effecten manifesteerden zich sneller en sterker bij dichtheden van 8 per m² (Gherardi & Acquistapace 2007). Na een sterke reductie van het aantal kreeften in een geïsoleerd water in de Verenigde Staten namen waterplanten en slakken weer sterk toe (Hansen et al. 2013). Door de negatieve effecten die kreeften hebben op waterplanten, kunnen indirect negatieve effecten op sportvisserij ontstaan aangezien sommige vissoorten afhankelijk zijn van een goed ontwikkelde watervegetatie. Naast ongewervelde dieren en planten hebben kreeften ook een negatief effect op de populatieomvang van amfibieën, voornamelijk door predatie van de larven (Gherardi et al. 2001; Cruz & Rebelo 2005; Gherardi 2006; Cruz et al. 2008). De rode Amerikaanse rivierkreeft kan tevens de vector (drager) zijn van de dodelijke amfibieschimmel *Batrachochytrium dendrobatidis* (Brannelly et al. 2015).

3.1.1 Verschillen in dichtheden en kolonisatie

Uit deze literatuurstudie is niet duidelijk naar voren gekomen wat de dichtheden van de rode Amerikaanse rivierkreeft zijn in het natuurlijke verspreidingsgebied in Noord-Amerika. De dichtheid rode Amerikaanse rivierkreeft in Nederlandse wateren die in twee studies worden genoemd komen overeen. In Goudse stadswateren werden dichtheden van 1-3 kreeften per m² aangetroffen (Van Emmerik 2010). Soes & Beuker (2015) beschrijven in het beheergebied van Waterschap Rivierenland een dichtheid 2,2-2,9 per m². Dit betroffen beide open watersystemen. Roessink et al. (2009) stellen dat de dichtheid waarin de rode Amerikaanse rivierkreeft voorkomt, sterk afhankelijk is van de heersende milieucondities zoals, warme en ondiep wateren. Daarnaast hangt de dichtheid af van het jaargetijde. Net na de reproductie zijn de dichtheden vanzelfsprekend hoger. Harper et al. (2002) vond in een Kenyaans bijvoorbeeld meer zelfs een dichtheid van >500 kreeften per m², bestaande uit vooral juvenielen.

De dichtheid gestreepte Amerikaanse rivierkreeft kwam in het onderzoek door Soes & Beuker (2015) overeen met die van rode Amerikaanse rivierkreeft. In 2017 leken de aantallen enigszins lager ten aanzien van rode Amerikaanse rivierkreeft (Soes 2017). Opvallend is dat hoge dichtheden van beide soorten niet samen voorkwamen (Soes & Beuker 2015; Soes 2017). De rode Amerikaanse rivierkreeft verdringt mogelijk de gestreepte Amerikaanse rivierkreeft. In een competitie-experiment bleek dat de rode Amerikaanse rivierkreeft dominant en agressiever is dan de gestreepte Amerikaanse rivierkreeft van gelijke grootte (Gherardi & Daniels 2004). Als soorten samen voorkomen zou de rode Amerikaanse rivierkreeft meer optimale plekken innemen en de gestreepte Amerikaanse rivierkreeft er mogelijk uit verdrijven.

Soes (2017) onderzocht in het jaar 2017 dezelfde 74 KRW-monsterpunten in het beheergebied van waterschap Rivierenland voor kreeftendichtheden (Figuur 3.2), die ook zijn onderzocht in 2014 (Soes & Beuker 2015). De belangrijkste conclusies zijn dat het aantal locaties met hoge dichtheden geknobbelde kreeften (tussen 0,63 en 1,25 per m², volgens Roessing et al. 2010), waarbij negatieve effecten kunnen optreden, is toegenomen van 19 naar 27 (37%) locaties in drie jaar. Voor de rode Amerikaanse rivierkreeft is het aantal locaties met hoge aantallen toegenomen van 9 naar 11 (15%). De gestreepte Amerikaanse rivierkreeft is van 9 naar 12 (16%) locaties gestegen.



Figuur 3.2 Impressie van de Nieuwe Wetering nabij Horssen (Gelderland) met code KRW 72 waar door Soes (2017) zeer hoge aantallen rode Amerikaanse rivierkreeft (*Procambarus clarkii*) werden aangetroffen (© Foto: Pim Lemmers).

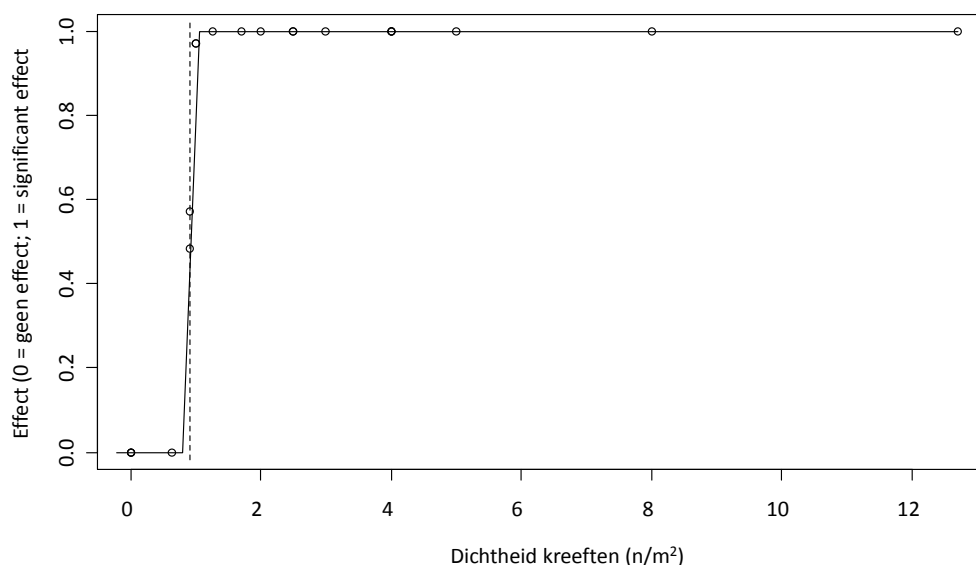
De rode Amerikaanse rivierkreeft en Californische rivierkreeft koloniseren vooral in stroomafwaartse richting, echter kolonisatie in stroomopwaartse richting vindt ook plaats (Kerby et al. 2005). In tegenstelling tot de andere kreeftensoorten migreert de rode Amerikaanse rivierkreeft over land (Cruz & Rebelo 2007; Roessink et al. 2009; Souty-Grosseta et al. 2016), waaraan ieder jaar wel enkele nieuwsberichten aan worden gewijd. Hierdoor worden nieuwe wateren snel gekoloniseerd en voor bijvoorbeeld amfibieën, die zich voortplanten in geïsoleerde predatorvrije wateren, vormt vestiging van invasieve kreeften een bedreiging. Over het mechanisme dat ten grondslag ligt aan migratie over land is nog weinig bekend. Souty-Grosseta et al. (2016) noemt dat de soort actief over land verspreidt en hierbij afstanden tot één kilometer per keer kan afleggen. Het is voor zowel de rode Amerikaanse rivierkreeft als gestreepte Amerikaanse rivierkreeft in Nederland niet bekend hoe ver deze soorten over land lopen en binnen welke radius nieuwe wateren worden gekoloniseerd.

3.1.2 Dichtheid-effectrelaties en gewenste dichtheid

Uit deze literatuurstudie is niet duidelijk naar voren gekomen wat de dichtheden aan rode Amerikaanse rivierkreeft en gestreepte Amerikaanse rivierkreeft zijn in het natuurlijke verspreidingsgebied. De dichtheden die besproken worden hebben betrekking op populaties buiten het oorspronkelijke verspreidingsgebied. De dichtheid-effectrelatie voor rode Amerikaanse rivierkreeft neemt toe bij hogere dichtheden (Souty-Grosseta et al. 2016). Gherardi & Acquistapace (2007) vonden bij een experiment uitgevoerd in Italië sterkere negatieve effecten op macrofauna en waterplanten die tevens sneller optraden bij hoge dichtheden van rode Amerikaanse rivierkreeft (8 kreeften per m²). Dit is in overeenstemming met Chucholl (2013b), waar bij een experiment in Duitsland werd vastgesteld dat zowel

macrofauna als inheemse waterplanten afnamen bij een toenemende dichtheid aan rode Amerikaanse rivierkreeft. Opvallend is het resultaat dat de uitheemse waterplant waterpest (*Elodea nuttallii*) juist toenam. Voor de Nederlandse situatie is een dergelijke studie uitgevoerd naar de effecten van de geknobbelde Amerikaanse rivierkreeft op waterplanten. Uit het onderzoek kwam naar voren dat negatieve effecten voor waterplanten en waterkwaliteit (troebelheid en geleidbaarheid) optraden bij een dichtheid van 1,7 kreeften per m² (Roessink et al. 2017).

Op basis van een meta-analyse de resultaten van tien studies is informatie over dichtheid-effectrelaties verkregen en een drempelwaarde voor de dichtheid van kreeften afgeleid waarbij significante effecten optreden (Rodriguez et al. 2003; Gherardi & Acquistapace 2007; Banha & Anastácio 2011; Choucoll 2013b; Van der Wal et al. 2013; Carvalho et al. 2016; Jackson et al. 2016; Crombaghs et al. 2017; Roessink et al. 2017; Van Dobben et al. 2017). Het effect is gesteld op 'significant' wanneer in één of meerdere risicocategorieën (effect op: waterplanten, macrofauna, waterkwaliteit) een effect is vastgesteld. In geen van de studies wordt een effect op de waterhuishouding en/of waterveiligheid bij een bepaalde dichtheid kreeften besproken (Bijlage 2). Firth's logistische regressie laat zien dat sprake is van een statistisch significant verband ($p < 0.01$) tussen de dichtheid kreeften en het effect dat optreedt (Figuur 3.3). Voor geknobbelde Amerikaanse rivierkreeft is vastgesteld dat geen effecten optreden bij een dichtheid $< 0,63$ kreeft per m² (Roessink et al. 2017). In de studies van Gherardi & Acquistapace (2007), Banha & Anastácio (2011) en Choucoll (2013b) wordt voor de rode Amerikaanse rivierkreeft enkel van geen effect gesproken, wanneer de soort ook niet aanwezig was. Significante effecten treden al op bij een dichtheid van 0,9 kreeft per m² (Carvalho et al. 2016). Op basis van alle beschikbare informatie en de regressieanalyse wordt aangenomen dat de drempelwaarde voor de kreeftendichtheid in ieder geval onder 0,9 kreeft per m² ligt. Meer kennis over wat de drempelwaarde-dichtheid van kreeften in Nederlandse watersystemen zijn en tevens bij welke dichtheden effecten op de waterhuishouding en waterveiligheid optreden is nodig.



Figuur 3.3 Datapunten op basis van de beschikbare dichtheid-effectrelaties van uitheemse kreeften in bijlage 2. Firth's logistische regressie laat zien dat sprake is van een statistisch significant verband ($p < 0.01$) tussen de dichtheid en effecten van kreeften en bij welke dichtheid een significant toename van dat effect optreedt. De stippellijn geeft aan dat bij een dichtheid vanaf 0,9 kreeft per m² significante effecten zijn te verwachten.

3.2 RISICO'S VOOR KRW-DOELSTELLINGEN EN CONSEQUENTIES

De Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) is een richtlijn van het Europees Parlement waarin ecologische kwaliteitsdoelen voor oppervlaktewateren zijn gesteld (Europees Parlement 2000). Sinds de inwerkingtreding van de KRW in het jaar 2000 mag de waterkwaliteit niet verslechteren. Dit wordt bepaald aan de volgende drie kwaliteitselementen (Van der Putten & Wielinga 2015):

1. Biologische kwaliteitselementen: fytoplankton, overige waterflora (macroalgen, angiospermen, fyto benthos en waterplanten), macrofauna (ongewervelden) en vis;
2. Algemeen fysisch-chemische parameters: pH, zuurstofbalans, nutriëntenhuishouding;
3. Hydromorfologische parameters: afvoerfluctuaties, kadeverharding.

Negatieve effecten door kreeften zijn te verwachten op alle drie de kwaliteitselementen. In paragraaf 3.1 staan de effecten op biologische KRW-kwaliteitselementen beschreven en tevens effecten op nutriëntenhuishouding. Door extra baggervorming dient door het waterschap vaker te worden gebaggerd om de huidige waterafvoercapaciteit te behouden (Gylstra et al. 2016). Ten aanzien van de drie KRW-kwaliteitselementen, zorgt een hogere dichtheid kreeften in potentie dus voor een groter risico op een negatieve beoordeling van de watersysteemkwaliteit (Van der Meulen et al. 2009; Roessink et al. 2010; Boerkamp 2012a). Aangezien het bij de KRW om een resultaatverplichting gaat (Van der Putten & Wielinga 2015), en niet om een inspanningsverplichting, kan dit vergaande consequenties voor waterbeheerders hebben.

Hierbij dient te worden vermeld dat doelen van de KRW mogen worden verlaagd. Dit kan bijvoorbeeld om reden van scheepvaart of onvoorziene nutriëntenbelasting, echter voor zover bekend is dit op basis van ecologische effecten door invasieve exoten nog niet eerder gebeurd. Bovendien bestaat er naast het in gevaar brengen van KRW-doelstellingen tevens een risico dat Natura2000-doelstellingen eveneens niet worden gehaald, met alle economische (financiële) consequenties van dien. Indien KRW-doelen niet worden behaald, kan de Europese Commissie een boete uitschrijven. Echter is het niet bekend hoe streng de Commissie hierbij optreedt.

Voor de uitvoering van de KRW dienen stuwen in watergangen passeerbaar voor migrerende vissen te worden gemaakt. Watergangen die voorheen vismigratiebarrières vormden, hielden tevens (tot op zekere hoogte) exoten buiten. Het optrekbaar maken van watersystemen neemt tevens barrières voor invasieve exoten weg, iets dat door waterbeheerders in acht moet worden genomen en de waterbeheerder dus voor dilemma's plaatst.

3.3 RISICO'S VOOR WATERHUISHOUDING DOOR GRAAFGEDRAG

3.3.1 Graafgedrag

Door het graafgedrag van kreeften komt de veiligheid van waterkeringen en stabiliteit van oevers in het geding (Souty-Grosseta et al. 2016). Graafgedrag in Nederland is waargenomen bij vier soorten, namelijk de geknobbelde Amerikaanse rivierkreeft, gestreepte Amerikaanse rivierkreeft, gevlekte Amerikaanse rivierkreeft en rode Amerikaanse rivierkreeft (Koese & Vos 2013). Op basis van hun graafgedrag worden kreeften ingedeeld in primaire, secundaire en tertiaire gravers. Primaire gravers spenderen het grootste deel van hun leven in gegraven burchten en komen zelden in open wateren (Hobbs 1981; Welch & Eversole 2006; Koese et al. 2011). Primaire gravers komen niet voor bij de thans in Nederland waargenomen kreeftensoorten. De gestreepte Amerikaanse rivierkreeft en de rode Amerikaanse rivierkreeft worden door Koese et al. (2011) gerekend tot de secundaire gravers. Dit houdt in dat ze aangepast zijn aan systemen die periodiek (deels) uitdrogen en tunnels graven om tijdens droogte of vorst ondergronds te kunnen schuilen. De tunnels bieden tevens bescherming tegen predatie en kannibalisme (Ilhéu et al. 2003). Rode Amerikaanse rivierkreeften verblijven een groot deel van het leven in burchten, waar ze niet trouw aan zijn, hetgeen betekent dat ze veel graven (Ilhéu et al. 2003; Barbaresi et al. 2004). Ze vertonen hier ook geen 'homing' gedrag naar (Ilhéu et al. 2003). Na het foerageren graven rode Amerikaanse rivierkreeften doorgaans telkens een nieuwe tunnel (Koese et al. 2011; Souty-Grosseta et al. 2016). Hierdoor kunnen ook kleine populaties rode Amerikaanse rivierkreeft al leiden tot aanzienlijke graafschade en baggervorming. Behalve in gegraven tunnels, schuilen rode Amerikaanse rivierkreeften soms ook in of onder natuurlijke structuren en grote stenen (Ilhéu et al. 2003). De Californische, geknobbelde, gevlekte en Turkse rivierkreeft zijn geclassificeerd als tertiaire gravers, hetgeen inhoudt dat ze voornamelijk in oppervlaktewateren voorkomen en alleen graven onder specifieke omstandigheden zoals hoge predatiedruk of vorst.

De ingang van holen gegraven door rivierkreeften kan worden herkend aan de aanwezigheid van natte modder of water aan het einde van de gang. Bij gangen die zijn gegraven door zoogdieren is er altijd een droge kamer waar dieren in verblijven en deze holen zijn vanaf de ingang horizontaal of schuin omhoog (Soes & Bergsma 2016). Koese & Vos (2013) hebben voor de rode Amerikaanse rivierkreeft twee type holen vastgesteld, namelijk holen die in de oever vanuit het water zijn gegraven (oeverholen; Figuur 3.4) en holen die gegraven worden vanaf het



land (landholen) en alleen via het land bereikbaar zijn. De landholen worden gekenmerkt door een 'schoorsteentje' van aarde ernaast (Correia & Ferreira 1995; Barbaresi et al. 2004; Koese & Vos 2013). In de oeverholen werden de meeste dieren vastgesteld (Koese & Vos 2013).



Figuur 3.4 Oeverholen zichtbaar na verlaging van het waterpeil in de Nieuwe Wetering bij Horsens (Gelderland), waarschijnlijk gegraven door rode Amerikaanse rivierkreeft (*Procambarus clarkii*) (© Foto: Pim Lemmers).

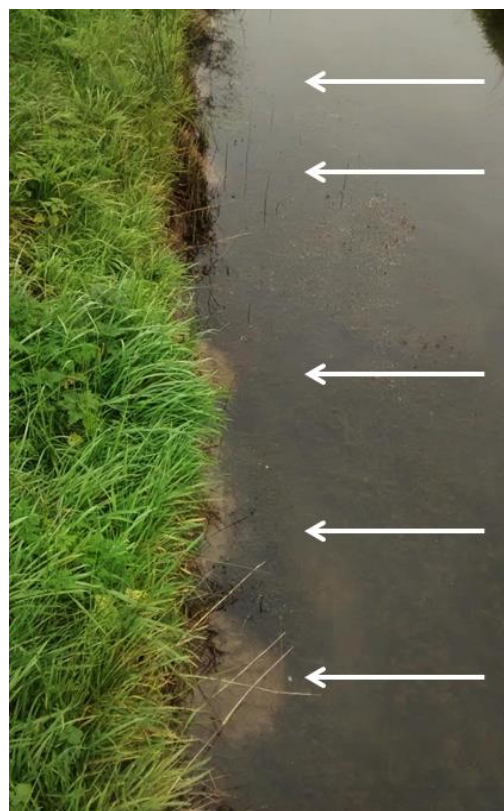
Correia & Ferreira (1995) stellen in een studie uitgevoerd in Portugal dat de piek in graafactiviteiten plaatsvindt van mei tot en met oktober. Koese & Vos (2013) hebben voor de Nederlandse situatie vastgesteld dat dit beperkter is, namelijk van augustus tot en met oktober. Het graven gebeurt in een 24-uurse cyclus (Barbaresi et al. 2004) De factoren die van invloed zijn op het graafgedrag zijn met name 1) het type sediment en 2) de mate van vochtigheid van het oeversediment (Correia & Ferreira 1995; Barbaresi et al. 2004). In vochtige oevers bestaande uit slib of klei werden de hoogste dichtheden oeverholen van rode Amerikaanse rivierkreeft aangetroffen. Kreeften lijken geen holen te kunnen maken in oevers bestaande uit zand, grind en/of keien (Ilhéu et al. 2003; Barbaresi et al. 2004). Een gevolg van graafgedrag van kreeften in vochtige oevers die bestaan uit slib en/of klei is instabiliteit en instorting van de oever. Correia & Ferreira (1995) schrijven verlaging van het waterpeil toe als trigger voor het graven. Een aangepast peilbeheer in de risicoperiode (augustus tot en met oktober, Koese & Vos 2013) zou daarom mogelijk kunnen leiden tot schadevermindering, al is dit tot op heden voor zover bekend bij een suggestie gebleven en niet daadwerkelijk onderzocht. In de studie door Koese & Vos (2013) is niet gekeken naar de relatie tussen oevervorm (steilheid), oeverbegroeiing en bodemsamenstelling in relatie tot het graafgedrag en aantal holen van kreeften.

3.3.2 Habitatvoorkeur van rode Amerikaanse en gestreepte Amerikaanse rivierkreeft

In het natuurlijke verspreidingsgebied komt de rode Amerikaanse rivierkreeft voornamelijk voor in moeras- en draslanden. De hoogste dichtheden komen voor in wateren ondieper dan 40 cm (Penn 1956). Een telemetrische studie toonde aan dat rode Amerikaanse rivierkreeften in een Portugese beek zoals wordt aangenomen nachtactief zijn en een voorkeur hebben voor beschutting ten aanzien van open substraat. De voorkeur was tevens geslachtsafhankelijk; mannetjes bleken vaker onder rotsblokken te schuilen waar vrouwtjes een voorkeur voor vegetatie hadden (Aquiloni et al. 2005). Behalve temperatuur, werd geen correlatie gevonden met verplaatsingen van de dieren en de omgevingsfactoren (Ilhéu et al. 2003; Aquiloni et al. 2005), waarmee de rode Amerikaanse rivierkreeft zeer generalistisch is (Gherardi 2006). Grotere rivierkreeften zijn dominant over de kleine rivierkreeften. Omdat de kreeften kannibalistisch zijn, gaan kleine rivierkreeften de grotere uit de weg (Figler et al. 1999). De rode Amerikaanse en gestreepte Amerikaanse rivierkreeft komen in het beheergebied van waterschap Rivierenland vooral voor in open watersystemen (NDFP 2018). Het is niet onderzocht wat de habitatvoorkeuren, en -gebruik van rode Amerikaanse rivierkreeft en gestreepte Amerikaanse rivierkreeft zijn in Nederland.

3.3.3 Risico's voor de waterhuishouding en waterveiligheid

Met risico's van kreeften voor de waterhuishouding worden risico's ten aanzien van instabiliteit van boezemkades, veendijken, het afkalven van oevers en extra baggervorming bedoeld. In de afgelopen jaren is graafschade door kreeften in Nederland sterk toegenomen waarmee risico's



Figuur 3.5 Ophoping van lemig zand (lichte kleur; zie pijlen) door gravende kreeften in de Rijksche Wetering bij Horssen (Gelderland). Dit leidt tot extra baggeraanwas (© Foto: Ronald Gylstra).

voor de waterveiligheid zijn ontstaan. Het graafgedrag van kreeften zorgt voor extra baggervorming en instabiele oevers, veenkades en waterkeringen (Barbaresi et al. 2004; Koese et al. 2011; Koese & Vos 2013; Gylstra et al. 2016; Souty-Grosseta et al. 2016; Ampt 2017; van Dobben et al. 2017), zie Kader 1. Figuur 3.5 geeft een impressie van de baggervorming door graafgedrag van kreeften. Een populatie rode Amerikaanse rivierkreeften in veengrond zorgt naar schatting voor 25% bruto extra baggeraanwas door graafgedrag, met als risico dat de waterafvoercapaciteit wordt verminderd (Gylstra et al. 2016). Dit brengt extra kosten met zich mee door extra baggerwerkzaamheden; het baggerprogramma van waterschappen moet hierop worden aangepast. Het vervoer van bagger met daarin (mogelijk) levende kreeften, waarna dit elders wordt gestort is bovendien in strijd met de Europese Exotenverordening 1143/2014 (Europese Commissie 2014). De verordening stelt dat lidstaten verplicht zijn om invasies van soorten die op de Unielijst staan (Europese Commissie 2016), tegen te gaan (zie ook paragraaf 3.5).



Kader 1. Praktijkvoorbeelden van risico's door gravende kreeften.

1. Lekkage van de boezemkades bij Kinderdijk, waar tijdens herstelwerkzaamheden gangenstelsels van de **gestreepte Amerikaanse rivierkreeft** zijn aangetroffen tezamen met gangenstelsels van mol en muskusrat. De schade per 10 strekkende meter geperforeerde boezemkades door bovengenoemde soorten wordt geraamd op €20.000 (pers. med. R. Gylstra).
2. In Nootdorp heeft de **rode Amerikaanse rivierkreeft** schade veroorzaakt aan een oprit door het graven van gangenstelsels (Koese et al. 2011).
3. Bij Houten zijn de oevers van een wetering verzaakt als gevolg van graafactiviteiten door de **geknobbelde Amerikaanse rivierkreeft** (Koese et al. 2011).
4. Soes & Bergsma (2016) vonden in het Land van Maas en Waal 72 kreeftenholen over een lengte van 340 meter oever. Dit komt overeen met een dichtheid van 0,2 hol per m oever. In de Alblasserwaard werden dichtheden van 0,4 en 1,8 hol per m oever vastgesteld. Deze holen zijn waarschijnlijk gegraven door **rode Amerikaanse rivierkreeft** maar de **gevlekte Amerikaanse rivierkreeft** komt hier ook voor. De auteurs schatten dat dit heeft geleid tot een toename van respectievelijk 0,05%; 0,15 en 0,7% in bagger. Elders in Nederland kan de baggeraanwas die wordt veroorzaakt door rivierkreeften groter zijn (tot 25% volgens Gylstra et al. 2016).
5. De gemeente Den Haag heeft de **rode Amerikaanse rivierkreeften** waargenomen in drainagesystemen en doorspuitputten van gazons en evenemententerreinen (Figuur 3.6). De vrees bestaat dat deze drainagesystemen verstoppen door levende en dode kreeften. Tevens is men bezorgd dat de kokosmantel wordt aangetast (pers. med. M. van den Hoorn). Er zijn voor zover bekend nog geen andere situaties bekend waarbij kreeften zijn aangetroffen in dergelijke drainagesystemen.
6. Graafschade en baggervorming aan een oever veroorzaakt door de **geknobbelde Amerikaanse rivierkreeft** (Figuur 3.7). Er zijn tenminste vijf gangen over een afstand van ca 10 á 20 meter gegraven.



Figuur 3.6 Rode Amerikaanse rivierkreeften (*Procambarus clarkii*) die zijn aangetroffen in drainagesystemen en doorspuitputten van gazons en evenemententerreinen in Den Haag (© Foto: Gemeente Den Haag).



Figuur 3.7 Graafschade veroorzaakt door geknobbelde Amerikaanse rivierkreeft (aangeduid met witte pijl) in Kamerik (gemeente Utrecht). (© Foto: Koos van der Wind).



3.4 RISICO'S VOOR DE VOLKSGEZONDHEID

3.4.1 Consumptie

In het geval van de Chinese wolhandkrab (*Eriocheir sinensis*) (Figuur 3.8), die voornamelijk in kustwateren en de grote rivieren voorkomt, kan inname van 50 gram vlees per week, afhankelijk van de vangstlocatie en daarmee samenhangende lichaamsgehalten, leiden tot overschrijding van de toelaatbare dosis dioxinen en PCB's (RIVM & RIKILT, 2012; van Leeuwen et al. 2013). Recent is een echtpaar door de rechter tot taakstraffen veroordeeld voor het illegaal vangen en verkopen van Chinese wolhandkrabben die vervuild waren met dioxinen (Willemse 2018). Buitenlandse studies tonen dat zware metalen en chloorhoudende componenten, zoals dioxinen en PCB's, ook accumuleren in rivierkreeften (Suárez-Serrano et al. 2009; Faria et al. 2010). In de voorliggende literatuurstudie zijn, in overeenstemming met de conclusies van Soes & Koese (2010), echter geen studies naar voren gekomen die de accumulatie van toxische stoffen in uitheemse rivierkreeften in Nederland en de mogelijke nadelige effecten daarvan voor de volksgezondheid beschrijven. Uit navraag bij het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) blijkt dat het niet duidelijk is of consumptie van verschillende soorten rivierkreeften afkomstig van water(gang)en in Nederland in het algemeen leidt tot overschrijding van toelaatbare waarden van chloorhoudende componenten en zware metalen. Aangenomen wordt dat aanzienlijke verschillen in belasting tussen locaties bestaan (pers. med. L. Posthuma, RIVM).



Figuur 3.8 Chinese wolhandkrab (*Eriocheir sinensis*) (© Foto: Paul van Hoof).

3.4.2 Relatie tussen bruine rat en rode Amerikaanse en gestreepte Amerikaanse rivierkreeft

Een indirect risico van de toenemende kreeftenpopulaties voor de volksgezondheid is faciliteren van de bruine rat (*Rattus norvegicus*). In Italië is aangetoond dat ratten prederen

rode Amerikaanse rivierkreeft (Amori & Battisti 2008). Ook in Nederland predeert de bruine rat rivierkreeften (Heuts 2012; Soes & Bergsma 2016).

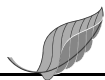
Analyse van de verspreidingsdata uit de NDFF laten zien dat het aantal meldingen van bruine rat in het beheergebied van waterschap Rivierenland sinds het jaar 2000 significant (Kendal tau 0,749; $z = 4,266$ $p < 0,001$) is toegenomen (Bijlage 3). Het totaal aantal waarnemingen van de bruine rat per jaar is significant gecorreleerd met het totaal aantal waarnemingen per jaar van de rode Amerikaanse rivierkreeft (Kendal tau 0,749; $z = 4,266$; $p < 0,001$) gestreepte Amerikaanse rivierkreeft (Kendal tau 0,658; $z = 3,589$; $p < 0,001$) en de Chinese wolhandkrab (Kendal tau 0,656 $z = 3,689$; $p < 0,001$) (Bijlage 3). Deze correlatieve verbanden moeten echter met de nodige voorzichtigheid worden gehanteerd omdat geen causaal bewijs beschikbaar is en bovendien sprake kan zijn van waarnemerseffecten, veranderingen in rattenbestrijding en toevallige correlaties. Daarom wordt aanbevolen om nader onderzoek te verrichten naar de relatie tussen de populatieomvang van ratten en dichtheid van uitheemse kreeften.

3.5 AARD EN OMVANG RISICO'S IN KADER VAN EUROPESE EXOTENVERORDENING

Van de aanwezige uitheemse kreeftensoorten binnen het beheergebied van het waterschap zijn de geknobbelde Amerikaanse rivierkreeft, gevlekte Amerikaanse rivierkreeft en rode Amerikaanse rivierkreeft opgenomen in de Europese lijst van invasieve exoten (Unielijst) ingevolge de Europese exotenverordening 1143/2014 welke sinds 1 januari 2015 van kracht is (Europese Commissie 2014; Europese Commissie 2016). De reden voor plaatsing op de Unielijst is dat deze soorten significante risico's vormen voor de biodiversiteit en het functioneren van ecosystemen. Het doel van de Europese exotenverordening 1143/2014 is het beperken van introduceren, verspreiden en de impact van invasieve exoten in Europa (Europese Commissie 2014). Per 3 augustus 2016 is de eerste Unielijst gepubliceerd en geldt een Europees verbod op het bezit, handel, kweek, transport en import van de soorten die op deze lijst staan.

Elke deelnemende lidstaat is met de verordening volgens artikel 14 lid 1 verplicht om binnen 18 maanden na het aannemen van de Unielijst een surveillancesysteem op te zetten waarmee gegevens worden verzameld over de soort. Lid 1 van artikel 19 stelt dat binnen 18 maanden nadat een invasieve soort op de Unielijst is opgenomen een lidstaat over doeltreffende beheersmaatregelen beschikt zodat de gevolgen van de soort op de biodiversiteit, ecosysteemdiensten of economie tot een minimum wordt beperkt. Deze beheersmaatregelen bestaan volgens artikel 19 lid 2 uit dodelijke of niet-dodelijke fysieke, chemische of biologische maatregelen om een populatie van invasieve uitheemse soorten uit te roeien, te beheersen of in te dammen en om toekomstige invasies tegen te gaan. Lid 3 stelt dat bij de bestrijding rekening moet worden gehouden met de niet-doelsoorten en hun habitats.

De Europese exotenverordening 1143/2014 is in Nederland geïmplementeerd in de Wet natuurbescherming. Artikel 3.19 lid 2 van de Wet natuurbescherming stelt dat de Gedeputeerde staten de zorg dragen het aantal invasieve exoten zo veel mogelijk terug wordt teruggebracht. De Europese exotenverordening 1143/2014 heeft ook implicaties voor de uitvoering van kerntaken van waterschappen omvatten daarbij (onopzettelijke) verspreiding van kreeften kan optreden. Om de afvoercapaciteit van watergangen te garanderen, zorgen waterschappen voor het maaien van de watervegetatie en het baggeren van de watergang. De afvoer van dit maaisel en bagger uit geïnfecteerde gebieden kan leiden tot onbedoelde nieuwe infecties en dit is in strijd met de Europese exotenverordening 1143/2014. Het is daarom van



belang dat de Europese exotenverordening 1143/2014 op korte termijn wordt geïmplementeerd in werkprotocollen en gedragscodes van overheidsinstanties en natuurorganisaties (Crombaghs et al. 2017). Op moment van schrijven, zijn de provincies aan de slag met de uitwerking van die protocollen (zie ook paragraaf 5.1). Ondanks de inwerkingtreding van de Europese exotenverordening 1143/2014 wordt onder meer de rode Amerikaanse rivierkreeft nog steeds verhandeld bij tuincentra (Figuur 3.9).

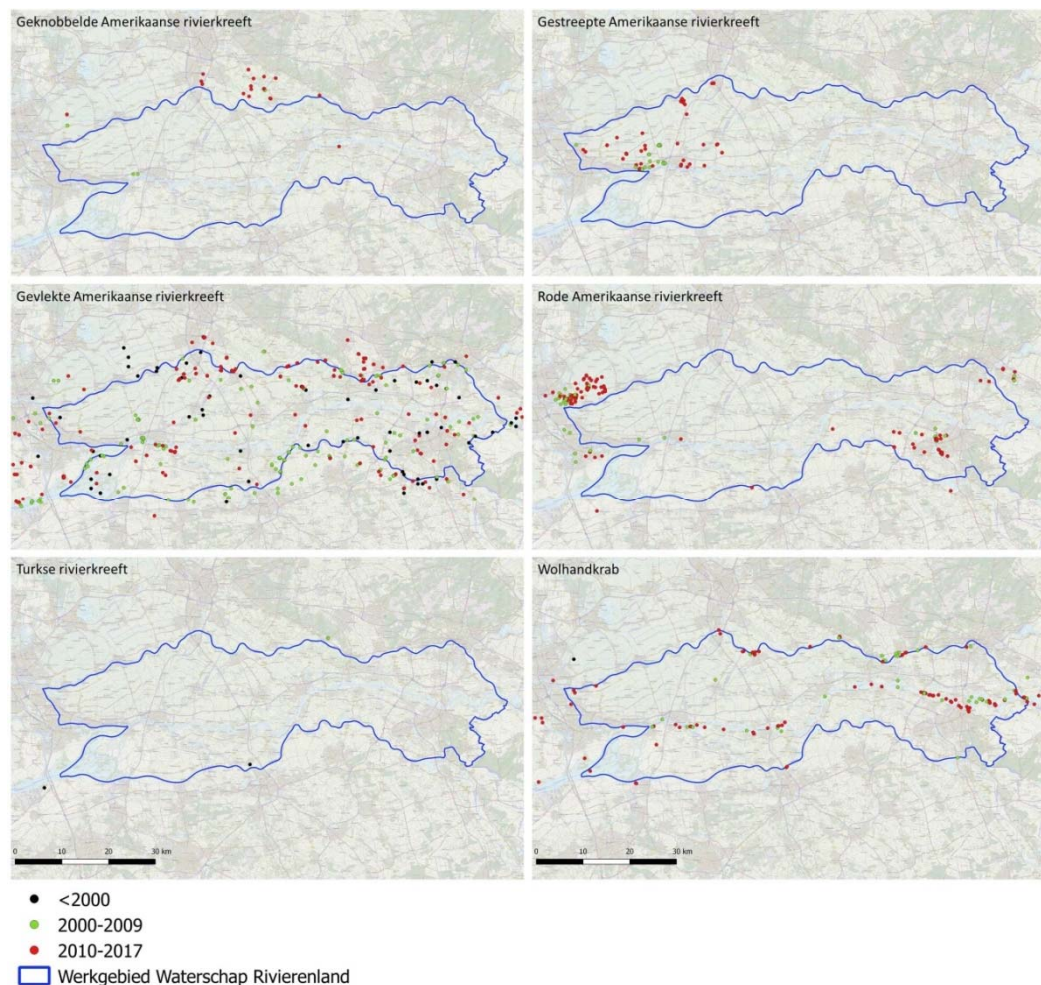


Figuur 3.9 Een rode Amerikaanse rivierkreeft (*Procambarus clarkii*) die 8 april 2018 te koop werd aangeboden bij een tuincentrum in Midden-Limburg voor €1,75 (© Foto: Joris Verhees).

3.6 VERSPREIDING

3.6.1 Verspreiding kreeftensoorten in beheergebied

De verspreidingen en het jaar van de eerste waarneming van invasieve kreeftensoorten en de Chinese wolhandkrab in het beheergebied van waterschap Rivierenland en, gegevens uit de Nationale Databank Flora en Fauna (NDFB), zijn weergegeven in figuur 3.10. In een klein aantal gevallen kunnen de coördinaten van de verschillende tijdperiodes overeenkomen waardoor het niet mogelijk is onderscheid te maken tussen <2000; 2000-2009 en 2010-2017. Zeer waarschijnlijk zijn de weergegeven waarnemingen onderschattingen van de werkelijke verspreidingen. Soes (2017) trof tijdens een onderzoek naar de verspreiding van rivierkreeften in het beheergebied van waterschap Rivierenland bijvoorbeeld een gestreepte Amerikaanse rivierkreeft bij Beuningen aan, waarmee de soort dus ook in het land van Maas en Waal voorkomt. Dergelijke verspreidingsonderzoeken zijn echter tijdrovend en kostbaar. Environmental DNA (eDNA) maakt het mogelijk om de aanwezigheid van verschillende kreeftensoorten aan te tonen (de Groot et al. 2014; Robinson et al. 2018). Recente technieken als DNA metabarcoding en qPCR zullen het in de toekomst mogelijk maken om ook kreeftendichtheden te kwantificeren (Evans et al. 2016; Piñol et al. 2018; Rice et al. 2018).

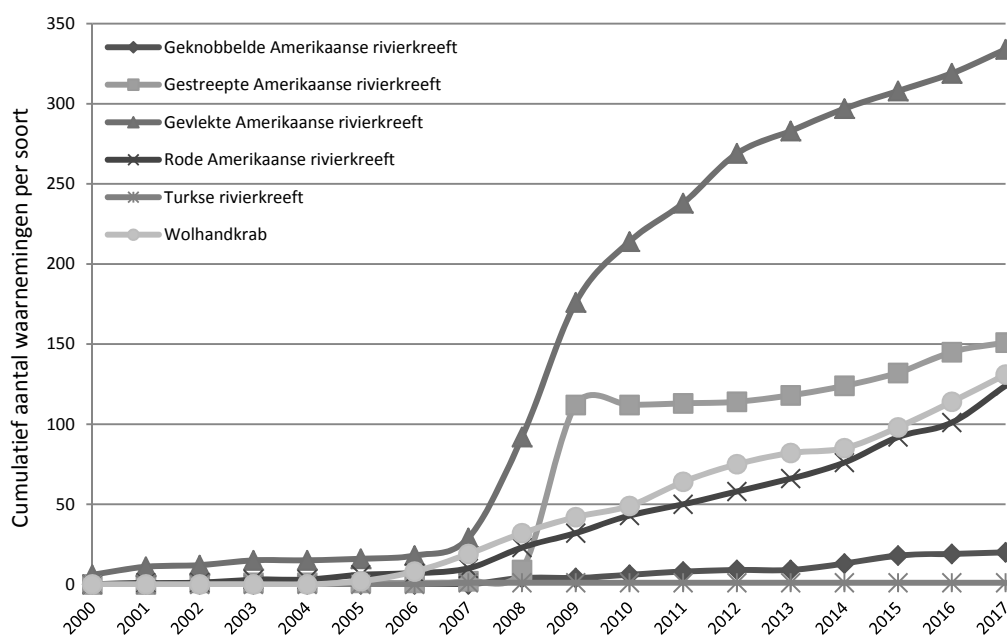


Figuur 3.10 Verspreiding van de geknobbelde Amerikaanse rivierkreeft (eerste waarneming 2008), gestreepte Amerikaanse rivierkreeft (eerste waarneming 2002), gevlekte Amerikaanse rivierkreeft (eerste waarneming 1973), rode Amerikaanse rivierkreeft (eerste waarneming 2001), Turkse rivierkreeft (eerste waarneming 1980) en Chinese wolhandkrab (eerste waarneming 1982) in het beheergebied van waterschap Rivierenland (NDFB 2018).



3.6.2 Invasiecurven: opkomst en neergang?

Het totaal aantal waarnemingen binnen het beheergebied van waterschap Rivierenland op basis van de Nationale Databank Flora en Fauna (NDFF) van de verschillende kreeftensoorten en Chinese wolhandkrab is sinds het jaar 2000 toegenomen. Aanvankelijk is sprake van een geringe toename, echter vanaf het jaar 2007 is een sterke toename in het aantal waarnemingen. Met uitzondering voor de Turkse rivierkreeft, duiden de curven niet op verzadiging (Figuur 3.11). Dit is in overeenstemming met Figuur 3.10, waaruit blijkt dat kolonisatie door verschillende kreeftensoorten doorzet naar verschillende gebieden en watertypen.



Figuur 3.11 Overzicht van het cumulatief aantal waarnemingen per soort in het beheergebied van waterschap Rivierenland over de periode van 2000 - 2017 (NDFF 2018).

Deze curven dienen met de nodige voorzichtigheid worden gehanteerd omdat geen causaal onderzoek beschikbaar is en sprake kan zijn van een waarnemerseffect, aangezien het aantal waarnemingen op invoerportalen als Waarneming.nl eveneens sinds ongeveer het jaar 2007 sterk is gestegen (Waarneming.nl 2018).

De “boom & bust” (opkomst en neergang) hypothese houdt in dat invasieve exoten buiten hun natuurlijke verspreidingsgebied onnatuurlijk grote populaties kunnen vormen doordat zij niet worden onderdrukt door ziekten, parasieten en natuurlijke predatoren. Door het gebrek aan natuurlijke onderdrukking neemt de overlevingskans en het voortplantingssucces van invasieve exoten en daarmee de kans op het vormen van onnatuurlijk grote populaties toe (Torchin et al. 2003; Mastitsky et al. 2010; Gendron et al. 2012). Wanneer na verloop van tijd inheemse parasieten en predatoren bekend raken met invasieve exoten, of ook ziekten en/of parasieten uit het oorspronkelijke verspreidingsgebied worden geïntroduceerd, dan wordt de populatie invasieve exoten op natuurlijke wijze gereguleerd of kan deze zelfs instorten. Voor het vaststellen van de “boom & bust” van populaties is informatie over de ontwikkeling van hun dichtheden in de tijd nodig. Op basis van de data afkomstig uit de NDFF is dit echter niet vast te stellen. Uit deze literatuurstudie is niet naar voren gekomen of elders in de wereld sprake is

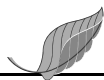
(geweest) van “boom & bust” van uitheemse rivierkreeftenpopulaties. In Spanje is vastgesteld dat de rode Amerikaanse rivierkreeft 30 jaar na introductie een stabiele populatie heeft gevormd (Alcorlo et al. 2008).

3.6.3 Horizonscan kreeftensoorten in het beheergebied

Wereldwijd zijn 638 soorten zoetwaterkreeften bekend (Crandall & Buhay 2008), waarvan zich slechts één procent (zes soorten) zich in Nederland hebben gevestigd (Hoofdstuk 1). Verwacht wordt dat de overige 99 procent van soorten die nog niet in Nederland zijn aangetroffen soorten omvat die eveneens voor schade kunnen zorgen. In 2015 werden op wereldwijde schaal minimaal 130 soorten te koop aangeboden in de huisdierenhandel, waarvan de meesten afkomstig zijn uit Noord-Amerika, Australië en Azië (Faulkes 2015). Enkele invasieve kreeftensoorten zijn recent in Nederland gemeld maar nog niet waargenomen in het beheergebied van waterschap Rivierenland. Op grond van waarnemingen in het databestand van de NDFF is de komende jaren vestiging van de Californische rivierkreeft, marmerkreeft en Turkse rivierkreeft in het beheergebied van waterschap Rivierenland te verwachten. Hieronder worden deze kreeftensoorten kort beschreven en tabel 3.1 geeft een overzicht van de verwachte vestigingskans en risico's per soort.

Californische rivierkreeft

De Californische rivierkreeft (Figuur 3.12) staat op de Unielijst van invasieve exoten. In de landen om ons heen is de Californische rivierkreeft één van de meest verspreide en invasieve kreeftensoorten (Bubb et al. 2004; NNSS 2011c). Te verwachten risico's van deze soort zijn met name van ecologische aard (Peay 2001; Vaeßen & Hollert 2015). De soort staat in zijn oorspronkelijke verspreidingsgebied niet bekend als een graver. In Engeland bleek dit wel te gebeuren in een rivier (Guan 1994). Door Crombaghs et al. (2017) zijn in een geïsoleerd water in Noord-Brabant geen gangen of holen aangetroffen. In het natuurlijke verspreidingsgebied is vastgesteld dat microhabitats van Californische rivierkreeft succesvol werden bezet door de rode Amerikaanse rivierkreeft (Hanshew & Garcia 2012).



Figuur 3.12 Californische rivierkreeft (*Pacifastacus leniusculus*) (© Foto: Paul van Hoof).

De soort is in 2004 voor het eerst in Nederland aangetroffen (Soes & Koese 2011) en komt momenteel voor in zeven uurhokken (5x5 km), waarvan twee in de provincie Overijssel en vijf in de provincie Noord-Brabant (NDFF 2018). De Californische rivierkreeft koloniseert in zowel stroomopwaartse als stroomafwaartse richting. Ten opzichte van andere soorten is de kolonisationsnelheid vrij laag (Bubb et al. 2004). In Noord-Brabant komt de soort voor in de Oude Leij bij Tilburg waar de uitbreiding gestaag verloopt. Kolonisatie, door Californische kreeften, van geïsoleerde wateren gebeurt na maai- en schoningwerkzaamheden aan watergangen wanneer kreeften tussen het maaisel op de oever belanden (Figuur 3.13). Gezien de prominente aanwezigheid van aaneengesloten beken in Noord-Brabant (Crombaghs et al. 2017), wordt verwacht dat de Californische rivierkreeft zijn verspreidingsgebied verder zal uitbreiden in het stroomgebied van de Maas richting het beheergebied van waterschap Rivierenland.



Figuur 3.13 Een Californische rivierkreeft tussen maaisel op de oever van de Oude Leij (Noord-Brabant) na schoningwerkzaamheden aan de watergang (© Foto: Frans Kolsters).

Marmerkreeft

De marmerkreeft (*Procambarus fallax f. virginalis*, Figuur 3.14) staat ook op de Unielijst van invasieve exoten. Deze soort plant zich parthenogenetisch (ongeslachtelijk) voort. In Madagaskar breidt de soort hierdoor zeer snel uit en vormt een gevaar voor de inheemse fauna (Gutekunst et al. 2018). In Duitsland breidt de soort zich minder snel uit dan in Madagaskar, waarschijnlijk als gevolg van een lagere watertemperatuur (Holdich 2011). De soort kan nieuwe wateren over land koloniseren (Soes 2016). Risico's van de soort zijn met name van ecologische aard. Het is niet bekend of de soort ook graaft (Holdich 2011).

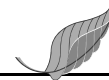
Het is onduidelijk of op dit moment populaties van de marmerkreeft in Nederland aanwezig zijn. De marmerkreeft werd in 2004 bij Dordrecht aangetroffen, maar hier hebben zich waarschijnlijk geen populaties gevestigd (Soes & Koese 2011; Soes 2016; NDFD 2018). In 2014 en 2015 zijn in Middelburg een dode en levende marmerkreeft aangetroffen maar ook hier heeft de soort zich waarschijnlijk niet gevestigd (Soes 2016).



Figuur 3.14 Marmerkreeft (*Procambarus fallax f. virginalis*) (© Foto: Alexander Mrkvicka, Wikimedia Commons).

Turkse rivierkreeft

De Turkse rivierkreeft (Figuur 3.15) is enkele keren gemeld in het beheergebied van waterschap Rivierenland maar niet meer na 2010. De soort is in tegenstelling tot de algemeen voorkomende Amerikaanse kreeftensoorten, niet immuun voor de kreeftenpest (Soes & Kroese, 2010). Daardoor is de kans klein dat de Turkse rivierkreeft populaties kan opbouwen in watersystemen waarin ook Amerikaanse kreeftensoorten aanwezig zijn. In Zwitserland is vastgesteld dat de Turkse rivierkreeft mogelijk inheemse soorten zoals de Europese rivierkreeft en steenkreeft (*Austropotamobius torrentium*) verdringt vanwege snellere populatiegroei en hoge agressiviteit naar inheemse soorten (Stucki & Romer 2001). Vanwege de prominente aanwezigheid van kreeftenpest-dragende rivierkreeftensoorten in het beheergebied van



waterschap Rivierenland zal de Turkse rivierkreeft zich waarschijnlijk niet of moeilijk kunnen vestigen en daarom ook niet invasief worden.



Figuur 3.15 Turkse rivierkreeft (*Astacus leptodactylus*) (© Foto: Alexander Mrkvicka, Wikimedia Commons).

Tabel 3.1. Kans op toekomstige vestiging en risico's van uitheemse kreeftensoorten in het beheergebied van waterschap Rivierenland.

Soort	Klimaat-geschiktheid	Habitat-beschikbaarheid	Immuniteit kreeftenpest	Kans op vestiging invasieve populaties	Risico ongewenste ecologische effecten	Graafgedrag
Californische rivierkreeft	Hoog	Hoog	Ja	Hoog	Hoog	Mogelijk
Marmerkreeft	Matig	Hoog	Ja	Matig	Matig	Onbekend
Turkse rivierkreeft	Hoog	Hoog	Nee	Laag	Matig	Onbekend

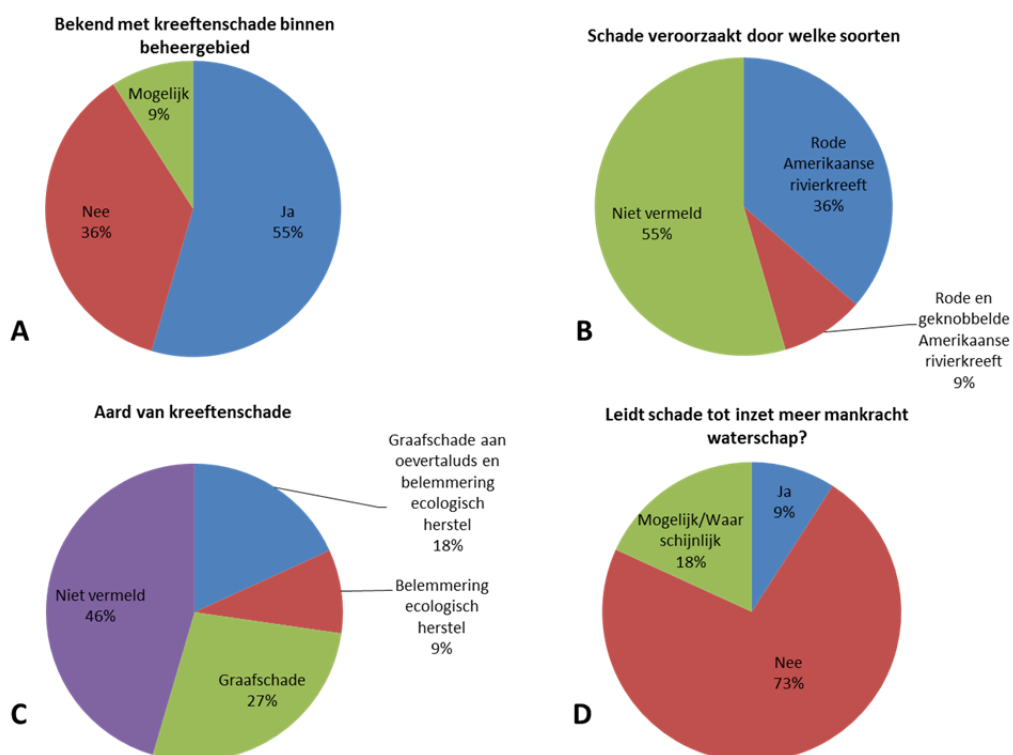
4 INVENTARISATIE KREEFTENPROBLEMATIEK BIJ NEDERLANDSE WATERSCHAPPEN

4.1 ALGEMEEN

In totaal hebben 11 van de 21 waterschappen gereageerd (52%) op de vragenlijst (Bijlage 1). In bijlage 4 wordt de respons op de vragenlijsten weergegeven. De waterschappen die hebben gereageerd zijn: Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden, Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Hoogheemraadschap van Delfland, Hoogheemraadschap van Rijnland, waterschap Aa en Maas, waterschap Amstel, Gooi en Vecht, waterschap Hollandse Delta, waterschap Hunze en Aa's, waterschap Rivierenland, waterschap Vallei en Veluwe en wetterskip Fryslân. Omwille van privacy zijn de namen van de respondenten niet weergegeven.

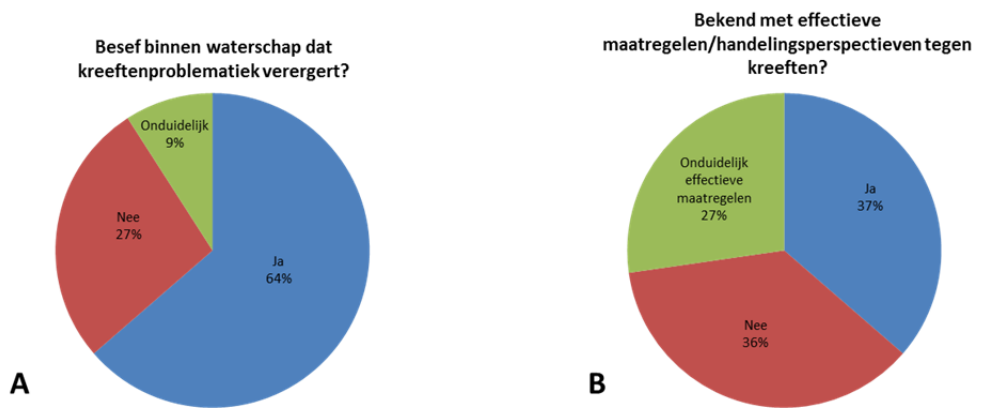
4.2 RESULTATEN VAN ENQUÊTE KREEFTENPROBLEMATIEK

De onderstaande resultaten (percentages) hebben betrekking op de situatie bij elf waterschappen (Paragraaf 4.1). Alle respondenten geven aan dat invasieve kreeftensoorten in hun beheergebied voorkomen. Bij 55% van deze waterschappen is bekend dat kreeften schade veroorzaken in het beheergebied (Figuur 4.1A). Indien schade door graafactiviteiten is genoemd, wordt in 36% van de gevallen als oorzaak de rode Amerikaanse rivierkreeft genoemd of de combinatie van rode Amerikaanse rivierkreeft en geknobbelde Amerikaanse rivierkreeft (Figuur 4.1B). In 27% van de gevallen betreft het dan enkel schade door graafactiviteiten van kreeften maar in 18% van de gevallen worden graafactiviteiten en belemmering van ecologisch herstel genoemd en in 9% enkel belemmering van ecologisch herstel (Figuur 4.1C). De respondenten geven aan dat door graafactiviteiten oevers verzakken en dat de grond die hierbij vrijkomt in het water terechtkomt. Momenteel zijn voor de Nederlandse situatie geen harde cijfers beschikbaar van aan kreeften toegeschreven schade. Bovendien wordt gesteld dat ook schade aan ecosystemen moeilijk is te kwantificeren. Het Hoogheemraadschap van Delfland heeft kenbaar gemaakt dat schade leidt tot inzet van meer mankracht. Voor Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden en Waterschap Rivierenland is dit mogelijk het geval (Figuur 4.1D). Het Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden geeft aan dat de inzet van extra mankracht vooral herstelwerkzaamheden aan bijvoorbeeld oevers omvat maar meestal hebben de problemen betrekking op watergangen in bezit en/of beheer van particuliere eigenaren. Geen van de respondenten gaven een inschatting van de kosten die de schade, veroorzaakt door kreeften, met zich meebrengt.



Figuur 4.1 Resultaten na analyse vragenlijst betrekking hebbende op schade veroorzaakt door kreeften (n=11).

Geen (100%) van de ondervraagde waterschappen doet momenteel aan actieve kreeftenbestrijding. De meerderheid (64%) van de respondenten geeft aan dat binnen hun waterschap het besef bestaat dat de kreeftenproblematiek verergert. Bij 9% is dit onduidelijk (Figuur 4.2A). Op de vraag of effectieve maatregelen en/of handelingsperspectieven voor waterschappen ter bestrijding of voorkoming van de kreeftenproblematiek bekend zijn, heeft 37% beantwoord met een ja. Bij 27% is het onduidelijk dat effectieve maatregelen en/of handelingsperspectieven bestaan. 36% van de respondenten beantwoordt met nee (Figuur 4.2B). Als voorbeelden voor effectieve maatregelen worden genoemd: (intensief) afvissen, inzet van biociden, realisatie ecologisch evenwicht, voorkomen van introductie en bestrijding. Volgens 64% van de respondenten bestaat er behoefte aan effectieve maatregelen en/of handelingsperspectieven ter bestrijding of voorkoming van de kreeftenproblematiek in hun beheergebied.



Figuur 4.2 Respons op vragen over besef en aanpak van de kreeftenproblematiek (n=11).

4.3 CONCLUSIES ENQUÊTE

Uit respons op de vragenlijst is naar voren gekomen dat ecologen en/of waterkwaliteitsbeheerders in zijn algemeenheid bewust zijn dat rivierkreeften risico's vormen. Schade ontstaat voornamelijk door graafoctiviteiten van kreeften. Wanneer schade optreedt, wordt de rode Amerikaanse rivierkreeft hierbij het vaakst genoemd. De meerderheid van de respondenten geeft aan bekend te zijn schade veroorzaakt door kreeften in hun beheergebied. Geen enkel waterschap heeft echter inzichtelijk wat de extra jaarlijkse kosten zijn die gemoeid zijn met door kreeften veroorzaakte schade. Eén waterschap (Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden) heeft aangegeven dat schade door kreeften jaarlijks leidt tot de inzet van meer mankracht, dat vooral herstelwerkzaamheden betreft.

Geen van de waterschappen doet momenteel aan actieve kreeftenbestrijding. De meerderheid van de respondenten geeft aan dat het besef van de kreeftenproblematiek verergert. 64% van de respondenten geven aan dat er behoefte is aan effectieve maatregelen en/of handelingsperspectieven ter bestrijding of voorkoming van de kreeftenproblematiek.



5 BEHEERMAATREGELEN

5.1 LANDELIJK BELEID UITROEIING EN BEHEER UNIELIJSTSOORTEN

Het landelijk beleid ten aanzien van invasieve planten- en diersoorten van de Europese exotenverordening 1143/2014 is vastgelegd in het 'Masterplan uitroeiing en beheer van Unielijstsoorten'. Hierin zijn de maatregelen per soort beschreven maar ook bij welke overheidsorganen de verantwoordelijkheid voor uitroeiing en/of beheer ligt. Het Masterplan is van toepassing op soorten die op de 1^e Unielijst van 2016 staan en nog niet op de aanvulling van soorten die in 2017 is gepubliceerd.

Volgens het Masterplan zijn de verantwoordelijkheden tussen Rijk en andere overheden als volgt verdeeld. Het Rijk wijst de soorten aan waarna provincies de verantwoordelijkheden krijgen voor uitroeiing-, beheers- en herstelmaatregelen. Het Rijk en de NVWA blijven hierbij wel betrokken. Verantwoordelijkheden voor de provincies ten aanzien van bovengenoemde maatregelen geldt echter niet voor alle soorten van de Unielijst.

- Het Rijk blijft namelijk verantwoordelijk voor het nemen van beheersmaatregelen voor soorten die onder de Visserijwet vallen, namelijk de uitheemse rivierkreeften en Chinese wolhandkrab.
- De waterschappen dragen zo goed mogelijk zorg voor het voorkomen van schade aan waterstaatswerken door muskusrat en beverrat (conform de Waterwet en Waterschapswet).

In het Masterplan wordt onderscheid gemaakt tussen soorten die zich hier nog niet hebben gevestigd (artikel 17-soorten) en soorten die zich reeds in Nederland hebben gevestigd (artikel 19-soorten).

5.1.1 Artikel 17-soorten

Voor de artikel 17-soorten wordt benoemd welke maatregelen in Nederland getroffen dienen te worden zodat de verantwoordelijke partijen snel kunnen handelen na signalering van zo'n soort. De NVWA ontwikkelt hiervoor een signaleringssysteem in opdracht van het Rijk. De procedurestappen na signalering van een artikel 17-soort staan beschreven in het Masterplan.

5.1.2 Artikel 19-soorten

Bij het treffen van beheersmaatregelen van artikel 19-soorten mogen lidstaten in de aanpak prioriteren voor soorten die zich reeds hebben gevestigd ten opzichte van soorten die zich nog niet hebben gevestigd. Er zijn twee landelijke ambitieniveaus gesteld, namelijk a) uitroeien (voor soorten met een klein verspreidingsgebied), en b) beheersen (voor reeds gevestigde soorten).

a. Landelijk ambitieniveau: uitroeien

Een aantal soorten heeft zich al wel in ons land gevestigd maar komt nog maar op één of enkele locaties voor. Dergelijke soorten kunnen met de nodige inspanningen nog volledig worden uitgeroeid. In de soortenbijlagen van het Masterplan wordt aangegeven om welke soorten het gaat. Tevens worden de mogelijke maatregelen op hoofdlijnen inclusief de kosten genoemd. De

provincies zullen met betreffende terreineigenaren afspraken maken over de bestrijding van deze soorten en over de kosten die hiermee gemoeid zijn. De beverrat is hiervan uitgezonderd, omdat de waterschappen al het voortouw in de bestrijding hebben.

Als is geconcludeerd dat een soort effectief is verwijderd uit Nederland, dan is niet uit te sluiten dat zo'n soort zich later opnieuw in Nederland vestigt. De soort valt dan onder de werking en procedure van artikel 17. Er geldt dan een plicht om de betreffende soort uit te roeien als de soort weer wordt gesignaleerd.

b. Landelijk ambitieniveau: beheersen

Een deel van de Unielijstsoorten dat zich in ons land gevestigd heeft is inmiddels zo wijdverspreid dat volledige uitroeiing in heel Nederland niet meer tot de mogelijkheden behoort. Onder deze categorie vallen diverse soorten waterplanten. Bij soorten in deze categorie kan wat betreft de aanpak gedacht worden aan lokaal uitroeien, het voorkomen van verdere verspreiding, het beperken van schade of een combinatie hiervan.

Artikel 19 geeft lidstaten de ruimte om prioriteiten te stellen bij de aanpak van Unielijstsoorten die onder dit artikel vallen. Dit is met name relevant voor de soorten die niet uitroeibaar zijn en beheerst worden. Het is daarom denkbaar dat bepaalde soorten niet worden bestreden of slechts beperkt, bijvoorbeeld in geïsoleerde gebieden met een belangrijke natuurfunctie. In de soortenbijlagen van het Masterplan zijn een aantal strategieën en bijbehorende maatregelen opgenomen. De provincies kunnen een nadere uitwerking maken met de betrokken partijen. Vanuit het oogpunt van efficiëntie en effectiviteit van de aanpak is het belangrijk dat afstemming plaatsvindt tussen de provincies onderling en tussen de verschillende overheden en andere partijen.

5.1.3 Rivierkreeften

Er zijn vijf rivierkreeftsoorten (en de Chinese wolhandkrab) die in Nederland voorkomen waarop de Europese exotenverordening 1143/2014 betrekking heeft (Hoofdstuk 1), namelijk gevlekte Amerikaanse rivierkreeft geknobbelde Amerikaanse rivierkreeft, Californische rivierkreeft, rode Amerikaanse rivierkreeft en marmerkreeft. Alle vijf rivierkreeftsoorten betreffen artikel 19-soorten. In de soortenbijlage artikel 19 worden de volgende (natuur)waarden waarvoor rivierkreeften een bedreiging vormen genoemd: inheemse soorten, ecosystemen, Natura2000-doelen (mogelijk), KRW-doelen (mogelijk), waterkeringen en erosiebestendige dijkbegroeiing.

Omdat rivierkreeften onder de Visserijwet vallen, draagt het Rijk de verantwoordelijkheid voor het nemen van beheersmaatregelen tegen de soorten. In de Vrijstellingsregeling bevissing Chinese wolhandkrab en uitheemse rivierkreeften is opgenomen dat in het kader van een nationaal beheerprogramma voor uitheemse rivierkreeften, bevissing mag worden ingezet als bestrijdingsmaatregel (Staatssecretaris van EZ 2016). De vrijstellingsregeling geeft hieraan invulling door voor bevissing in binnenwateren en kustwateren vrijstelling te geven van het verbod op het houden, vervoeren, in de handel brengen en gebruiken of uitwisselen van deze soorten. In samenhang met de bevissing wordt de vrijstelling ook verleend voor de daaropvolgende opslag, de daaropvolgende handel, het transport, het houden, gebruiken of vernietigen van de opgeviste dieren, en alle onmiddellijk daarmee samenhangende handelingen. De bepalingen van de visserijregelgeving blijven onverkort van kracht, zoals



aangewezen middelen voor bevissing en administratieplicht. De visserijregelgeving blijft echter van kracht. Dit betekent dat het conform Uitvoeringsregeling visserij verboden is om te vissen met (aal)fuiken en/of kreeftenkorven, hiervoor dient men dus in bezit van een ontheffing te zijn (Minister van LNV 2008).

Alvorens het Rijk kan overgaan tot het toestaan van in de handel brengen van rivierkreeften voor menselijke consumptie dient een algemene aanpak van eventuele risico's van consumptie van rivierkreeften uit verontreinigde gebieden te worden voorgesteld en gehandhaafd. De algemene aanpak moet veilig zijn, volgens een 'level playing field' beoordeling (welk product ook wordt getoetst, de afgesproken procedure levert een eerlijk, eenduidig antwoord op met afdoende veiligheid). Dit betekent dat een denkmodel wordt toegepast voor de inname, zodanig dat bij het verwachte consumptiepatroon en de kennis van de inname van stoffen toch aan de veilige kant voor elk mens blijft, waardoor het generieke beschermingsdoel wordt bereikt: de werkelijke inname van stoffen blijft onder gestelde normen. Het Rijk beschouwt bevissing en handel in rivierkreeften als een potentieel belangrijke beheersmaatregel (Ministerie van LNV 2018). De mogelijkheid dat de lichaamsgehalten van een aantal stoffen op verschillende locaties verhoogd kan zijn, betekent in relatie tot de potentiële consumptie en de volksgezondheid dat door de NVWA vastgesteld dient te worden of kreeftenconsumptie (van kreeften afkomstig uit verschillende gebieden in Nederland) zou kunnen leiden tot overschrijding van toelaatbare innamewaarden van chloorhoudende stoffen zoals dioxinen en PCB's en zware metalen (pers. med. L. Posthuma, RIVM). De maximum toelaatbare waarden van diverse zware metalen, polycyclische koolwaterstoffen en chloorhoudende componenten voor schaaldieren worden genoemd in de Europese verordening 1881/2006 (Commissie van de Europese Gemeenschappen 2006). De beroepsvisserijsector is uiteindelijk verantwoordelijk dat de gehalten toxische stoffen in verhandelde kreeften voldoen aan de wettelijk toegestane maximale waarden. De NVWA ziet hier namens het Rijk op toe.

5.2 BESCHIKBARE BEHEERMAATREGELEN

Succesvolle eliminatie van uitheemse rivierkreeften in open, aaneengesloten wateren blijkt nagenoeg onmogelijk (Sandodden & Johnsen 2010). Er zijn verscheidene studies uitgevoerd die allen concluderen dat volledige eliminatie van populaties invasieve kreeftensoorten niet kansrijk is (Peay 2001; Roessink et al. 2009; Stebbing et al. 2012; De Hoop et al. 2016; Nunes et al. 2017). De Hoop et al. (2016) heeft een uitgebreide literatuurstudie uitgevoerd naar de effectiviteit van eliminatie- en beheersmaatregelen van 17 exoten die op de Unielijst van de Europese exotenverordening 1143/2014 staan voor de Nederlandse situatie, waaronder de schaaldieren. In deze paragraaf is gebruik gemaakt van de resultaten van deze literatuurstudie, aangevuld met nieuwe informatie.

5.2.1 Fysieke waterbarrières

Er zijn twee studies die melden dat het aanbrengen van fysieke barrières (dammen) in watergangen voorkomt dat kreeften stroomopwaartse gebieden koloniseren (Kerby et al. 2005; Dana et al. 2011). Vanuit het oogpunt van de Kader Richtlijn Water is het aanbrengen fysieke barrières in watergangen echter niet gewenst omdat watergangen optrekbaar dienen te worden gemaakt ten behoeve van lokale en diadrome vismigratie. Bovendien migreert de rode Amerikaanse rivierkreeft over land (Cruz & Rebelo 2007; Roessink et al. 2009; NNSS 2011d; Souty-Grosseta et al. 2016), waardoor watergangen die worden voorzien van fysieke barrières

in potentie nog steeds bereikbaar zijn voor deze soort. Het aanbrengen van dergelijke barrières zou in uitzonderlijke gevallen een uitkomst kunnen bieden om bijvoorbeeld te voorkomen dat uitheemse rivierkreeften in contact komen met populaties van de Europese rivierkreeft.

5.2.2 Commerciële kreeftenbevissing als bestrijdingsmaatregel

Vangstmethodieken

Kreeftenvissers maken doorgaans gebruik van al dan niet beaasde fuiken, aalfuiken en kreeftenkorven (Van Emmerik 2010; Van Tilburg 2010). Het Reglement voor de binnenvisserij 1985 artikel 1 lid 1 omschrijft deze vangstmethodieken als:

- «fuik»: vistuig, bestaande uit om twee of meer hoepels gespannen netwerk, voorzien van één of meer inkelingen, aan de voorzijde al dan niet voorzien van één of twee vleugels;
- «aalfuik»: fuik waarvan het netwerk een maaswijdte heeft van ten hoogste 35 mm;
- «kreeftenkorf»: vistuig bestaande uit een frame van kunststof of een ander niet vervormbaar materiaal, met een maximale afmeting van 100 cm lengte, 100 cm breedte en 60 cm hoogte, voorzien van een niet vervormbare omkleeding, dan wel een omkleeding van netwerk, met een open inzwemopening met een inkeling van niet vervormbaar materiaal met een doorsnede van minimaal 20 mm.

Het gebruik van aas (lokvoer) blijkt tot hogere kreeftenvangsten te leiden dan zonder aas. Het type aas dat wordt gebruikt is tevens van invloed op de vangst van kreeften (Van Tilburg 2010). Van Tilburg (2010) constateerde dat reguliere kreeftenkorven van de hierboven genoemde vangstmethodieken de hoogste vangstefficiëntie hebben. Ten aanzien van fuiken zorgen kreeftenkorven daarnaast voor minder ongewenste bijvangst zoals vis. In een fuikenonderzoek naar kreeften werden naast de kreeften elf vissoorten aangetroffen, alsmede een muskusrat en een aalscholver (Van Emmerik 2010). Aan de gevangen vissen wordt weinig schade gemeld maar er wordt niets over de muskusrat en aalscholver genoemd. Vermoedelijk hebben deze dieren de fuik niet overleefd. In gebieden waar Europese otter voorkomt dient rekening te worden voorkomen dat otters in fuiken komen en verdrinken. De kelen van kreeftenkorven zijn te smal voor een otter, muskusrat en/of aalscholver. In combinatie met de hogere vangstefficiëntie worden daarom kreeftenkorven geadviseerd voor het wegvangen van kreeften. Feromonen kunnen worden gebruikt om kreeften aan te trekken. De inzet hiervan werkt bij kreeftensoorten echter vaak maar op één geslacht (Freeman et al. 2010). Voor de rode Amerikaanse rivierkreeft concluderen Aquiloni & Gherardi (2010) dat vooral mannetjes worden aangetrokken door feromonen en dat voedsel als lokmiddel meestal leidt tot hogere vangstaantallen.

Commerciële kreeftenbevissing

De Vrijstellingsregeling maakt het voor de beroepsvisserij mogelijk dat op Unielijstsoorten gevestigd mag worden en dat deze legaal worden verhandeld (Staatssecretaris van EZ 2016). Hierbij gelden wel voorwaarden; Er moet worden voorkomen dat dieren zich voortplanten, ontsnappen en verspreiden tijdens de bevissing, opslag, handel, het transport, het houden en het gebruik van betrokken dieren. Hierdoor ontstaat mogelijk een commercieel belang bij de instandhouding van populaties van Unielijstsoorten. Dit is echter niet of moeilijk verenigbaar met de verplichting van de overheid om doeltreffende beheersmaatregelen uit te voeren zodat



de gevolgen van de soort(en) op de biodiversiteit, ecosystemendiensten of economie tot een minimum worden beperkt.

Bij waterschappen bestaat vrees dat illegale uitzettingen plaatsvinden of kreeftenpopulaties in stand worden gehouden wanneer de handel in uitheemse rivierkreeften commercieel benut mag worden (Soes & Koese 2010; Couperus 2015). Commerciële kreeften vissers hebben immers financieel belang bij de instandhouding van kreeftenbestanden (Heuts 2012).

Bij de inzet van commerciële kreeftenbevissing conform het Masterplan 'uitroeiing en beheer van Unielijstsoorten' als inzet voor effectieve bestrijding van kreeften kunnen aspecten zoals overlap van viswateren en meldplicht van de vangstaantallen worden overwogen. Uit deze literatuurstudie is één onderzoek naar voren gekomen dat de mogelijke effectiviteit van beheervisserij als bestrijdingsmaatregel beschrijft. In een onderzoek in de stadswateren van Gouda in samenwerking met een beroepsvisser zijn in een afgesloten proefvlak kreeften weggevangen met onbeaasde fuiken. In het referentiegebied buiten het proefvlak bleken de aantallen in gelijke mate af te nemen, mogelijk had dit te maken met een afname van de watertemperatuur en daarmee een afname in kreeftenactiviteit (Van Emmerik 2010). Hiermee is niet aangetoond dat de commerciële kreeftenbevissing afdoende is om als robuuste beheermethode van uitheemse rivierkreeften te worden toegepast. Om betrouwbare uitspraken te kunnen doen over de mogelijke effectiviteit van beheervisserij door de beroepsvisserij als bestrijdingsmaatregel van kreeften is meer onderzoek en kennis nodig (Hoofdstuk 7).

5.3 INZET KREEFTENBEVISSING DOOR HET WATERSCHAP

Het inzetten van muskus- en beverrattenvangers behoort momenteel tot het takenpakket van waterschappen. De waterschappen (soms worden samenwerkingsverbanden tussen waterschappen gevormd) hebben jarenlange ervaring met deze taak. Regelmatig worden uitheemse kreeften als bijvangst gemeld (Unie van Waterschappen, 2017). De eerste muskusrat werd in 1941 in Nederland aangetroffen. Sinds het aantreffen is men gestart met bestrijding van de soort. Een data-analyse over de bestrijding van de soort over de periode 1941-2013 heeft aangetoond dat de bestrijding van muskusrat effectief is geweest. In provincies die eerder zijn gekoloniseerd duurde het langer voordat het piekaantal werd gevangen en verhoging van de vangintensiteit heeft geleid tot kleinere populaties (Van Loon et al. 2016). Momenteel neemt het aantal vangsten van muskusratten ieder jaar af. Als een gevolg van lagere vangsten hebben de vangorganisaties moeten inkrimpen (Unie van Waterschappen, 2017). Hierdoor zijn waterschappen zoekende naar andere invulling van taken voor muskusrattenvangers.

Heuts & van der Wekken (2011) hebben gekeken naar de mogelijkheden tot uitbreiding van het takenpakket van muskusrattenvangers, die in dienst zijn van het waterschap, naar kreeftenmonitoring. Het waterschap heeft hiervoor 32 muskusrattenvangers geïnstrueerd op rivierkreeftenherkenning en in een periode van twaalf dagen heeft dit 1150 waarnemingen van rivierkreeften opgeleverd. Geconcludeerd wordt dat monitoring van kreeften door rattenvangers waardevolle informatie over de verspreiding en dichtheid van kreeften oplevert (Heuts & van der Wekken 2011).

Een goeddoordachte inzet van de muskus- en beverrattenvangers bij de aanpak van de kreeftenproblematiek is een kansrijke optie om dichtheden van uitheemse kreeften naar

beneden te brengen. Aandachtspunt hierbij is dat wanneer het waterschap overgaat tot het 'volledig' wegvangen van kreeften, mogelijk juridische knelpunten ontstaan omdat in diverse gebieden de beroepsvisserij het Schaaldierrecht geniet en hun broodwinning dan in het geding komt. Gezien hoge kreeftendichtheden in sommige gebieden, dient de vangstinspanning waarschijnlijk hoog te zijn om een effect te hebben op omvang van de kreeftenpopulaties. Het is nog onduidelijk waar welke inspanning geleverd dient te worden om de dichtheid kreeften onder de drempelwaarde voor significante effecten te krijgen (Hoofdstuk 7).

Uit een gesprek met het Muskusrattenbeheer Rivierenland (samenwerkingsverband waterschappen Rijn en IJssel, Vallei en Veluwe, Hollandse Delta en Rivierenland) op 12 april 2018 is naar voren gekomen dat wordt gekeken naar een uitbreiding van het takenpakket van muskusrattenvangers, aangezien volledige verwijdering van muskusrat in Nederland het komende decennium te verwachten is maar daarvoor wel een basisinspanning nodig blijft. Bestrijding van exoten lijkt organisatorisch zeer goed binnen deze muskusrattenbeheerorganisatie te passen. Aandachtspunten voor (organisatie van) bestrijding van kreeften door waterbeheerders zijn:

- Er bestaat een groot draagvlak voor exotenbestrijding onder muskusrattenbestrijders die steeds minder en soms al geen muskusratten meer vangen, maar wel een zekere basisinspanning moeten blijven leveren om rekolonisatie van muskusratten te blijven voorkomen;
- Kreeftenbestrijders kunnen een belangrijke rol spelen in de signalering van (nieuwe) kreeftensoorten in beheergebieden van waterschappen;
- In de huidige organisatorische samenstelling is bestrijding (aanvullend op reeds uitgevoerde muskusrattenbestrijding) van kreeften niet haalbaar. Er is dan extra bezetting nodig;
- Als focus kan ervoor worden gekozen om kreeften actief te bestrijden in kwetsbare gebieden. Bijvoorbeeld waar gravende kreeften als rode en gestreepte Amerikaanse rivierkreeft voorkomen bij boezemkades, aangezien vele tientallen kilometers boezemkades in het beheergebied van waterschap Rivierenland aanwezig zijn (zie Kader 1);
- Bestrijding van invasieve kreeften dient op grote (landelijke) schaal te worden georganiseerd en gerealiseerd. Hiervoor dient te worden vastgesteld:
 - Hoe kreeften worden gedood;
 - Hoe kreeften worden afgevoerd;
 - Of kreeften gebruikt mogen worden voor consumptie (Paragraaf 3.4.1);
 - Hoe burgers hierbij kunnen worden betrokken (legaliseren van kreeftenvissen middels een kreeften-visakte onder strikte voorwaarden);
 - Of grensoverschrijdend nodig en mogelijk is.
- Middels een pilot kan de effectiviteit van de inzet van kreeftenbestrijders op kreeftenpopulaties worden vastgesteld.

5.3.1 Introductie van ziekten

Kreeften van Noord-Amerikaanse afkomst zijn resistent voor de kreeftenpest *Aphanomyces astaci* omdat zij melanine produceren dat de groei van deze schimmel remt (Koese & Soes 2011). Dus enkel de Turkse rivierkreeft en de Europese rivierkreeft zijn hier vatbaar voor. Koese & Soes (2011) noemen als voorbeelden van kreeftenziekten nog de brandvlekziekte,



porseleinziekte en Saprolegniosis die worden veroorzaakt door eencelligen maar op populatieniveau geen bedreigingen voor kreeften vormen. Onder introductie van ziekten worden bacteriën, parasieten, schimmels en virussen verstaan.

In China heeft een *Spiroplasma*-bacterie voor sterfte in de kweekvijvers van rode Amerikaanse rivierkreeft gezorgd, waar de soort wordt gekweekt voor consumptie (Wang et al. 2005). In Nederland zijn hier geen gevallen van bekend. Waarschijnlijk hebben *Spiroplasma*-bacteriën specifieke gastheren. Hiermee zou een *Spiroplasma*-bacterie gebruikt zou kunnen worden om een specifieke kreeftensoort te beheersen of elimineren (De Hoop et al. 2016). Het introduceren van schimmels zou een mogelijkheid zijn om populaties rivierkreeften zwakker te maken aangezien veel kreeftensoorten hiervoor vatbaar zijn. De kreeften dienen wel fysieke schade te hebben om besmet te raken waardoor dit minder kansrijk wordt geacht (De Hoop et al. 2016). Dergelijke schimmels zijn echter vaak niet soortspecifiek en men dient daarom eerst uit te sluiten dat andere kreeftachtigen zoals bijvoorbeeld algemeen voorkomende vlokreeften (Gammaridae) hier niet vatbaar voor zijn (Freeman et al. 2010).

Introductie van het witte-vlekkenvirus in het voer leidde bij geknobbelde Amerikaanse rivierkreeft tot 100% sterfte onder juvenielen en 70% bij adulte kreeften binnen 15 dagen. Een mogelijke bestrijdingsmethode zou het uitzetten van geïnfecteerde kreeften zijn (Davidson et al. 2010).

5.3.2 Chemische bestrijding

Er zijn slechts enkele studies bekend die eliminatie van rivierkreeften in gesloten systemen beschrijven. Sandodden & Johnsen (2010) melden volledige eliminatie van Californische rivierkreeft uit geïsoleerde Noorse waterlichamen na twee behandelingen met BETAMAX VET®. Dit middel bevat de actieve component cypermethrine (een synthetisch pyrethroïde) en is ontwikkeld om zalmluis (*Lepeophtheirus salmonis*) bij zalmkwekerijen te bestrijden. Pyrethroïden zijn vooral toxisch voor vissen, (aquatische) insecten en kreeftachtigen. Naast kreeften, bleek het middel ook succesvol tegen ruisvoorn, de enige aanwezige vissoort in het waterlichaam. Er wordt niet genoemd of aquatische insecten het hebben overleefd, al is kans op overleving zeer onwaarschijnlijk (Sandodden & Johnsen 2010). Het middel rotenon, dat zuurstof aan het water onttrekt, blijkt tevens effectief voor de bestrijding van kreeftachtigen (De Hoop et al. 2016). De inzet van chemische bestrijdingsmethodieken voor dieren zijn in Nederland wettelijk niet toegestaan (De Hoop et al. 2015). Gezien de mogelijke risico's voor onomkeerbare (neven)effecten voor inheemse fauna wordt de inzet van dergelijke methodieken niet realistisch en kansrijk geacht.

5.4 NATUURLIJKE VEERKRACHT EN ROBUUSTHEID VAN WATERSYSTEMEN

5.4.1 Natuurlijke predatoren van kreeften

Predatoren van kreeften kunnen mogelijk worden ingezet voor biologische bestrijding (Soes & Koese 2010). Hier wordt beschreven welke effecten van roofvissen zoals Europese meerval, paling, snoekbaars, snoek en baars op de kreeftendichtheid zijn te verwachten. Tevens wordt predatie door zoogdieren en vogels besproken. Daarbij wordt ook ingegaan op de invloed en mogelijke gevolgen van een toenemende populatie bruine ratten.

Roofvissen

Biologische bestrijdingsmethodieken om ongewenste kreeftenpopulaties in te dammen, worden al enkele decennia in het buitenland toegepast. Voor bestrijding van de calicotrivierkreeft (*Orconectes immunis*) in de Verenigde Staten, werden naast kreeftenkorven ook forelbaarzen (*Micropterus salmoides*) ingezet, die uiteindelijk voor een grotere reductie in de kreeftenpopulatie zorgden dan de kreeftenkorven (Rach & Bills 1989). In een andere Amerikaanse studie in een gesloten watersysteem werden in vier opvolgende jaren, gedurende de periode van eind juni tot eind augustus, kreeftenvallen gezet voor de vangst van *Orconectes rusticus*. In de eerste twee jaar werden ze dagelijks geleegd en in de laatste twee jaar om de één tot vier dagen. Om de tien meter werden de vallen uitgezet en op circa één meter diep. Het wegvangen van de kreeften in combinatie met een kreeftenprederende vissen leidde tot een afname in aantal van 95% in de vallen over de periode van vier jaar (Hein et al. 2007). Als gevolg hiervan zijn waterplanten alsmede slakken weer sterk toegenomen. Vier jaar na het wegvangen van kreeften bleek de dichtheid ervan, gereguleerd door de kreeftenprederende vissen, nog steeds laag te zijn (Hansen et al. 2013). Hansen et al. (2013) toonden in een geïsoleerd water aan dat door de inzet van wegvangen met kreeftenkorven en de inzet van kreeftenprederende vissen de kreeftendichtheid met 99% is gereduceerd van 11,8 kreeften per val in 2002 naar 0,11 kreeften per val in 2008. In 2012, vier jaar na het wegvangen bleek dat de kreeftendichtheid werd gehandhaafd op hetzelfde niveau als in 2008, doordat de dichtheid werd gereguleerd door kreeftenprederende vissen.

Voor roofvissen die in Nederland inheems zijn, is bij baars (*Perca fluviatilis*), Europese meerval (*Silurus glanis*), paling (*Anguilla anguilla*), snoek (*Esox lucius*) en snoekbaars (*Stizostedion lucioperca*) predatie op kreeften aangetoond.

Baars

Baars is een opportunistische roofvis die onder andere kreeften eet. Een baars van 35 cm, gevangen in een kanaal bij Meppel, had een gevlekte Amerikaanse kreeft van 5 cm in zijn maag (Kroese & Evers 2011). Baarzen zijn belangrijke predatoren van (juvenile) kreeften en kreeften passen hun gedrag aan in de aanwezigheid van deze roofdieren (Blake & Hart 1993; Söderbäck 1994; Neveu 2001). In een studie naar de afname van de invasieve marm grondel (*Proterorhinus semilunaris*) in Tsjechië bleek dat baars zich in zeer korte gespecialiseerd had op deze exoot. Grotere baarzen veranderden de foerageerhabitat naar habitats waar de marm grondel sterk abundant was (Všetičková et al. 2018). Dit laat zien dat baars zeer plastisch is in de voedselkeuze, waarmee de soort zich waarschijnlijk specialiseert op de prooi die het meest voorhanden is. In Nederland is de baars een zeer algemene soort die voorkomt in alle (algemene) watertypen waardoor kan worden verwacht dat deze soort een impact op kreeftenpopulaties kan hebben.

Europese meerval

Vejřík (2017) toonden gevlekte Amerikaanse rivierkreeft in de maag van Europese meervallen aan tijdens een onderzoek in Tsjechië en concluderen dat de soort dat de soort een zeer opportunistische predator is die zichzelf snel aanpast aan het voedselaanbod. In een Poolse studie is de gevlekte Amerikaanse rivierkreeft in 51% (n=23) in de magen van Europese meerval aangetroffen (Czarnecki et al. 2003). In het Ebro reservoir in Spanje bestond het dieet van meerval veelal uit rode Amerikaanse rivierkreeften en in sommige kanalen betrof dit voor meervallen van >30 cm meer dan 60% van de biomassa die ze aten (Carol et al. 2009). Ongewervelde bodembewonende dieren vormen een belangrijk deel van het dieet en evenals



kreeften (Aquiloni 2005), is Europese meerval nachtactief (Vejřík 2017). De Europese meerval wordt de afgelopen jaren in toenemende mate in het rivierengebied waargenomen en plant zich hier ook weer voort (Van Emmerik 2009). De opkomst van Europese meerval in de Rijn heeft een waarschijnlijk een effect gehad op de afname van de gevlekte Amerikaanse rivierkreeft (Kiekhäfer 2002 in Czarnecki et al. 2003). Gezien het opportunistische dieet alsmede opkomende populaties zou Europese meerval daarmee een belangrijke predator van verschillende geïntroduceerde kreeftensoorten kunnen worden (Copp 2009), die hoge dichtheden bereiken en in het beheergebied van waterschap Rivierenland voorkomen. De inzet van Europese meerval als biologische bestrijder wordt, gezien de ecologie van de soort, niet geschikt geacht voor ondiepe en geïsoleerde wateren.

Paling

Tijdens een experiment uitgevoerd in Nederland bleek paling geen effect te hebben op geknobbelde Amerikaanse rivierkreeften aangezien de palingen tijdens het experiment geen kreeften aten. De auteurs noemen dat de gebruikte kreeften mogelijk al te groot waren voor de gebruikte paling en dat de gebruikte steekproef klein was (Boerkamp 2012b). Het succes van het effect van roofvis op indamming van kreeftenpopulaties kan tevens afhankelijk zijn van het type habitat en de omgeving (Freeman et al. 2010). In een studie naar de rode Amerikaanse rivierkreeft bleken palingen actief te jagen en hiervoor kreeftengangen in te kunnen. Daarbij kunnen palingen voorkomen in habitats die ook worden geprefereerd door kreeften (Gherardi et al. 2011). Bij predatie bleek de grootte van de kreeften beperkend, aangezien paling een voorkeur heeft voor kleine en recent vervelde (zachte) kreeften (Aquiloni et al. 2010). Gherardi et al. (2011) noemen voor de inzet van paling als natuurlijke bestrijder de beperking dat een paling slechts één kreeft per vier dagen eet. In een studie uitgevoerd in Frankrijk is vastgesteld dat paling zeer effectief predeert op rode Amerikaanse rivierkreeft bij een palingdichtheid van 348 individuen per hectare. De kreeft maakte tijdens twee van de vijf studiejaren de helft van het dieet uit, voor grote paling was dit tot 63% van het dieet. Tevens werd middels stabiele isotopen aangetoond dat alle lengteklassen van rode Amerikaanse rivierkreeft werden gegeten door paling maar dat een voorkeur bestaat voor kleinere exemplaren. De inzet van paling heeft in vijf jaar geleid tot een aanzienlijke afname van kreeften, waardoor de watervegetatie snel herstelde (Musseau et al. 2015).

Hierbij moet in acht worden genomen dat de palingpopulatie in de afgelopen decennia in Europa en Nederland sterk is afgenomen (Van den Thillart et al. 2009), de IUCN Rode Lijst-status “Ernstig Bedreigd” heeft en nog steeds afneemt (desondanks staat de paling niet op de Nederlandse Rode Lijst). In een gezonde, natuurlijke palingpopulatie zou het predatie-effect op kreeften waarschijnlijk groter zijn. Tevens zouden de uitheemse kreeften mogelijk een faciliterende rol in het herstel van palingpopulaties kunnen spelen (Rodriguez 2006). Uitzet van paling in niet-geïsoleerde wateren kan als gevolg van migratie mogelijk leiden tot een te lage predatiedruk om kreeften voldoende (duurzaam) effectief te bestrijden.

Snoek

Snoek blijkt een goede predator van uitheemse rivierkreeften (Neveu 2001). Uit een studie in Spanje is gebleken dat rode Amerikaanse rivierkreeft de belangrijkste prooi was van de daar uitheemse snoek (kwam in 73% van de onderzochte snoeken voor). De lengte van gepredeerde kreeften liep uiteen van 4-9 cm en de lengte van de snoek bleek positief gecorreleerd aan het eten van grotere kreeften. In de studie wordt gesuggereerd dat grote hoeveelheden aan kreeften wordt gegeten omdat ze, vergeleken met vis, vrij weinig energie leveren. De studie

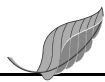
geeft geen informatie over het effect van kreeftpredatie door snoek op de populatie (Elvira et al. 1996).

Snoekbaars

De snoekbaars is een soort die in Nederland niet inheems is maar als ingeburgerd wordt beschouwd. De soort komt vooral voor in de grote, diepere open wateren en jaagt hoofdzakelijk op zicht. Tijdens dit onderzoek is slechts één studie naar voren gekomen waarin predatie van snoekbaars op kreeften is beschreven. Er wordt geconcludeerd dat snoekbaars vooral kleinere exemplaren van kreeften eten en hierdoor minder efficiënt zijn als predator van kreeften (Neveu 2001).

Zoogdieren

In een Portugese studie bleek de rode Amerikaanse rivierkreeft een belangrijke voedselbron voor Europese otter (*Lutra lutra*) en vos (*Vulpes vulpes*). Voor beide soorten bleek duidelijk minder te worden gepredeerd in de winterperiode, vanwege inactiviteit van de kreeften in de winter. Zoogdiersoorten die in het gebied aanwezig waren maar niet predeerden op kreeften zijn bunzing (*Mustela putorius*), das (*Meles meles*), steenmarter (*Martes foina*), wezel (*Mustela nivalis*) en wilde kat (*Felis silvestris*) (Correia 2001). Beja (1996) toonde eveneens aan dat de Europese otter rivierkreeften in zijn dieet heeft. In de studie, uitgevoerd in Spanje, maakte rode Amerikaanse rivierkreeft voor circa 20% van de jaarlijkse totale energieopname uit. Er wordt echter niet gesproken wat het effect van de predatie is op de populatie kreeften. In een gebied in Portugal predeert otter ook kreeften (Ilhéu et al. 2003). De otter in Nederland predeert ook eveneens kreeften (Figuur 5.1). Deze soort is in Nederland momenteel nog een zeer zeldzame verschijning, maar er is dankzij habitattherstel en herintroductie weer sprake van een toename van de populatie. Het duurt waarschijnlijk nog decennia voordat otters dusdanig talrijk en wijdverspreid zijn dat predatie een significant effect op de omvang van uitheemse kreeftenpopulaties heeft. Het aantal waarnemingen van otters in het beheergebied van waterschap Rivierenland is in het laatste decennium sterk toegenomen (NDFF 2018).



Figuur 5.1 Otterspraint met resten van kreeften, gefotografeerd op 3 oktober 2017 in het laagveengebied De Wieden. Vindplaatsen van dergelijke otterspraints zijn volgens de fotograaf voornamelijk gelokaliseerd langs petgaten (© foto: Johann Prescher).

De bruine rat (*Rattus norvegicus*) wordt in de laatste jaren in toenemende mate waargenomen in Nederland en in het beheergebied van waterschap Rivierenland (Bijlage 3). De soort komt vaak voor nabij watergangen. Wat het dieet betreft is de bruine rat zeer opportunistisch. Zowel in het buitenland als in Nederland bestaan aanwijzingen voor predatie van rode Amerikaanse rivierkreeft door bruine rat (Amori & Battisti 2008; Heuts 2012; Soes & Bergsma 2016). Over de mogelijke effecten van bruine rat op uitheemse kreeftenpopulaties is niets bekend. Gezien de hoge dichtheden die bruine ratten kunnen bereiken, zijn lokaal effecten op populatieomvang van kreeften te verwachten.

Vogels

Sommige (semi)aquatische vogelsoorten prederen eveneens op rivierkreeften (Correia 2001), zoals de blauwe reiger (*Ardea cinerea*), kleine zilverreiger (*Egretta garzetta*), ooievaar (*Ciconia ciconia*), purperreiger (*Ardea purpurea*) en in Nederland zeldzame kwak (*Nycticorax nycticorax*). In de zomer was voor alle soorten een duidelijke piek in predatie en voor kleine zilverreiger, kwak en ooievaar werden in meer dan 50% van de totale onderzochte uitwerpselen resten van kreeften aangetroffen (Correia 2001). Voor deze vogelsoorten geldt dat zij gezien de pootlengte foerageren in vrij ondiepe wateren. Wateren met natuurlijke oevers bieden hiervoor de meest optimale mogelijkheden. In braakballen van ooievaars in Nederland worden ook regelmatig kreeftenresten aangetroffen (Van der Lee 2018).

Naast bovengenoemde reigerachtigen (Ardeidae) en ooievaarachtigen (Ciconiidae) foerageren aalscholvers (Phalacrocoracidae), duikers (Gaviidae) en futen (Podicipedidae) eveneens op

rivierkreeften (Carboneras & Bonan 2018; Elliott 2018; Llimona et al. 2018; Martínez-Vilalta & Motis 2018; Orta 2018). Er zijn echter geen studies gevonden die het effect van deze vogelsoorten op de dichtheid van uitheemse kreeften hebben geanalyseerd.

5.4.2 Regulatie van kreeftenpopulaties door systeemgericht beheer

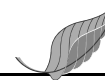
Een van de vragen van de voorliggende studie is of regulatie van kreeftenpopulaties door systeemgerichte maatregelen mogelijk is. De rode Amerikaanse rivierkreeft is goed in het koloniseren van verstoorde watersystemen (Gherardi 2010). Hoge dichtheden rivierkreeften worden gefaciliteerd door een onnatuurlijke habitat. Zelfregulatie van kreeften door het ecosysteem wordt gedefinieerd als populatiedichtheden en –groei worden onderdrukt door 1) de habitat en 2) natuurlijke inheemse roofdieren. Als een gevolg van hoge kreeftenreproductie en lage dichtheden aan inheemse aquatische predatoren in de afwezigheid van natuurlijk concurrerende kreeften in huidige Nederlandse onnatuurlijke watersystemen, is de draagkracht van aquatische ecosystemen voor kreeften groot. De sleutel van effectieve en langdurige indamming van kreeftenpopulaties wordt daarom van ecologische aard geacht en dient waarschijnlijk te worden uitgevoerd op systeemchaal.

Roessink et al. (2009) concluderen dat voor de Nederlandse situatie, de inzet van enkel biologische bestrijding van kreeften niet afdoende zal zijn. Natuurlijke regulatie in onnatuurlijke watergangen is niet te verwachten. De ecosystemen dienen dus invasiebestendiger te worden gemaakt door kreeftenconsumerende diersoorten te stimuleren en daarmee de draagkracht van het ecosysteem voor kreeften te verlagen (Van Kleef et al. 2016). Een kansrijke en duurzame methode hiervoor is combinatie van de inzet van biologische bestrijders en het actief wegvangen van kreeften gedurende langere tijd (Hein et al. 2007; Hansen et al. 2013). Middels de inzet van kreeftenkorven worden met name adulte kreeften weggevangen omdat juveniele kreeften grotere kreeften ontwijken (Holdich et al. 1999). Voor paling en baars is het bekend dat ze voorkeur hebben voor kleinere kreeften (Blake & Hart 1993; Aquiloni et al. 2010; Boerkamp et al. 2012a) en otter of blauwe reiger prefereren grotere kreeften (Beja 1996; Correia 2001). Verschillende typen predatoren vullen elkaar hierin aan. In een geheel natuurlijk ecosysteem met een gezonde visstand (zoals baars, Europese meerval, snoek en paling), terrestrische predatoren (otter en vos) en kreeftenprederende vogelsoorten (ooievaar en blauwe reiger) zal de (predatie)druk op kreeftenpopulaties hoog zijn.

In meer natuurlijke, zelfregulerende systemen kan de aanwezigheid van uitheemse rivierkreeften faciliterend werken voor populatieherstel van verschillende bedreigde inheemse soorten (Rodriguez 2006). Het natuurlijker maken van watergangen stimuleert natuurlijke predatoren (bijvoorbeeld otter, baars en paling) en beperkt de mogelijkheden voor woekering van kreeften. Hier hoort ook bij dat uitvoering een meer natuurvriendelijk maaibeheer bijdraagt aan de totstandkoming van robuuste ecosystemen. Dit verbetert ook de ecologische toestand van de watersystemen en komt de haalbaarheid van Kader Richtlijn Waterdoelen ten goede.

5.4.3 Juridische knelpunten

Voor de uitvoering van draagkrachtverlaging van ecosystemen voor invasieve kreeften door de inzet van kreeftenkorven en introductie van natuurlijke aquatische predatoren zijn enkele juridische knelpunten gesignaleerd (De Hoop et al. 2015):



- Het wegvangen van kreeften valt sinds 1 juli 2010 onder de Visserijwet (Ostendorf & Vos 2010). Recent is hiervoor door het Rijk in het kader van beheer van de Chinese wolhandkrab, Californische rivierkreeft, marmerkreeft, gevlekte, geknobbelde en rode Amerikaanse rivierkreeft vrijstelling verleend (Staatssecretaris van EZ 2016);
- Voor het vangen van kreeften wordt gebruik gemaakt van een kreeftenkooi. Dit is een verboden vangtuig (Reglement voor de Binnenvisserij 1985 artikel 2 lid 3), waarvoor een ontheffing door Rijksdienst Voor Ondernemend Nederland (RVO) dient te worden verleend;
- Het uitzetten van vis valt volgens de Visserijwet (artikel 1 lid 3) onder 'vissen'. Artikel 21 lid 2 stelt dat het uitzetten van vis mag worden gedaan indien schriftelijke toestemming is van de visrechthebbende. Uitzetten van vis dient conform een goedgekeurd Visstandbeheerplan (VBP) en met toestemming van de Visstandbeheercommissie (VBC) te gaan. In een VBP staat beschreven welke soorten en maten uitgezet mogen worden om KRW-doelen, die zijn gesteld door de waterbeheerder, realiseerbaar te houden.

5.4.4 Overzicht van beschikbare bestrijdingsmethoden

Tabel 5.1 geeft een overzicht van methoden die in het buitenland zijn toegepast voor de bestrijding van uitheemse rivierkreeften en het eliminatiesucces. Nagenoeg alle methodieken werken specifiek op soort, met uitzondering van de inzet van feromonen. Enkel chemische bestrijding blijkt succesvol voor de volledige eliminatie van kreeften.

Tabel 5.1 Overzicht van methoden die in het buitenland zijn toegepast voor eliminatie van uitheemse rivierkreeften.

Methodie	Specificiteit	Eliminatie succesvol	Referentie
Visserij	aspecifiek	Nee, waarschijnlijk wel populaties beheersbaar in combinatie met biologische bestrijding	Roessink et al. (2009) Van Emmerik (2010) Van Tilburg (2010) Gherardi (2011)
Fysieke waterbarrières	aspecifiek	Nee, voor sommige soorten beheersbaar	Kerby et al. (2005) Dana et al. (2011) Gherardi (2011)
Chemische bestrijding	aspecifiek	Ja	Sandodden & Johnsen (2010) De Hoop et al. (2016)
Feromonen	soortspecifiek	Nee	Aquiloni & Gherardi (2010) Freeman et al. (2010)
Biologische bestrijding (dieren)	aspecifiek	Nee, waarschijnlijk wel populaties beheersbaar	Hein et al. (2007) Hansen et al. (2013)
Biologische bestrijding (introductie ziekten)	aspecifiek	Nee	Davidson et al. (2010) Freeman et al. (2010) De Hoop et al. (2016)
Zelfregulatie van het ecosysteem	aspecifiek	Nee, waarschijnlijk wel populaties beheersbaar	Hein et al. (2007) Gherardi (2011) Hansen et al. (2013) De Hoop et al. (2016)

6 HANDELINGSPERSPECTIEVEN

De hieronder beschreven handelingsperspectieven zijn gericht op de bestrijding en indamming van verdere uitbreiding van reeds aanwezige populaties invasieve kreeftensoorten. Deze soorten zijn als gevolg van menselijk handelen in de natuur terechtgekomen, waarna ze hebben geleid tot aanzienlijke ecologische en economische schade en risico's voor de waterveiligheid (Hoofdstuk 1; Hoofdstuk 3). De huidige introductieroutes van uitheemse kreeftensoorten in Europa betreffen vooral ontsnappingen via aquariumhandel, consumptiehandel, vislokaas of opzettelijke introductie (Holdich 2011; NNSS 2011a, 2011b, 2011c, 2011d; Chucholl 2013a; Rogers & Watson 2013; Faulkes 2015).

Op grond van informatie en analyses van beschikbare bestrijdingsmethoden van invasieve kreeftensoorten in de voorgaande hoofdstukken zijn zes handelingsperspectieven voor het waterschap geformuleerd:

1. Niet aan bestrijding doen en afwachten tot exotische kreeftenpopulaties door natuurlijke processen, of door de totstandkoming van een nieuw ecologisch evenwicht, instorten;
2. Commerciële kreeftenbevissing beroepsvisserij, conform het Masterplan van het ministerie van LNV;
3. Commerciële kreeftenbevissing beroepsvisserij, conform het Masterplan van het ministerie van LNV met aanvullende kreeftenbevissing door het waterschap en benutting door burgers met kreeften-visakten;
4. Biologisch beheer door introductie van soortspecifieke ziekten van invasieve kreeften;
5. Chemische kreeftenbestrijding;
6. Stimuleren regulatie kreeftenpopulaties door systeemgerichte maatregelen om veerkracht en robuustheid van ecosystemen.

Voor elk handelingsperspectief wordt op basis van de beschikbare informatie uit het literatuuronderzoek een inschatting gegeven van de effectiviteit op korte termijn, instandhouding van de biodiversiteit, risicobeheersing waterveiligheid, kosten van de maatregelen op korte termijn, kosten van de maatregelen op lange termijn, (verwacht) maatschappelijk draagvlak en inpasbaarheid in het gangbaar beleid en beheer van waterschap Rivierenland en de zekerheid van de gedane inschatting. Een belangrijk uitgangspunt voor het beoordelen van de effectiviteit is of de kreeftendichtheid met het betreffende handelingsperspectief wordt teruggebracht onder de drempelwaarde van 0,9 kreeften per m², waarbij geen significante effecten meer optreden, zoals wordt beschreven in hoofdstuk 3. Tot slot is in paragraaf 6.7 een vergelijking gemaakt tussen de beschreven handelingsperspectieven (Tabel 6.1).

De aanpak van kreeften is uiteraard alleen zinvol indien ook nieuwe vestiging van uitheemse kreeften en introductie van nieuwe invasieve soorten worden voorkomen. Hiervoor is wel aanpassing van de Europese en of nationale wet- en regelgeving nodig (bijvoorbeeld uitbreiding Unielijst). Dit betreft vooral de preventie van introductie van invasieve kreeftensoorten uit (vrijwel) gelijke klimaatzones en ecoregio's. Voorkomen is beter dan bestrijden, zowel vanuit een financieel als kreeftenoogpunt.



6.1 NIET AAN BESTRIJDING DOEN

Regelmatig wordt gesuggereerd dat niet aan bestrijding doen een optie is omdat de problemen met invasieve exoten op termijn weer van zelf oplossen door natuurlijke processen. Deze opvatting is vaak gebaseerd op de “enemy release”- en “boom and bust”-hypothesen. Deze hypothesen houden in dat een populatie van invasieve exoten buiten hun natuurlijke verspreidingsgebied niet onderdrukt wordt door ziekten, parasieten en natuurlijke predatoren. Door het gebrek aan natuurlijke onderdrukking neemt de overlevingskans en het voortplantingssucces van invasieve exoten en daarmee de kans op onnatuurlijk grote populaties toe (Torchin et al. 2003; Colautti et al. 2004; Mastitsky et al. 2010; Gendron et al. 2012). Wanneer na verloop van tijd inheemse parasieten en predatoren bekend raken met de invasieve exoten, of ook ziekten en/of parasieten uit het oorspronkelijke verspreidingsgebied worden geïntroduceerd, dan wordt de populatie invasieve exoten op natuurlijke wijze gereguleerd of kan deze zelfs instorten. Het is echter niet bekend binnen welke termijn. Hierdoor is niet of moeilijk voorspelbaar of, en wanneer, populaties van invasieve exoten instorten (Lester & Gruber 2016). Bovendien kan het voorkomen dat een invasieve exoot na verloop van tijd weer wordt “vervangen” door een meer schadelijke soort, zoals dit momenteel in de grote rivieren gebeurt met invasieve grondels en vlokreeften (Leuven et al. 2009; Van Kessel et al. 2014; Leuven 2017).

Inschatting effectiviteit

Het woekeren en instorten van populaties manifesteert zich bij invasieve soorten vaak pas op lange termijn (decennia tot eeuwen). Gedurende de periode van woekering zal sprake zijn van ongewenste effecten en risico's. Aangezien de dichtheden van rode Amerikaanse rivierkreeft in Spanje 30 jaar na introductie nog steeds hoog zijn (Alcorlo et al. 2008), wordt niet verwacht dat de populaties van deze soort Nederland op korte termijn.

Realisatiekosten

Uitvoering van dit handelingsperspectief kost niets, maar de ecologische schade en maatschappelijke kosten (bijvoorbeeld door graafschade aan oevers en waterkeringen) van uitheemse kreeften zullen dan verder toenemen.

Verwacht draagvlak

Naar verwachting is het maatschappelijk draagvlak voor ‘niet aan bestrijding doen’ laag. Hoewel overheden en burgers graag zien dat de natuur het kreeftenprobleem “zelf oplost” is dit geen optie omdat de ongewenste effecten, zoals risico's van graafschade (instabiliteit veenkades en oevers), vermindering van de waterkwaliteit en bedreiging van de biodiversiteit, dan niet worden aangepakt.

Inpasbaarheid in beleid en beheer waterschap

Zoals in paragraaf 5.1.3 is beschreven, valt de bestrijding van kreeften onder verantwoordelijkheid van het Rijk. Niet beheersen van de risico's van graafschade door invasieve kreeften (zoals instabiliteit veenkades en oevers) en vermindering van de waterkwaliteit of bedreiging van de biodiversiteit zijn niet verenigbaar met de zorgplicht en uitgangpunten en doelstellingen van een waterschap.

6.2 BEHEER LNV DOOR (COMMERCIELE) BEVISSING

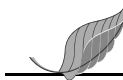
Het Masterplan 'uitroeiing en beheersing Unielijstsoorten' van de Rijksoverheid stelt dat op dit moment geen effectieve en proportionele maatregelen bekend zijn om de omvang van de populaties uitheemse rivierkreeften te doen afnemen of verspreiding tegen te gaan (Ministerie van LNV, 2018). Op grond hiervan wordt gesteld dat (commerciële) bevissing een mogelijke maatregel is die kan worden ingezet om lokale overlast enigszins te beperken. De beroepsvisserijsector is er verantwoordelijk voor dat kreeften die worden verkocht voor menselijke consumptie voldoen aan de maximaal toelaatbare waarden voor gehalten toxische stoffen zoals zware metalen en chloorhoudende organische verbindingen; de NVWA ziet hier namens het Rijk op toe (Paragraaf 5.1.3).

Inschatting effectiviteit

Volgens Peay (2009) bestaat geen wetenschappelijk bewijs dat enkel het wegvangen van uitheemse kreeften heeft geleid tot het voorkomen van uitbreiding in open watersystemen. Grotere rivierkreeften zijn dominant over kleine rivierkreeften. Omdat de kreeften kannibalistisch zijn, gaan kleine rivierkreeften de grotere uit de weg. Middels kreeftenkorven (en/of -fuiken) worden voornamelijk grote exemplaren weggevangen (Figler et al. 1999; Holdich et al. 1999). Dit kan ertoe leiden dat kreeftenpopulaties juist groter worden omdat het aantal kleine kreeften niet meer gereguleerd wordt door grote kreeften. Van Emmerik (2010) kon niet aantonen dat de inzet van beroepsvisserij op grote schaal ter bestrijding van kreeften effectief is. Verdergaand onderzoek is nodig om met voldoende zekerheid een uitspraak te kunnen doen over de effectiviteit van beroepsvisserij op de omvang van kreeftenpopulaties en of daarmee de kreeftendichtheid onder de drempelwaarde voor significante effecten wordt bereikt. Daarnaast zal de beroepsvisserij vooral geconcentreerd worden op locaties met hoge dichtheden en biedt een aanpak volgens het Masterplan van het ministerie van LNV onvoldoende perspectief voor een aanpak van de kreeftenproblematiek in het fijnmazige stelsel van regionale waterlopen en wateren in natuurgebieden. Indien alleen wordt gevangen op locaties die interessant zijn vanuit commerciële overwegingen en geen volledige eliminatie van kreeftenpopulaties mogelijk is, blijft de verspreiding en vestiging van uitheemse kreeften naar regionale watersystemen voortduren. Daarmee wordt geen oplossing geboden aan de ongewenste ecologische en waterhuishoudkundige effecten en risico's voor waterveiligheid in regionale watersystemen.

Realisatiekosten

De uitvoering van beheer van kreeftenpopulaties door commerciële bevissing is een maatregel met lage kosten voor Rijk en waterschappen omdat het wegvangen en verkopen van de kreeften voor consumptie de economische motor daarvan is. De kosten voor overheden zijn dan beperkt tot planning, coördinatie, evaluatie en benodigd onderzoek naar de effectiviteit en consumentenveiligheid. Wanneer de gehalten toxische stoffen in eetbare delen van kreeften afkomstig uit gebieden met waterbodempvervuiling de maximaal toelaatbare gehalten overschrijden zijn kreeften niet geschikt voor menselijke consumptie en valt een belangrijkste drijfveer voor deze aanpak weg. Het is daarom van belang dat spoedig inzicht wordt verkregen in gehalten aan toxische stoffen in kreeften afkomstig uit gebieden met verschillende mate en vormen van waterbodempverontreiniging in Nederland en in ieder geval voor gebieden waarvoor het Ministerie van LNV beheer van kreeftenpopulaties door de beroepsvisserij beoogt.



Verwacht draagvlak

Bij waterschappen bestaat vrees dat illegale uitzettingen gaan plaatsvinden of de groei van kreeftenpopulaties worden gestimuleerd wanneer de uitheemse rivierkreeften van de Unielijst commercieel kunnen worden benut voor menselijke consumptie. Commerciële kreeftenvissers hebben financieel belang bij de instandhouding van kreeftenpopulaties (Paragraaf 5.2.2). Het maatschappelijk draagvlak voor deze maatregel zal afnemen als de problemen van uitheemse kreeften onvoldoende of niet worden opgelost en de schade of risico's verder toenemen.

Inpasbaarheid in beleid en beheer van het waterschap

De beroepsvisserij beschikt voor diverse wateren reeds over de rechten en middelen om het beoogd beheer volgens het masterplan van het Ministerie van LNV uit te voeren. Het handelingsperspectief past in het beleid en beoogde exotenbeheer van het Rijk en provincies en is daarmee ook richtinggevend voor de uitvoeringsmaatregelen van waterschappen. Voor veel wateren zijn (nog) geen visrechten uitgegeven en waterschappen beschikken niet altijd over de visrechten. Dus op dit moment is veel water niet in beeld als viswater voor kreeften. Dit betreft vooral ook het fijnmazige stelsel van regionale watergangen en oppervlaktewater in natuurgebieden.

6.3 BEHEER DOOR BEROEPSVISSERIJ MET AANVULLENDE BEVISSING DOOR HET WATERSCHAP

Aanvullend op het beheer van uitheemse rivierkreeften door (commerciële) bevissing zoals beoogd in het masterplan van het ministerie van LNV (Paragraaf 5.1) kan ook aanvullende bevissing door het waterschap en eventueel ook burgers met kreeften-visakten plaatsvinden. Het waterschap heeft aangegeven dat de bestrijding van muskusratten in diverse gebieden erg effectief is (Paragraaf 5.3). Daarom wordt nu een uitbreiding van het takenpakket overwogen voor een deel van de muskusrattenbestrijders. De inzet van professionele rattenvangers van het waterschap bij de kreeftenbestrijding past goed in dit handelingsperspectief.

Inschatting effectiviteit

Heuts & van der Wekken (2011) hebben gekeken naar uitbreiding van het takenpakket van muskusrattenvangers en concluderen dat monitoring van kreeften door muskusrattenvangers waardevolle informatie over de verspreiding en dichtheid van kreeften oplevert. Bovendien komen muskusrattenvangers in watergangen die mogelijk niet geschikt zijn voor de beroepsvisserij, dat een groter bestrijdingsgebied bestrijkt. Echter zoals ook genoemd in paragraaf 5.2.2, heeft enkel het wegvangen van kreeften tot zover bekend niet geleid tot populatieafnames of vermindering van opmars van invasieve kreeftensoorten (Peay 2009). De effectiviteit van dit handelingsperspectief wordt als gunstig ingeschat wanneer ook maatregelen worden getroffen voor duurzame verlaging van de draagkracht vanuit het systeem voor rivierkreeften (Paragraaf 5.4).

Realisatiekosten

Zoals ook in paragraaf 5.2.2 is genoemd, is de economische motor is van de inzet van commerciële visserij zoals beoogd door het Ministerie van LNV de vermarkting van de gevangen kreeften. Hiervan dient de sector te garanderen dat de kreeften geen gevaar vormen voor de volksgezondheid. In het geval van het waterschap is er geen economische motor achter het wegvangen van de kreeften.

Verwacht draagvlak

Het verwacht maatschappelijk draagvlak van dit handelingsperspectief is hoog. De beroepsvisserij zal alleen profiteren van deze aanpak indien zij door het waterschap worden ingeschakeld voor additionele bevissing en/of bij verhandeling van vangsten. De inzet van het waterschap zal gericht op terugbrengen van de populatieomvang tot onder de drempelwaarden voor ongewenste effecten en daardoor mogelijk strijdig zijn met de belangen van duurzame commerciële visserij. Bovendien kan het waterschap altijd overwegen om de kreeftenvangst onder te brengen bij de reguliere exotenbestrijding (bijvoorbeeld door muskusrattenvangers).

Inpasbaarheid in beleid en beheer van het waterschap

Dit voorgestelde handelingsperspectief past zeer goed in het gangbaar beleid het beheer dat wordt uitgevoerd door het waterschap.

6.4 BIOLOGISCH BEHEER

Met biologisch beheer wordt hier de inzet van ziekteverwekkers zoals bacteriën en schimmels bedoeld. Biologisch beheer met inheemse predatoren van kreeften komt aan de orde bij het handelingsperspectief 'Bevorderen natuurlijke veerkracht en robuustheid van watersystemen'.

Inschatting effectiviteit

Uitheemse kreeftensoorten en de Chinese wolhandkrab zijn gevoelig voor specifieke bacteriën, virussen en schimmels. Verschillende studies hebben aangetoond dat hoge sterfte optreedt door infecties met parasieten en ziekteverwekkers onder laboratoriumomstandigheden (Paragraaf 5.3.1). Vaak is echter slecht onderzocht wat de neveneffecten van de inzet van dergelijke biologische bestrijders is op inheemse kreeftachtigen (bijvoorbeeld vlokreeften) en andere (ongewervelde) dieren.

Realisatiekosten

Indien effectieve en soortspecifieke biologische methoden eenmaal zijn ontwikkeld, zullen de uitvoeringskosten naar verwachting lager zijn vergeleken met traditionele bestrijdingsmethoden (zoals chemische bestrijding) en vlakdekkende additionele kreeftenbevissing.

Verwacht draagvlak

Het draagvlak voor de uitvoering van dit handelingsperspectief is naar verwachting zeer laag, omdat ongewenste neveneffecten van biologische bestrijders op voorhand niet zijn uit te sluiten en op basis van de thans beschikbare kennis daarover mogelijke lange termijneffecten op het ecosysteem niet te overzien zijn.

Inpasbaarheid in beleid en beheer waterschap

Bestrijdingsmaatregelen met ongekende risico's, zoals de introductie van nieuwe (uitheemse) ziekten en parasieten, passen niet binnen het beleid van het waterschap. Het is tevens niet uitgesloten dat ook de Europese rivierkreeft vatbaar is voor sommige van de hierboven besproken ziekten. Dit zou een overweging kunnen zijn om geen ziekten te introduceren, aangezien de Europese rivierkreeft momenteel wordt geherintroduceerd.



6.5 CHEMISCHE BESTRIJDING

Inschatting effectiviteit

Slechts een enkele studie spreekt van volledige eliminatie van kreeften, dit betreft een studie waarbij een chemisch bestrijdingsmiddel is ingezet (Paragraaf 5.3.2). De uitroeiing van Californische rivierkreeft in vijf geïsoleerde waterlichamen in Noorwegen is succesvol uitgevoerd met behulp van het bestrijdingsmiddel BETAMAX VET®. Van deze vijf waterlichamen heeft de grootste een wateroppervlak van 2000 m² over de waterdiepte wordt niets vermeld (Sandodden & Johnsen 2010).

Realisatiekosten

De kosten van bovengenoemde chemische uitroeiing van de Californische rivierkreeft met BETAMAX VET® werden geraamd op €95.000 (Sandodden & Johnsen 2010). Dit is laag vergeleken met de verwachte kosten van uitvoering van de andere handelingsperspectieven.

Verwacht draagvlak

Veel potentieel geschikte middelen voor chemische bestrijding van kreeften zijn in Nederland niet toegelaten vanwege ongewenste milieurisico's. Bovendien is de inzet van chemische bestrijdingsmethodieken voor dieren in oppervlaktewateren niet toegestaan. Gezien de mogelijke risico's voor onomkeerbare (neven)effecten voor inheemse fauna (Paragraaf 5.3.2), wordt de inzet van dergelijke methodieken niet realistisch en kansrijk geacht. Het maatschappelijk draagvlak voor chemische bestrijding in open watersystemen is in Nederland zeer laag.

Inpasbaarheid in beleid en beheer van het waterschap

De inzet van chemische bestrijdingsmiddelen in open watersystemen past in geen enkele zin in het gangbaar beleid van het waterschap. Afgezien van het juridische knelpunt, wordt de inzet van chemische bestrijdingsmiddelen niet als uitvoerbaar beschouwd.

6.6 BEVORDEREN NATUURLIJKE VEERKRACHT EN ROBUUSTHEID VAN WATERSYSTEMEN

In de huidige situatie is de draagkracht van Nederlandse ecosystemen voor exotische rivierkreeften groot. Dit is de oorzaak dat uitheemse rivierkreeften hoge dichtheden in diverse typen watersystemen bereiken. Enerzijds worden kreeften waarschijnlijk gefaciliteerd door de onnatuurlijke habitat (Figuur 3.2), anderzijds verhindert onnatuurlijk habitat dat de kreeftendichtheid in voldoende mate wordt gereguleerd door inheemse predatoren. Door waterlopen op plekken waar dit kan natuurlijker te maken, zoals het geschikter en beter bereikbaar maken van watergangen voor inheemse roofvissoorten, hermeandering van waterlopen waardoor meer stroomgradiënten ontstaan of aanleggen van flauwe, natuurlijke oevers met meer begroeiing en uitvoering natuurvriendelijk maaibeheer waardoor inheemse predatoren van uitheemse rivierkreeften worden gefaciliteerd om sterkere populaties op te bouwen. Het op de lange termijn bevorderen van regulatie van uitheemse rivierkreeften door middel van natuurlijke biologische bestrijding wordt na draagkrachtverlaging voor kreeften als een haalbaar en duurzaam handelingsperspectief beschouwd (Paragraaf 5.4.2).

Inschatting effectiviteit

Het beter weerbaar maken van watersystemen tegen biologische invasies heeft naar verwachting een negatief effect op de omvang van kreeftenpopulaties. Bovendien is een voordeel dat dit een duurzame aanpak is waarmee niet alleen ongewenste effecten van kreeften verminderen, maar ook de biodiversiteit in zijn algemeenheid hiervan profijt heeft. Ter ondersteuning zou de inzet van actieve bevissing om reproducerende kreeften weg te vangen mogelijk een extra effect op de kreeftenpopulatie hebben.

Realisatiekosten

De kosten voor de uitvoering van dit handelingsperspectief op korte termijn zijn zeer hoog. Het natuurlijk maken van waterlopen is kostbaar dat niet binnen enkele jaren kan worden gerealiseerd. Echter in het kader van natuurherstelwerkzaamheden zoals (instandhoudingsdoelstellingen vanuit) Habitatrichtlijnverplichtingen en Kaderrichtlijn Water kunnen waterlopen worden hersteld naar de oorspronkelijke staat. Over een langere termijn berekend zijn de kosten laag omdat geen permanente bestrijdingsmaatregelen nodig zijn en tevens andere waterkwaliteitsdoelstellingen worden gerealiseerd.

Verwacht draagvlak

Het verwachte draagvlak voor de uitvoering van dit handelingsperspectief zal naar verwachting hoog zijn omdat de natuur in zijn algemeenheid hiervan profiteert en de waterveiligheid zal naar alle waarschijnlijkheid in de probleemgebieden toenemen omdat de kreeftenpopulatie onder druk komt te staan.

Inpasbaarheid in beleid en beheer waterschap

Het natuurlijk, ecologisch veerkrachtig en robuust maken van waterlopen is een doel van het waterschap dat ook in het kader van de doelstellingen van de Europese Kaderrichtlijn Water wordt nagestreefd.

6.7 OVERZICHT VAN HANDELINGSPERSPECTIEVEN MET OVERWEGINGEN

In tabel 6.1 worden de zes handelingsperspectieven vergeleken op basis van verschillende criteria voor kosteneffectiviteit en haalbaarheid. Tijdens de beschrijving van deze handelingsperspectieven zijn ook diverse beleidsrelevante kennishiaten naar voren gekomen. Deze kennishiaten worden in hoofdstuk 7 beschreven en zijn samengevat in tabel 7.1.



Tabel 6.1. Expertbeoordeling van effecten en haalbaarheid van de zes handelingsperspectieven voor de oplossing van de kreeftenproblematiek in regionale wateren.

Handelingsperspectief	Effectiviteit bestrijding kreeften op korte termijn	Effectiviteit bestrijding kreeften op lange termijn	Instandhouding biodiversiteit	Risicobeheersing waterveiligheid	Kosten maatregelen op korte termijn	Kosten maatregelen op lange termijn	Verwacht draagvlak	Inschatting inpasbaarheid in beleid en beheer waterschap	Zekerheid van deze inschattingen
1. Niet aan bestrijding doen en afwachten	Zeër laag	Zeër laag	Zeër Laag	Zeër laag	Geen	Geen	Laag	Laag	Hoog
2. Beheer door beroepvisserij volgens nationaal Masterplan van aanpak (ministerie LNV)	Matig	Matig	Matig	Laag	Laag	Laag	Matig	Hoog	Matig
3. Beheer door beroepvisserij met aanvullende bevissing door het waterschap en benutting door burgers met kreeften-visakten	Hoog	Hoog	Hoog	Matig	Matig	Matig	Matig	Hoog	Matig
4. Biologische bestrijding (introductie van ziekten)	Hoog	Matig	Matig	Matig	Matig	Matig	Laag	Matig	Laag
5. Chemische bestrijding	Zeër hoog	Matig	Zeër laag	Zeër hoog	Hoog	Hoog	Zeër laag	Zeër laag	Hoog
6. Stimuleren natuurlijke veerkracht en robuustheid van watersystemen	Matig	Zeër hoog	Zeër hoog	Matig	Zeër hoog	Laag	Hoog	Hoog	Matig

7 CONCLUSIES, ADVIES EN KENNISHIATEN

7.1 CONCLUSIES

Invasieve uitheemse rivierkreeften die in Nederland voorkomen vormen risico's voor de waterkwaliteit, biodiversiteit, ecologische functioneren van watersystemen, veiligheid van waterkeringen, oeverstabiliteit en op waterkwantiteit door baggervorming. Negatieve effecten door kreeften zijn te verwachten op alle drie de kwaliteitselementen (biologisch, fysisch-chemisch en hydromorfologisch) van de Kaderrichtlijn Water. De introductieroutes van uitheemse rivierkreeften lopen uiteen van aquariumhandel, consumptiehandel, vislokaas en opzettelijke introductie (Hoofdstuk 3). Verspreidingsdata afkomstig uit het beheergebied van waterschap Rivierenland laten zien dat er geen sprake is van verzadiging in de kolonisatie van uitheemse kreeftensoorten, zowel in de ruimtelijke zin (Figuur 3.10), als in het aantal waarnemingen (Figuur 3.11). Uit de horizonscan is gebleken dat in het beheergebied van waterschap Rivierenland de Californische rivierkreeft te verwachten is.

Het is niet bekend of kreeftenconsumptie (van kreeften afkomstig uit verschillende gebieden in Nederland) zou kunnen leiden tot overschrijding van toelaatbare innamewaarden van chloorhoudende stoffen zoals dioxinen en PCB's en zware metalen, zoals dit met de Chinese wolhandkrab momenteel aan de orde is (Paragraaf 3.4.1).

Uit de elf respondenten op de vragenlijst (52%), die onder alle 21 Nederlandse waterschappen is verspreid, is naar voren gekomen dat ecologen en/of waterkwaliteitsbeheerders over het algemeen bewust zijn dat rivierkreeften risico's vormen voor de punten hierboven vormen. Wanneer schade optreedt, wordt de rode Amerikaanse rivierkreeft hierbij het vaakst genoemd. Geen enkel waterschap heeft inzichtelijk wat de extra jaarlijkse kosten zijn die gemoeid zijn met door kreeften veroorzaakte schade. Geen van de waterschappen doet momenteel aan actieve kreeftenbestrijding. De meerderheid van de respondenten geeft aan dat het besef van de kreeftenproblematiek verergert. Alle respondenten geven aan dat er behoefte is aan effectieve maatregelen en/of handelingsperspectieven ter bestrijding of voorkoming van de kreeftenproblematiek (Hoofdstuk 4).

Uit deze literatuurstudie zijn zes handelingsperspectieven geformuleerd en is de haalbaarheid en doelmatigheid daarvan onderzocht (Tabel 6.1):

1. Niet aan bestrijding doen en afwachten tot exotische kreeftenpopulaties door natuurlijke processen, of door de totstandkoming van een nieuw ecologisch evenwicht, instorten;
2. Commerciële kreeftenbevissing beroepsvisserij, conform het Masterplan van het ministerie van LNV;
3. Commerciële kreeftenbevissing beroepsvisserij, conform het Masterplan van het ministerie van LNV met aanvullende kreeftenbevissing door het waterschap en benutting door burgers met kreeften-visakten;
4. Biologisch beheer door introductie van soortspecifieke ziekten van invasieve kreeften;
5. Chemische kreeftenbestrijding;
6. Stimuleren regulatie kreeftenpopulaties door systeemgerichte maatregelen om veerkracht en robuustheid van ecosystemen.



De effectiviteit van de uitvoering van beheer conform het masterplan van het Ministerie van LNV, wordt als matig ingeschat. Effectiviteit van uitvoering van passief beheer met aanvullende bevissing door het waterschap wordt als hoog ingeschat (Tabel 6.1). Muskusrattenbeheer Rivierenland (waterschappen Rijn en IJssel, Vallei en Veluwe, Hollandse Delta en Rivierenland) heeft aangegeven dat kreeftenbestrijding (exotenbestrijding) organisatorisch goed past in binnen het samenwerkingsverband maar dat hiervoor extra capaciteit nodig is (Paragraaf 5.3).

Uit de beoordeling van de effecten en haalbaarheid van de handelingsperspectieven (Tabel 6.1) komt naar voren dat biologische bestrijding (introductie van ziekten) en chemische niet haalbaar zijn vanwege onzekerheden over ongewenste neveneffecten, ontbreken van toelatingen van geschikte middelen, onvoldoende maatschappelijk draagvlak en de inpasbaarheid in beleid en beheer van het waterschap. Voor een weloverwogen keuze uit de overige alternatieven is het nodig dat door verschillende actoren nog nader (veld)onderzoek wordt uitgevoerd om essentiële kennisvragen op te lossen (Tabel 7.1).

De draagkracht van regionale watersystemen voor invasieve kreeftensoorten is momenteel zeer groot. Enerzijds wordt dit veroorzaakt door de lage predatiedruk van roofvissen, watervogels en zoogdieren, anderzijds door de sterk onnatuurlijke habitat die de kreeftenpopulaties faciliteert. Tevens zijn de mogelijkheden voor volledige eliminatie en preventie van verspreiding in hydrologisch verbonden oppervlaktewateren beperkt. De meest kansrijke methoden om ongewenste effecten zoveel als mogelijk te beperken zijn waarschijnlijk systeemgerichte maatregelen gericht op het ontwikkelen van hogere dichtheden inheemse predatoren (zoals roofvissen, zoogdieren en watervogels die kreeften eten), waardoor uiteindelijk de draagkracht van watersystemen voor kreeften wordt verlaagd, terwijl dit juist voor inheemse (bedreigde) soorten tot verbetering van de levensomstandigheden kan leiden (verhoging van de draagkracht). Aanbevolen wordt om veldexperimenten uit te voeren waarmee meer inzicht wordt verworven in de mogelijkheden en kosteneffectiviteit van systeemgerichte maatregelen voor het voorkomen dan wel beperken van ongewenste effecten van uitheemse kreeften (Paragraaf 5.4; Tabel 7.1). De combinatie van verlaging van de draagkracht voor kreeften van regionale watersystemen op lange termijn, in combinatie met aanvullende bevissing door beroepsvisserij, waterschappen en burgers met een kreeftenvisakke worden als een kansrijke maatregel beschouwd.

7.2 AANBEVELINGEN VOOR BELEID EN BEHEER

Op basis van de resultaten van het literatuuronderzoek zijn vijf aanbevelingen geformuleerd voor het beleid en beheer van zowel waterschap Rivierenland (en andere waterschappen) als het beleid door het Rijk.

1. De risico's en negatieve effecten van invasieve uitheemse kreeftensoorten ten aanzien van ecologische waarden, KRW-doelstellingen, waterhuishouding, volksgezondheid en de beschermingsdoelen van de Europese exotenverordening 1143/2014 die worden veroorzaakt door kreeften worden in Nederland nog niet (volledig) erkend. Dit blijkt tevens uit de respons op de vragenlijsten, waarbij is gebleken dat waterbeheerders zich worden van het feit dat kreeften risico's met zich meedragen, wanneer schade reeds plaatsvindt. Op dergelijke momenten zijn bestrijding- en/of herstelkosten al hoog. Aanbevolen wordt daarom dat de omvang van de kreeftenproblematiek op

landelijk niveau de aandacht krijgt onder waterschappen en andere water- en natuurbeheerders.

2. De bestrijding van uitheemse kreeften past organisatorisch binnen het takenpakket van het waterschap (aansluiting bij muskusrattenbestrijding en bestrijding van andere exoten) maar hiervoor is extra capaciteit nodig is. Aanbevolen wordt om een pilot te starten waarbij bevissing door het waterschap in regionale wateren plaatsvindt en de kosteneffectiviteit daarvan op kreeftenpopulaties op lange termijn wordt beoordeeld.
 - a. Een focus kan het actief bestrijden zijn in kwetsbare gebieden waar gravende kreeftensoorten als rode Amerikaanse rivierkreeft en gestreepte Amerikaanse rivierkreeft voorkomen bij bijvoorbeeld boezemkades;
 - b. Bestrijding van dergelijke organismen op grote schaal (landelijk of zelfs grensoverschrijdend) organiseren;
 - c. Burgers betrekken bij exotenbestrijding door legaliseren van kreeftenvissen (middels een kreeften-visakte) onder strikte voorwaarden.
3. Implementatie van de Europese exotenverordening 1143/2014 in gedragscodes voor diverse beheerstaken van waterschappen en andere overheidsinstanties om verdere verspreiding van uitheemse kreeften te voorkomen.
4. De beschreven uitheemse zoetwaterkreeftensoorten zijn zonder uitzondering in de Nederlandse natuur terechtgekomen door menselijk toedoen (aquariumhandel, consumptiehandel, vislokaas en opzettelijke introductie). Wereldwijd zijn in totaal meer dan 600 zoetwaterkreeftensoorten bekend. Het is zeer aannemelijk dat hier meer soorten bij zitten die zich in Nederland kunnen vestigen en potentiële risico's vormen voor behoren die risico's vormen voor de biodiversiteit en het functioneren van watersystemen, met alle (financiële) gevolgen van dien. Daarom wordt aanbevolen om een nationale of Europese horizonscan uit te voeren om de introductie kans en milieurisico's van deze uitheemse kreeften te beoordelen. Om dit probleem bij de bron aan te pakken wordt daarom aanbevolen om een generiek verbod in te stellen op de import en handel van levende invasieve uitheemse zoetwaterkreeftensoorten afkomstig uit ecoregio's die wat betreft klimaat en habitat overeenkomen met Noordwest-Europa (bijvoorbeeld aan de hand van Species Distribution Models, Faulkes 2015). Een dergelijk verbod zal effectiever zijn als dit in samenwerking met omliggende landen of in EU-verband wordt ingesteld. Tevens wordt aanbevolen om ook een positieflijst voor aquatische (ongewervelde) diersoorten in de Wet Dieren op te nemen, zoals nu deze reeds bestaat voor zoogdieren en wordt door het Rijk wordt voorbereid voor vogels en reptielen.
5. Het opstellen van een protocol/draaiboek om bij signalering van nieuwe uitheemse kreeftensoorten de betreffende individuen of populatie(s) direct en geheel uit te roeien. Dit draaiboek moet op de plank liggen en eventuele beleidsmatige en juridische belemmeringen op voorhand al zijn opgelost.

7.3 AANBEVELINGEN VOOR VERDER ONDERZOEK OP BASIS VAN KENNISHIATEN

Deze paragraaf beschrijft kennishiaten die relevant zijn voor een goed onderbouwde afweging van de handelingsperspectieven en de vervolgstappen voor de aanpak van de kreeftenproblematiek binnen het beheergebied van het waterschap Rivierenland en mogelijk daarbuiten. Dit wordt beschreven aan de hand van een beknopt schematisch overzicht van de gesignaleerde kennishiaten, relevantie voor de besluitvorming, het benodigde onderzoek om



de kennishiaten op te lossen en de actor die het grootste belang heeft bij de uitkomsten van dit onderzoek (Tabel 7.1).

Tabel 7.1. Relevante kennishiaten voor afweging en vervolgstappen van de handelingsperspectieven voor de aanpak van invasieve uitheemse rivierkreeften.

Kennishiaten	Besluitvorming	Vereist onderzoek	Wie
Effectiviteit beroepsvisserij om doelstellingen EU-exotenverordening te realiseren	Inzet beroepsvisserij bij bestrijding of populatiebeheer	Inzicht verwerven in reproductiecapaciteit, dichtheden, rekolonisatie en verspreiding in relatie tot benodigde inspanning beroepsvisserij	Rijk
Effectiviteit beroepsvisserij om doelstellingen EU-exotenverordening te realiseren	Inzet beroepsvisserij bij bestrijding of populatiebeheer	Vaststellen van effectiviteit van inzet beroepsvisserij als beheersmaatregel om de dichtheden van rivierkreeften te verminderen en de verspreiding en ongewenste effecten voor biodiversiteit, ecosystemen, waterhuishouding en veiligheid te voorkomen	Rijk
Accumulatie van verontreiniging in kreeften die na wegvangen eventueel worden gebruikt voor menselijke consumptie	Inzet beroepsvisserij bij bestrijding of populatiebeheer	Vaststellen van gehalten toxische stoffen in kreeften van watersystemen met verschillende blootstellingsniveaus aan verontreinigingen en beoordelen of aanleiding bestaat tot instellen van gebieden met vangstverbod voor menselijke consumptie van kreeften	Rijk
Verminderen van ongewenste effecten door graafgedrag van kreeften	Waarborgen van de waterveiligheid in risicogebieden	Vaststellen welke sturende factoren de intensiteit van het graafgedrag van rode Amerikaanse rivierkreeft en gestreepte Amerikaanse rivierkreeft (zoals waterpeilfluctuaties, oeversteilheid, oeverbegroeiing, en oeverbodemsamenstelling)	Waterschappen
Wat zijn de habitatvoorkeuren en habitatgebruik van uitheemse kreeften?	Waarborgen van de waterveiligheid in risicogebieden – inspelen op de ecologie van soorten	Vaststellen wat de habitatvoorkeuren en habitatgebruik van rode Amerikaanse rivierkreeft en gestreepte Amerikaanse rivierkreeft zijn in Nederland	Waterschappen/Rijk
Bij welke drempelwaarden voor de dichtheden van kreeften wordt de waterveiligheid gegarandeerd?	Waarborgen van de waterveiligheid	Voor verschillende typen watersystemen inzicht verkrijgen bij welke kreeftendichtheden effecten op waterhuishouding en waterveiligheid optreden (drempelwaardedichtheid)	Waterschappen/Rijk
Welke bestrijdingsinspanning is vereist om te zorgen dat de dichtheid uitheemse kreeften onder de drempelwaarde blijft waarbij de waterveiligheid kan worden gegarandeerd?	Waarborgen van de waterveiligheid	Vaststellen welke bestrijdingsinspanning geleverd moet worden in verschillende typen watersystemen de drempelwaardedichtheid te bereiken	Waterschappen/Rijk

Kennishiaten	Besluitvorming	Vereist onderzoek	Wie
Kan het graafgedrag van kreeften verminderen door aanpassing van de steilheid of begroeiing van de oever?	Verminderen baggervorming door gravende kreeften	Inzicht verkrijgen in de relatie tussen de steilheid van een oever, begroeiing en het graafgedrag door kreeften	Waterschappen
Haalbaarheid van Nederlandse ecosystemen om dichtheden kreeften (systeemgericht) duurzaam te verlagen en beheersen	Natuurlijke bestrijding van kreeften	Meer inzicht vereist in de potentie van roofvissen (zoals baars, meerval en paling) als biologische bestrijder van rivierkreeften in verschillende typen regionale watersystemen. Vooral bij welke dichtheden roofvis effecten op kreeftenpopulaties optreden? Tevens is inzicht vereist in welke inrichting- en beheermaatregelen nog noodzakelijk zijn om natuurlijke visgemeenschappen van verschillende typen regionale wateren weer op orde te brengen	Waterschappen
Kosteneffectiviteit van systeemgericht beheer	Natuurlijke bestrijding van kreeften	Inzicht verwerven in de mogelijkheden en kosteneffectiviteit van systeemgerichte maatregelen ter bestrijding van kreeften aan de hand van veldexperimenten	Waterschappen
Populatiegroei van kreeften, waar in de invasiecurve zitten we nu?	Effectieve bestrijding van kreeften	Inzicht verwerven in "boom & bust" van kreeftenpopulaties. Hiervoor is informatie over dichtheden nodig	Waterschappen/Rijk
Financiële gevolgen van kreeften inzichtelijk krijgen	Begroten/inventarisatie compensatie kreeftenschade	Inzicht in indirecte kosten van KRW-maatregelen die ongedaan worden gemaakt	Waterschappen/Rijk
Financiële gevolgen van kreeften inzichtelijk krijgen	Begroten/inventarisatie compensatie kreeftenschade	Inzicht in indirecte kosten als gevolg van kreeften van natuurwaarde-schade, zowel aan het ecosysteem als de visstand	Waterschappen/Rijk
Financiële gevolgen van kreeften inzichtelijk krijgen	Begroten/inventarisatie compensatie kreeftenschade	Kosten van schade van gravende kreeftensoorten aan oevers, keringen en baggervorming op landelijke schaal. Is afhankelijk van soorten en dichtheden en natuurlijk van inrichting van de watersystemen	Waterschappen/Rijk
Inschatting krijgen van welke schadelijke rivierkreeftensoorten zich kunnen vestigen in Noordwest-Europa en invasief kunnen zijn	Opstellen positieflist van zoetwaterkreeften	Europese horizonscan uitvoeren om de introductiekans en milieurisico's van deze uitheemse kreeften te beoordelen	Rijk



8 REFERENTIES

- Adema, J.P.H.M. (1989) De verspreiding van rivierkreeften in Nederland. Nieuwsbrief EIS-Nederland 19:3–10
- Alcorlo, P., W. Geiger & M. Otero (2004) Feeding preferences and food selection of the Red swamp crayfish, *Procambarus clarkii*, in habitats differing in food item diversity. *Crustaceana* 77(4):435–453
- Alcorlo, P., W. Geiger & M. Otero (2008) Reproductive biology and life cycle of the invasive crayfish *Procambarus clarkii* (Crustacea: Decapoda) in diverse aquatic habitats of South-Western Spain: Implications for population control. *Archiv für Hydrobiologie* 173(3):197–212
- Amori, G. & C. Battisti (2008) An invaded wet ecosystem in Central Italy: An arrangement and evidence for an alien food chain. *Rendiconti Lincei* 19:161–171
- Ampt, J. (2017) Geofysisch onderzoek Pilot graafgatendetectorie m.b.v. grondradar te Kinderdijk. Rapport 20161334. ATKB, Waardenburg
- Angeler, D.G., S. Sanchez-Carrillo, G. Garcia & M. Alvarez-Cobelas (2001) The influence of *Procambarus clarkii* (Cambaridae, Decapoda) on water quality and sediment characteristics in a Spanish floodplain wetland. *Hydrobiologia* 464:89–98
- Aquiloni, L., M. Ilheu & F. Gherardi (2005) Habitat use and dispersal of the invasive crayfish *Procambarus clarkii* in ephemeral water bodies of Portugal. *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology* 38(4):225–236
- Aquiloni L., S. Brusconi, E. Cecchinelli, E. Tricarico, G. Mazza, A. Paglianti & F. Gherardi (2010) Biological control of invasive populations of crayfish: the European eel (*Anguilla anguilla*) as a predator of *Procambarus clarkii*. *Biological Invasions* 12:3817–3824
- Aquiloni, L. & F. Gherardi (2010) The use of sex pheromones for the control of invasive populations of the crayfish *Procambarus clarkii*: a field study. *Hydrobiologia* 649:249–254
- Banha, F. & P.M. Anastácio (2011) Interactions between invasive crayfish and native river shrimp. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* 401(17):1–12
- Barbaresi, S., E. Tricarico & F. Gherardi (2004) Factors inducing the intense burrowing activity of the red-swamp crayfish, *Procambarus clarkii*, an invasive species. *Naturwissenschaften* 91:342–345
- Beja, P.R. (1996) An analysis of Otter *Lutra lutra* Predation on Introduced American Crayfish *Procambarus clarkii* in Iberian streams. *Journal of Applied Ecology* 33(5):1156–1170
- Blake, M.A. & P.J.B. Hart (1993) The behavioural responses of juvenile signal crayfish *Pacifastacus leniusculus* to stimuli from perch and eels. *Freshwater Biology* 29:89–97

-
- Boerkamp, A., I. Roessink, J. van Giels & F.G.W.A. Ottburg (2012a). Onderzoek naar de effectiviteit van de combinatie van twee beheermaatregelen voor rode Amerikaanse rivierkreeften. De Amerikaanse rivierkreeft in het Veenweidegebied. Rapport 2244. Alterra, Wageningen
- Boerkamp, A., R. Gylstra, W. van Emmerik, P. Heuts & F.G.W.A. Ottburg (2012b) Paling versus kreeften. Inzet roofvis bij aanpak exotische rivierkreeften. *Visionair* 25:25–27
- Brannelly, L.A., T.A. McMahon, M. Hinton, D. Lenger & C.L. Richards-Zawacki (2015) *Batrachochytrium dendrobatidis* in natural and farmed Louisiana crayfish populations: prevalence and implications. *Disease of Aquatic Organisms* 112:229–235
- Bubb, D.H., T.J. Thom & M.C. Lucas (2004) Movement and dispersal of the invasive signal crayfish *Pacifastacus leniusculus* in upland rivers. *Freshwater Biology* 49:357–368
- Carboneras, C. & A. Bonan (2018) Loons/Divers (Gaviidae). In: del Hoyo, J., A. Elliott, J. Sargatal, D. A. Christie & E. de Juana (eds.). *Handbook of the Birds of the World Alive*. Lynx Edicions, Barcelona
- Carol, J., L. Benejam, J. Benito & E. García-Berthou (2009) Growth and diet of European catfish (*Silurus glanis*) in early and late invasion stages. *Fundamental and Applied Limnology* 174(4):317–328
- Carvalho, F., C. Pascoal, F. Cássio & R. Sousa (2016) Direct and indirect effects of an invasive omnivore crayfish on leaf litter decomposition. *Science of the Total Environment* 541:714–720
- Couperus, A.S. (2015) Kennisdocument rivierkreeften. Rapport C190/15. IMARES, IJmuiden
- Chucholl, C. (2013a) Invaders for sale: trade and determinants of introduction of ornamental freshwater crayfish. *Biological Invasions* 15:125–141
- Chucholl, C. (2013b) Feeding ecology and ecological impact of an alien warm-water omnivore in cold lakes. *Limnologica* 34:219–229
- Colautti, R.I., A. Ricciardi, I.A. Grigorovich & H.J. MacIsaac (2004) Is invasion success explained by the enemy release hypothesis? *Ecology Letters* 7:721–733
- Commissie van de Europese Gemeenschappen (2006) Verordening (EG) Nr. 1881/2006 van de Commissie. Publicatieblad van de Europese Unie L364:5–24
- Copp, G.H., J.R. Britton, J. Cucherousset, E. García-Berthou, R. Kirk, E. Peeler & S. Stakenas (2009) Voracious invader or benign feline? A review of the environmental biology of European catfish *Silurus glanis* in its native and introduced ranges. *Fish and Fisheries* 10:252–282



- Correia, A.M. & O. Ferreira (1995) Burrowing behavior of the introduced red swamp crayfish *Procambarus clarkii* (Decapoda: Cambaridae) in Portugal. *Journal of Crustacean Biology* 15:248–257
- Correia, A.M. (2001) Seasonal and interspecific evaluation of predation by mammals and birds on the introduced red swamp crayfish *Procambarus clarkii* (Crustacea, Cambaridae) in a freshwater marsh (Portugal). *Journal of Zoology* 255:533–541
- Crandall, K.A. & J.E. Buhay (2008) Global diversity of crayfish (Astacidae, Cambaridae, and Parastacidae–Decapoda) in freshwater. *Hydrobiologia* 595:295–301
- Cruz, M.J. & R. Rebelo (2005) Vulnerability of Southwest Iberian amphibians to an introduced crayfish, *Procambarus clarkii*. *Amphibia-Reptilia* 26:293–303
- Cruz, M.J. & R. Rebelo (2007) Colonization of freshwater habitats by an introduced crayfish, *Procambarus clarkii*, in Southwest Iberian Peninsula. *Hydrobiologia* 575:191–201
- Cruz, M.J., P. Segurado, M. Sousa & R. Rebelo (2008) Collapse of the amphibian community of the Paul do Boquilobo Natural Reserve (central Portugal) after the arrival of the exotic American crayfish *Procambarus clarkii*. *Herpetological Journal* 18:197–204
- Crombaghs, B., P. Lemmers, J. van Kemenade, R. Felix, F. Kusters, W. de Jong & S. Roovers (2017) 'Kat en muis-spel' met Californische kreeft Bestrijding van een zeer bedreigende invasieve soort. *Vakblad Natuur Bos Landschap* 142:18–21
- Czarnecki, M., W. Andrzejewski & J. Mastysiński (2003) The feeding selectivity of wels (*Silurus glanis* L.) in Lake Góreckie. *Archives of Polish Fisheries* 11:141–147
- Dana, E.D., J. García-de-Lomasa, R. González & F. Ortega (2011) Effectiveness of dam construction to contain the invasive crayfish *Procambarus clarkii* in a Mediterranean mountain stream. *Ecological Engineering* 37:1607–1613
- Davidson, E.W., J. Snyder, D. Lightner, G. Ruthig, J. Lucas & J. Gilley (2010) Exploration of potential microbial control agents for the invasive crayfish, *Orconectes virilis*. *Biocontrol Science and Technology* 20(3):297–310
- De Groot, A., I. Laros, F.G.W.A. Ottburg & I. Roessink (2014) Aquatische exoten vroeg detecteren via eDNA. Case study rivierkreeften. *Landschap* 2014(3):147–153
- De Hoop, L., H. Hollander, E. de Hullu, N. van Kessel, H.H. van Kleef, T.E.P.A. Lam, B. Odé, M. Schiphouwer, F. Spikmans & R.S.E.W. Leuven (2015) Een effectieve aanpak van invasieve exoten in Nederland: Inventarisatie van verbetervoorstellen voor juridische instrumenten op nationaal niveau. Nijmegen, Nederlands Expertise Centrum Exoten (NEC-E), Radboud Universiteit Stichting Bargerveen, Zoogdiervereniging, Natuurbalans – Limes Divergens, FLORON en RAVON, Nijmegen

-
- De Hoop, L., J.M.M. van der Loop, H.H. van Kleef, E. de Hullu & R.S.E.W. Leuven (2016) Maatregelen voor het elimineren en beheersen van invasieve exoten van EU-belang in Nederland. Verslagen Milieukunde 520. Radboud Universiteit & Stichting Bargerveen, Nijmegen
- Elliott, A. (2018) Storks (Ciconiidae). In: del Hoyo, J., A. Elliott, J. Sargatal, D.A. Christie & E. de Juana (eds.). Handbook of the Birds of the World Alive. Lynx Edicions, Barcelona
- Elvira, B., G.G. Nicola & A. Almodovar (1996) Pike and red swamp crayfish: a new case on predator-prey relationship between aliens in central Spain. *Journal of Fish Biology* 48:437–446
- Europees Parlement (2000) Richtlijn 2000/60/EG van het Europees Parlement en de Raad. Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen L327:1–71
- Europese Commissie (2014) Verordening (EU) Nr. 1143/2014 van het Europees Parlement en de Raad. Publicatieblad van de Europese Unie L317:35–55
- Europese Commissie (2016) Uitvoeringsverordening (EU) 2016/1141 van de Commissie. Publicatieblad van de Europese Unie L189:4–8
- Evans, N.T., B.P. Olds, M.A. Renshaw, C.R. Turner, Y. Li, C.L. Jerde, A.R. Mahon, M.E. Pfrender, G.A. Lamberti & D.M. Lodge (2016) Quantification of mesocosm fish and amphibian species diversity via environmental DNA metabarcoding. *Molecular Ecology Resources* 16:29–41
- Faria, M., D. Huertas, D.X. Soto, J.O. Grimalt, J. Catalan, M.C. Riva & C. Barat (2010) Contaminant accumulation and multi-biomarker responses in field collected zebra mussels (*Dreissena polymorpha*) and crayfish (*Procambarus clarkii*), to evaluate toxicological effects of industrial hazardous dumps in the Ebro river (NE Spain). *Chemosphere* 78:232–240
- Faulkes, Z. (2015) The global trade in crayfish as pets. *Crustacean Research* 44:75–92
- Figler, M.H., H.M. Cheverton & G.S. Blank (1999) Shelter competition in juvenile red swamp crayfish (*Procambarus clarkii*): the influences of sex differences, relative size, and prior residence. *Aquaculture* 178:63–75
- Filipová, L., F. Grandjean, C. Chucholl, D.M. Soes & A. Petrusek (2011) Identification of exotic North American crayfish in Europe by DNA barcoding. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* 401(11):1–14
- Freeman, M.A., J.F. Turnbull, W.E. Yeomans & C.W. Bean (2010) Prospects for management strategies of invasive crayfish populations with an emphasis on biological control. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 20:211–223
- Geelen, J.F.M. (1978) The distribution of the crayfishes *Orconectes limosus* (Rafinesque) and *Astacus astacus* (L.) (Crustacea, Decapoda) in the Netherlands. *Bijdragen tot de Faunistiek van Nederland V. Zoologische Bijdragen* 23:4–19



- Gendron, A.D., D.J. Marcogliese & M. Thomas (2012) Invasive species are less parasitized than native competitors, but for how long? The case of the round goby in the Great Lakes-St. Lawrence Basin. *Biological Invasions* 14:367–384
- Gherardi, F., B. Renai & C. Cozzi (2001) Crayfish predation on tadpoles: a comparison between a native (*Austropotamobius pallipes*) and an alien species (*Procambarus clarkii*). *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture* 361:659–668
- Gherardi, F. & W.H. Daniels (2004) Agonism and shelter competition between invasive and indigenous crayfish species. *Canadian Journal of Zoology* 82:1923–1932
- Gherardi, F. (2006) Crayfish invading Europe: the case study of *Procambarus clarkii*. *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology* 39(3):175–191
- Gherardi, F. & P. Acquistapace (2007). Invasive crayfish in Europe: the impact of *Procambarus clarkii* on the littoral community of a Mediterranean lake. *Freshwater Biology* 52:1249–1259
- Gherardi, F. & S. Barbaresi (2008) Feeding opportunism of the Red Swamp Crayfish, *Procambarus clarkii*, an invasive species. *Freshwater Crayfish* 16:77–85
- Gherardi, F. (2010) Invasive crayfish and freshwater fishes of the world. *Scientific and Technical Review of the Office International des Epizooties* 29(2):241–254
- Gherardi, F., L. Aquiloni, J. Diéguez-Urbeondo & E. Tricarico (2011) Managing invasive crayfish: is there a hope? *Aquatic Invasions* 73:185–200
- Gutekunst, J., R. Andriantsoa, C. Falckenhayn, K. Hann, W. Stein, J. Rasamy & F. Lyko (2018) Clonal genome evolution and rapid invasive spread of the marbled crayfish. *Nature Ecology & Evolution* 2:567–573
- Gylstra, R., T. du Bois, B. Koese, M. Soes (2016) Verspreiding van rivierkreeften en risico's voor baggeraanwas in het beheergebied van Waterschap Rivierenland. *H2O Online* 11 februari:1–5
- Hansen, G.J.A., C.L. Hein, B.M. Roth, M.J. Vander Zanden, J.W. Gaeta, A.W. Latzka & S.R. Carpenter (2013) Food web consequences of long-term invasive crayfish control. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 70:1109–1122
- Hanshew, B.A. & T.S. Garcia (2012) Invasion of the shelter snatchers: behavioural plasticity in invasive red swamp crayfish, *Procambarus clarkii*. *Freshwater Biology* 57:2285–2296
- Harper, D.M., A.C. Smart, S. Coley, S. Schmitz, A.C.G. de Beaugard, R. North, C. Adams, P. Obade & M. Kamau (2002) Distribution and abundance of the Louisiana red swamp crayfish *Procambarus clarkii* Girard at Lake Naivasha, Kenya between 1987 and 1999. *Hydrobiologia* 488(1-3):143–151

-
- Hein, C.L., M.J. Vander Zanden & J.J. Magnuson (2007) Intensive trapping and increased fish predation cause massive population decline of an invasive crayfish. *Freshwater Biology* 52:1134–1146
- Heinze, G. & M. Ploner (2016). logistf: Firth's Bias-Reduced Logistic Regression. R package version 1.22
- Heuts, P. & N. van der Wekken (2011) Monitoring Rivierkreeften door Muskrattenbestrijders. Rapport DM 361283. Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden, Houten
- Heuts, P. (2012) Onderzoek naar rivierkreeften in het beheergebied van het Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden Bundeling van onderzoeksresultaten 2006-2012. Rapport DM 513 502 VERSIE 1 Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden, Houten
- Hobbs, H.H. (1981) The crayfishes of Georgia. *Smithsonian Contributions to Zoology* number 318:1–549
- Holdich, D.M., R. Gydemo & W.D. Rogers (1999) A review of possible methods for controlling nuisance populations of alien crayfish. In: F. Gherardi & D.M. Holdich (Eds.), *Crayfish in Europe as alien species. How to make the best of a bad situation?* p. 245–270. A.A. Balkema, Rotterdam
- Holdich, D.M. (2011) GB Non-native organism risk assessment for *Procambarus* sp. www.nonnativespecies.org
- Ilhéu, M., P. Acquistapace, C. Benvenuto & F. Gherardi (2003) Shelter use of the Red-Swamp Crayfish (*Procambarus clarkii*) in dry-season stream pools. *Archiv für Hydrobiologie* 157(4):535–546
- Jackson, M.C., J. Grey, K. Miller, J.R. Britton & I. Donohue (2016) Dietary niche constriction when invaders meet natives: evidence from freshwater decapods. *Journal of Animal Ecology* 85:1098–1107
- Kerby, J.L., S.P.D. Riley, L.B. Kats & P. Wilson (2005) Barriers and flow as limiting factors in the spread of an invasive crayfish (*Procambarus clarkii*) in southern California streams. *Biological Conservation* 126:402–409
- Kiekhäfer, H. (2002) Mögliche Ursachen für den drastischen Rückgang des Kamberkrebsses (*Orconectes limosus*) in Rhein und seinen Nebenwassern nördlich von Karlsruhe. *Fischer & Teichwirt* 1:24–25
- Koese, B. (2011) De Geknobbelde Amerikaanse Rivierkreeft rond Kamerik en Kockengen in 2010. Rapport EIS2011-001. European Invertebrate Survey, Leiden
- Koese, B. & N. Evers (2011) A national inventory of invasive freshwater crayfish in the Netherlands in 2010. Rapport EIS2011-00#. European Invertebrate Survey, Leiden



- Koese, B., E. Raaphorst, P. Heuts & E. Kolff (2011) Gravende rivierkreeften: waar gaat het heen? *De Levende Natuur* 112(3):120–123
- Koese, B & M. Soes (2011) De Nederlandse rivierkreeften (Astacoidae & Parastacoidae). Nederlandse Faunistische mededelingen: Entomologische Tabellen 6, Nederlandse Entomologische Vereniging, NCB Naturalis & EIS-Nederland, Leiden
- Koese, B. & J. Vos (2013) Graafoactiviteiten van de rode Amerikaanse rivierkreeft (*Procambarus clarkii*). Overzicht van de omvang in het beheergebied van het Hoogheemraadschap van Delfland en het Hoogheemraadschap van Rijnland. European Invertebrate Survey, Leiden
- Lester, P.J. & M.A.M. Gruber (2016) Booms, busts and population collapses in invasive ants. *Biological Invasions* 18:3091–3101
- Leuven, R.S.E.W., G. van der Velde, I. Baijens, J. Snijders, C. van der Zwart, H.J.R. Lenders & A. bij de Vaate (2009) The river Rhine: a global highway for dispersal of aquatic invasive species. *Biological Invasions* 11(9):1989–2008
- Leuven, R.S.E.W. (2017) Over grenzen van soorten. Inaugurale rede. Radboud Universiteit, Nijmegen
- Llimona, F., J. del Hoyo & A. Bonan (2018) Grebes (Podicipedidae). In: del Hoyo, J., A. Elliott, J. Sargatal, D.A. Christie & E. de Juana (eds.). *Handbook of the Birds of the World Alive*. Lynx Edicions, Barcelona
- Martínez-Vilalta, A. & A. Motis (2018) Herons (Ardeidae). In: del Hoyo, J., A. Elliott, J. Sargatal, D.A. Christie & E. de Juana (eds.). *Handbook of the Birds of the World Alive*. Lynx Edicions, Barcelona
- Mastitsky S.E., A.Y. Karatayev, L.E. Burlakova & D.P. Molloy (2010) Parasites of exotic species in invaded areas: does lower diversity mean lower epizootic impact? *Diversity and Distributions* 16:798–803
- Minister van LNV (2008) Regeling van de Minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit van 19 september 2008, nr. TRCJZ/2007/3190, houdende samenvoeging en vereenvoudiging van diverse regelingen op het gebied van de visserij (Uitvoeringsregeling visserij). *Staatscourant* 2008(187):1–31
- Ministerie van LNV (2018) Regeling van de Minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit van 22 februari 2018, nr. WJZ/17141167, houdende wijziging van de Regeling natuurbescherming (aanwijzing van door de provincies te bestrijden invasieve uitheemse soorten). *Staatscourant* 13687:1–7
- Musseau, C., C. Boulenger, A.J. Crivelli, I. Lebel, M. Pascal, S. Bouletreau & F. Santoul (2015) Native European eels as a potential biological control for invasive crayfish. *Freshwater Biology* 60(4):636–645

-
- NDFF (2018) Nationale Databank Flora en Fauna. Opgeroepen van <https://ndff-ecogrid.nl/> op 13 februari 2018
- Nentwig, W., S. Bacher, S. Kumschick, P. Pyšek & M. Vila (2017) More than “100 worst” alien species in Europe. *Biological Invasions* 20(6):1611–1621
- Neveu, A. (2001) Les poissons carnassiers locaux peuvent-ils contenir l’expansion des écrevisses étrangères introduites? Efficacité de 3 espèces de poissons face à 2 espèces d’écrevisses dans des conditions expérimentales. *Bulletin Français de la Pêche et de la Pisciculture* 361:683–704
- NNSS (2011a) GB Non-native organism risk assessment for *Orconectes limosus*. GB Non-native Species Secretariat, York
- NNSS (2011b) GB Non-native organism risk assessment for *Eriocheir sinensis*. GB Non-native Species Secretariat, York
- NNSS (2011c) GB Non-native organism risk assessment for *Pacifastacus leniusculus*. GB Non-native Species Secretariat, York
- NNSS (2011d) GB Non-native organism risk assessment for *Procambarus clarkii*. GB Non-native Species Secretariat, York
- Nunes, A.L., A.C. Hoffman, T.A. Zengeya, G.J. Measey & O.L.F. Weyl (2017) Red swamp crayfish, *Procambarus clarkii*, found in South Africa 22 years after attempted eradication. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 27:1334–1340
- Olsson, K., P. Stenroth, P. Nyström & W. Granéli (2009) Invasions and niche width: does niche width of an introduced crayfish differ from a native crayfish? *Freshwater Biology* 54:1731–1740
- Orta, J. (2018) Cormorants (Phalacrocoracidae). In: del Hoyo, J., A. Elliott, J. Sargatal, D.A. Christie & E. de Juana (eds.). *Handbook of the Birds of the World Alive*. Lynx Edicions, Barcelona
- Ostendorf, J. & J. Vos (2010) Rivierkreeften vallen per 1 juli onder de Visserijwet, uitzetten is dan verboden. *H2O* 9:5
- Ottburg, F.G.W.A. & I. Roessink (2012) Europese rivierkreeften in Nederland Vaststellen, veiligstellen, versterken en veilige leefgebieden. *Alterra-rapport 2341*, Wageningen
- Peay, S. (2001) Eradication of alien crayfish populations. R&D Technical Report W1-037/TR1. Environment Agency, Bristol
- Peay, S. (2009) Invasive non-indigenous crayfish species in Europe: Recommendations on managing them. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* 03:394–395



- Penn, G.H. (1956) The Genus *Procambarus* in Louisiana (Decapoda, Astacidae). The American Midland Naturalist 56(2):406–422
- Piñol, J., M.A Senar & W.O.C. Symondson (2018) The choice of universal primers and the characteristics of the species mixture determines when DNA metabarcoding can be quantitative. Molecular Ecology <https://doi.org/10.1111/mec.14776>
- QGIS Development Team, 2009. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation. URL <http://qgis.osgeo.org>
- R Core Team (2016). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>
- Rach, J.J. & T.D. Bills (1989) Crayfish control with traps and largemouth bass. Progressive Fish-Culturist 51:157–160
- Rice, C.R., E.R. Larson & C.A. Taylor (2018) Environmental DNA detects a rare large river crayfish but with little relation to local abundance. Freshwater Biology 63:443–455
- RIVM & RIKILT (2012) Risk Assessment on Dioxins and Dioxin-like PCBs in Chinese Mitten Crab. Technical report, Project number: V/320110/12/AA and V/320800/12/AA
- Robinson, C.V., T.M.U. Webster, J. Cable, J. James, S. Consuegra (2018) Simultaneous detection of invasive signal crayfish, endangered whiteclawed crayfish and the crayfish plague pathogen using environmental DNA. Biological Conservation 222:241–252
- Rodríguez, C.F., E. Bécares & M. Fernández-Aláez (2003) Shift from clear to turbid phase in Lake Chozas (NW Spain) due to the introduction of American red swamp crayfish (*Procambarus clarkii*) Hydrobiologia 506(1-3):421–426
- Rodríguez, C.F., E. Bécares, M. Fernández-Aláez & C. Fernández-Aláez (2005) Loss of diversity and degradation of wetlands as a result of introducing exotic crayfish. Biological Invasions 7:75–85
- Rodriguez, L.F. (2006) Can invasive species facilitate native species? Evidence of how, when, and why these impacts occur. Biological Invasions 8:927–939
- Roessink, I., S. Hudina & F.G.W.A. Ottburg (2009) Literatuurstudie naar de biologie, impact en mogelijke bestrijding van twee invasieve soorten: de rode Amerikaanse rivierkreeft (*Procambarus clarkii*) en de geknobbelde Amerikaanse rivierkreeft (*Orconectes virilis*). Alterra-rapport 1923, Wageningen
- Roeissink, I., J. van Giels, A. Boerkamp & F.G.W.A. Ottburg (2010) Invloed van de invasieve rode Amerikaanse rivierkreeft (*Procambarus clarkii*) en de geknobbelde Amerikaanse rivierkreeft (*Orconectes virilis*) op waterplanten en waterkwaliteit. Alterra-rapport 2052, Wageningen
- Roessink, I. & F.G.W.A. Ottburg (2012) Europese rivierkreeft in Nederland: kansen in Kerkrade. Alterra-rapport 2372, Wageningen

-
- Roessink, I., R. Gylstra, P.G.M. Heuts, B. Specken & F.G.W.A. Ottburg (2017) Impact of invasive crayfish on water quality and aquatic macrophytes in the Netherlands. *Aquatic Invasions* 12(3):397–404
- Rogers, D. & E. Watson (2013) GB Non-native Organism Risk Assessment for *Orconectes virilis*. www.nonnativespecies.org
- Sandodden, R. & S.I. Johnsen (2010) Eradication of introduced signal crayfish *Pasifastacus leniusculus* using the pharmaceutical BETAMAX VET®. *Aquatic Invasions* 5(1):75–81
- Scheffer, M., S. Carpenter, J.A. Foley, C. Folke & B. Walker (2001) Catastrophic shifts in ecosystems. *Nature* 413:591–596
- Soes, M. & R. van Eekelen (2006) Rivierkreeften, een oprukkend probleem? *De Levende Natuur* 107(2):56–59
- Soes, D.M. & B. Koese (2010) Invasive freshwater crayfish in the Netherlands: a preliminary risk analysis. Rapportnummer EIS 2010-01. Stichting European Invertebrate Survey Nederland (EIS), Leiden en Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Soes, D.M. & D. Beuker (2015) Verspreidingsonderzoek rivierkreeften Waterschap Rivierenland 2014. Rapportnummer 15-080. Bureau Waardenburg, Culemborg
- Soes, D.M. & J.H. Bergsma (2016) Verkennend onderzoek graafschade rivierkreeften Waterschap Rivierenland. Rapportnummer 16-084. Bureau Waardenburg, Culemborg
- Soes, D.M. (2016) Onderzoek marmerkreeft in Middelburg. Rapportnummer 16-250. Bureau Waardenburg, Culemborg
- Soes, D.M. (2017) Monitoring verspreiding rivierkreeften Waterschap Rivierenland 2017. Rapportnummer 17-234. Bureau Waardenburg, Culemborg
- Söderbäck, B. (1994) Interactions among juveniles of two freshwater crayfish species and a predatory fish. *Oecologia* 100:229–235
- Souty-Grossetta, C., P.M. Anastáciob, L. Aquilonic, F. Banhab, J. Choquera, C. Chucholld & E. Tricarico (2016). The red swamp crayfish *Procambarus clarkii* in Europe: Impacts on aquatic ecosystems and human well-being. *Limnologica* 58:78–93
- Staatssecretaris van EZ (2016) Regeling van de Staatssecretaris van Economische Zaken van 5 oktober 2016, nr. WJZ/16091743, houdende vrijstelling van artikel 2, eerste en tweede lid, van het Besluit uitvoering Europese exotenverordening (Vrijstellingsregeling bevissing Chinese wolhandkrab en uitheemse rivierkreeften). *Staatscourant* 53909:1–7
- Stebbing, P.D., M. Longshaw, N. Taylor, R. Norman, R. Lintott, F. Pearce & A. Scott (2012) Review of methods for the control of invasive crayfish in Great Britain. Final Report C5471, Cefas, Weymouth



- Stucki, T.P. & J. Romer (2001) Will *Astacus leptodactylus* displace *Astacus astacus* and *Austropotamobius torrentium* in Lake Ägeri, Switzerland? *Aquatic Sciences* 63:477–489
- Suárez-Serrano, A., C. Alcaraz, C. Ibáñez, R. Trobajo, C. Barata (2009) *Procambarus clarkii* as a bioindicator of heavy metal pollution sources in the lower Ebro River and Delta. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 73:280–286
- Tilmans, M., A. Mrugała, J. Svoboda, M.Y. Engelsma, M. Petie, D.M. Soes, S. Nutbeam-Tuffs, B. Oidtmann, I. Roessink & A. Petrusek (2014) Survey of the crayfish plague pathogen presence in the Netherlands reveals a new *Aphanomyces astaci* carrier. *Journal of Invertebrate Pathology* 120:74–79
- Torchin, M.E., K.D. Lafferty, A.P. Dobson, V.J. McKenzie & A.M. Kuris (2003). Introduced species and their missing parasites. *Nature* 421:628–630
- Unie van Waterschappen (2017) Landelijk Jaarverslag muskusratten en beverratten 2016. Unie van Waterschappen, Den Haag
- Vaeßen, S. & H. Hollert (2015) Impacts of the North American signal crayfish (*Pacifastacus leniusculus*) on European ecosystems. *Environmental Sciences Europe* 27(33):1–6
- Van den Thillart, G., S. Dufour & J.C. Rankin (2009) Spawning migration of the European eel reproduction index, a useful tool for conservation management. *Fish & Fisheries Series* Volume 30. Springer, New York
- Van der Lee, A. (2018) Worteltjes en kreeft. Opgeroepen van <https://www.vogelbescherming.nl/beleefdelente/blog/lezen/worteltjes-en-kreeft>. Laatst bezocht op 24 juni 2018
- Van der Meulen, M., J. Vos, W. Verweij & M. Kraak (2009) Effecten van exotische rivierkreeften op de KRW-maatlatscores. *H2O* 14/15:41–43
- Van der Putten, A.J.W. & A. Wielinga (2015) KRW-Rivierenlandplan 2 2016-2021. Waterschap Rivierenland, Tiel
- Van der Wal, J.E.M., M. Dorenbosch, A.K. Immers, C.V. Forteza, J.J.M. Geurts, E.T.H.M. Peeters, B. Koese & E.S. Bakker (2013). Invasive crayfish threaten the development of submerged macrophytes in lake restoration. *PLoS ONE* 8(10):e78579
- Van Dobben, H., J. Lamsma & H. Kampf (2017). Is de rode Amerikaanse rivierkreeft een ernstige bedreiging voor het veenweidegebied? *De Levende Natuur* 118(4):154–158
- Van Emmerik, W.A.M. (2009) Kennisdocument Europese meerval, *Silurus glanis* (Linnaeus, 1758). Kennisdocument 29. Sportvisserij Nederland, Bilthoven
- Van Emmerik, W.A.M. (2010) Oriënterend onderzoek exotische rivierkreeften stadswateren Gouda. Rapport AVE2009005. Sportvisserij Nederland, Bilthoven

-
- Van Kessel, N., J. Kranenbarg, M. Dorenbosch, A. de Bruin, L.A.J. Nagelkerke, G. van der Velde & R.S.E.W. Leuven (2013) Mitigatie van effecten van uitheemse grondels: Kansen voor natuurvriendelijke oevers en uitgekiende kunstwerken. Verslagen Milieukunde nr. 436. Natuurbalans - Limes Divergens, RAVON, Radboud Universiteit Nijmegen - Instituut voor Water en Wetland Research, Nijmegen en Wageningen Universiteit - Leerstoelgroep Aquacultuur en Visserij, Wageningen
- Van Kleef, H.H., J.M.M. van der Loop, B.J.M. Nyssen & E. Brouwer (2016) Systeemgericht beheer als duurzame oplossing tegen invasieve exoten. *De Levende Natuur* 11:251–255
- Van Leeuwen, S.P.J., M.J.J. Kotterman, M.K. van de Lee & L.A.P. Hoogenboom (2013) Dioxines en PCB's in Chinese Wolhandkrab. Wageningen, RIKILT Wageningen UR. RIKILT-rapport 2013.005
- Van Loon, E., D. Bos, C. van Hellenberg Hubar & R. Ydenberg (2016) A historical perspective on the effects of trapping and controlling the muskrat (*Ondatra zibethicus*) in the Netherlands. *Pest Management Science* 72(2):305–312
- Van Tilburg, M. (2010) Het ontwikkelen van een nieuwe vangstmethode en vergelijken van verschillende vangstmethoden voor de rivierkreeft. BSc Stagerapport in samenwerking met ATKB. Hogeschool Zeeland, Vlissingen
- Vejřík, L., I. Vejříková, P. Blabolil, A.P. Eloranta, L. Kočvara, J. Peterka, Z. Sajdlová, S.H.T. Chung, M. Šmejkal, M. Kiljunen & M. Čech (2017) European catfish (*Silurus glanis*) as a freshwater apex predator drives ecosystem via its diet adaptability. *Scientific Reports* 7:15970
- Všetičková, L., L. Mikl, Z. Adámek, V. Prášek, K. Roche & P. Jurajda (2018) The diet of reservoir perch before, during and after establishment of non-native tubenose goby. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* 419(4):1–8
- Waarneming.nl (2018) Statistieken (NL). Opgeroepen van <https://waarneming.nl/statistiek.php> op 5 maart 2018
- Wang, W., W. Gu, Z. Ding, Y. Ren, J. Chen, Y. Hou (2005) A novel Spiroplasma pathogen causing systemic infection in the crayfish *Procambarus clarkii* (Crustacea: Decapod), in China. *FEMS Microbiology Letters* 249:131–137
- Welch, S.M. & A.G. Eversole (2006) Comparison of two burrowing crayfish trapping methods. *Southeastern Naturalist* 5(1):27–30
- Willemse, M. (2018) Straffen voor vangst giftige wolhandkrab. *Algemeen Dagblad* 14-03-2018: <https://www.ad.nl/amersfoort/straffen-voor-vangst-giftige-wolhandkrab~a025360d/>



BIJLAGE 1 VRAGENLIJST INVENTARISATIE KREEFTENPROBLEMATIEK WATERSCHAPPEN

Het doel van dit interview is om een overzicht te krijgen van de actuele situatie van de kreeftenproblematiek bij alle 21 waterschappen in Nederland (zie figuur hieronder) en relevante ervaringen voor het ontwikkelen van handelingsperspectieven. Door het bundelen van kennis en ervaringen over risico's van kreeften en handelingsperspectieven kan een waterschap snel handelen bij signaleringen van invasieve kreeften in hun beheergebied.

1. Algemene informatie

1. Wat is uw naam?
2. Voor welk waterschap bent u werkzaam?
3. Wat is uw functie bij dit waterschap?
4. Zijn uitheemse kreeftensoorten waargenomen in het beheergebied van uw waterschap?
 - Zo ja, welke soorten zijn dit?
 - Sinds welk jaar is het voorkomen in uw beheergebied van deze soort(en) bekend?

2. Schade

1. Bent u bekend met schade, veroorzaakt door rivierkreeften in uw beheergebied?
 - i. Zo ja, door welke soorten wordt deze schade veroorzaakt?
 - ii. Zo ja, van welke aard is deze schade (ecologisch en/of visserij en/of schade aan waterkeringen, oevers, dijken)?
 - iii. Zo ja, kunt u dit specificeren?
2. Leidt eventuele schade door kreeften tot meer inzet van meer menskracht van het waterschap?
 - i. Zo ja, welk type werkzaamheden (kreeftenbestrijders, baggerwerkzaamheden, oever/dijkherstel)?
3. Kunt u een inschatting maken wat de extra kosten op jaarbasis zijn voor het waterschap als gevolg van rivierkreeftenschade?

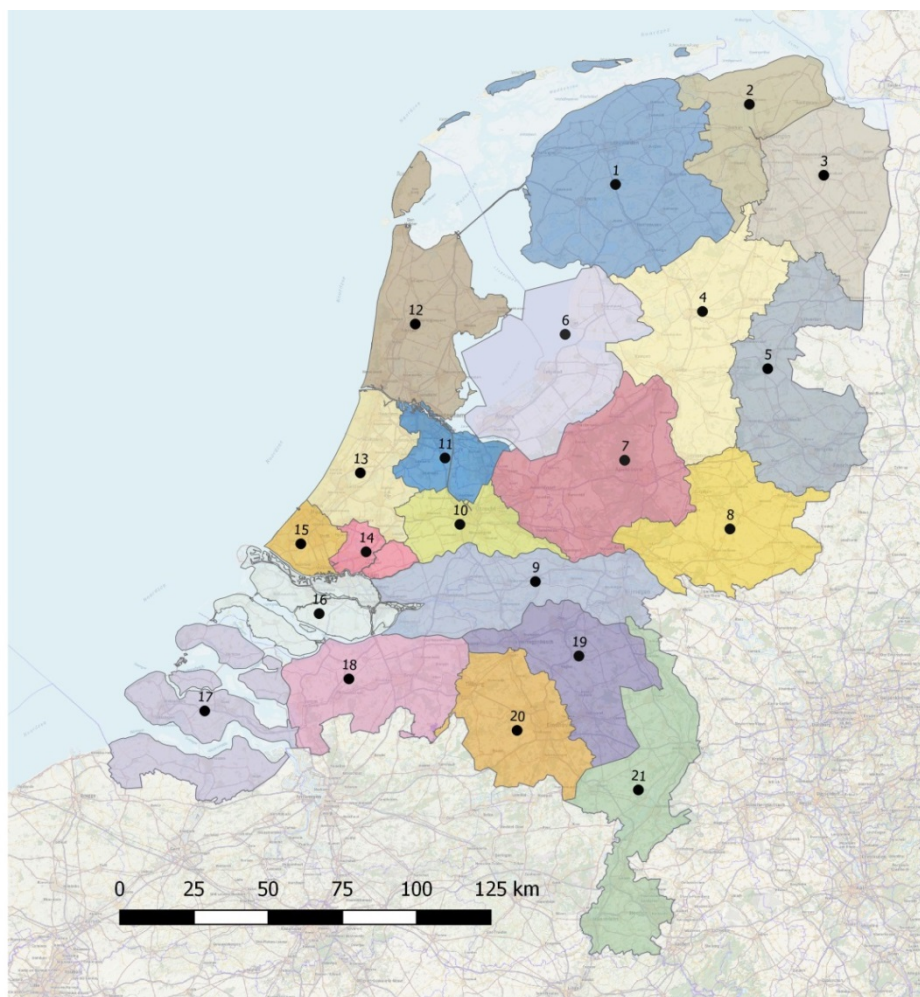
3. Maatregelen

1. Doet uw waterschap aan kreeftenbestrijding of systeemgerichte maatregelen om ongewenste effecten van invasieve kreeften te verminderen?
2. Heeft uw waterschap informatie over veranderingen in de omvang van de kreeftenproblematiek in Nederland?
3. Zijn er effectieve maatregelen en/of handelingsperspectieven voor waterschappen ter bestrijding of voorkoming van de kreeftenproblematiek bij u bekend?
 - i. Zo ja, kunt u die noemen?
 - ii. Zo nee, denk u dat hier behoefte aan is?

Legenda

Waterschappen NL

- 1. Fryslan
- 2. Noorderzijlvest
- 3. Hunze en Aa's
- 4. Drents Overijsselse Delta
- 5. Vechtstromen
- 6. Zuiderzeeland
- 7. Vallei en Veluwe
- 8. Rijn en IJssel
- 9. Rivierenland
- 10. Stichtse Rijnlanden
- 11. Amstel Gooi en Vecht
- 12. Hollands Noorderkwartier
- 13. Rijnland
- 14. Schieland, Krimpenerwaard
- 15. Delfland
- 16. Hollandse Delta
- 17. Scheldestromen
- 18. Brabantse Delta
- 19. Aa en Maas
- 20. De Dommel
- 21. Limburg



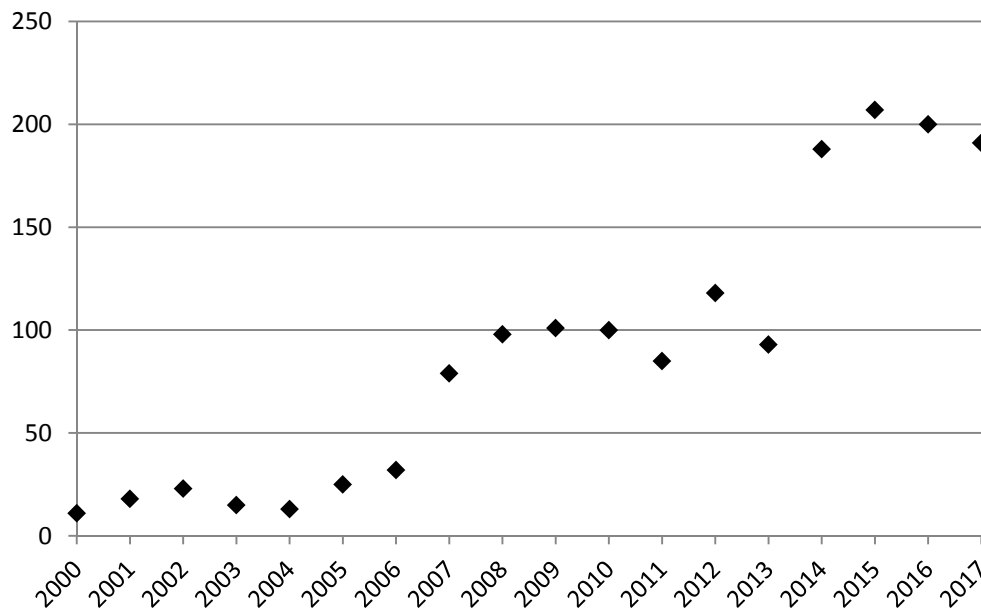


BIJLAGE 2 RESULTATEN META-ANALYSE DREMPELWAARDE-DICHTEID KREEFTEN

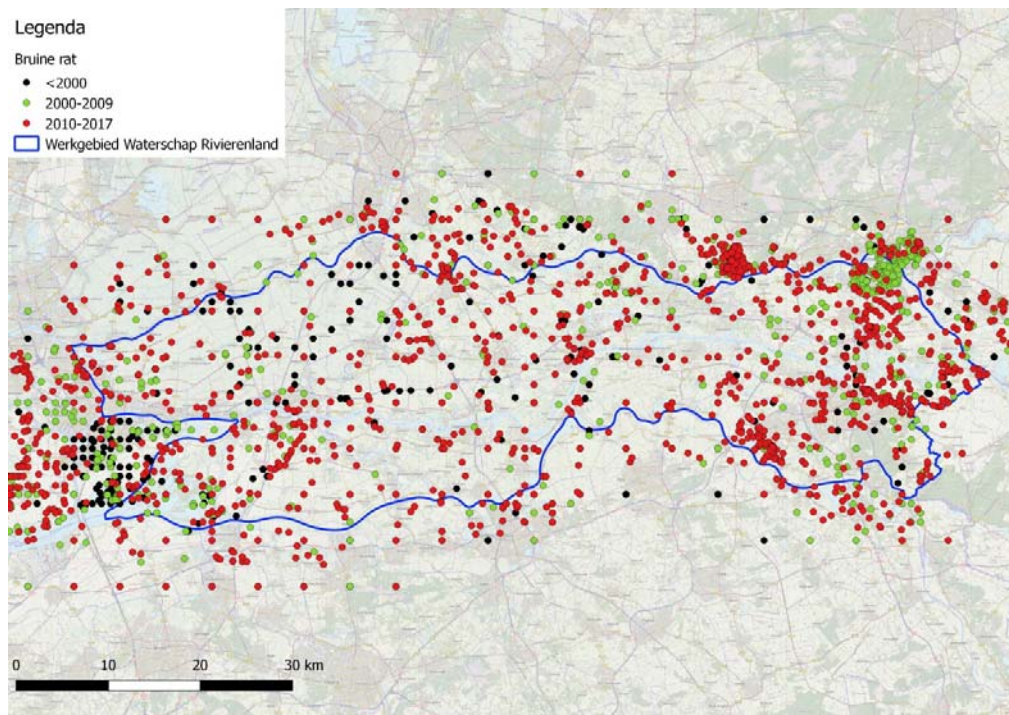
In onderstaande tabel zijn de resultaten van de meta-analyse naar het vaststellen van een drempelwaarde-dichtheid weergegeven op basis van de resultaten uit tien studies. Het effect is gesteld op 'significant' wanneer er in één of meerdere risico-categorieën (effect op: waterplanten, macrofauna, waterkwaliteit) een effect is vastgesteld. In geen van de studies is een effect op de waterhuishouding en/of waterveiligheid bij een bepaalde dichtheid kreeften vastgesteld.

Soort	Wetenschappelijke naam	Dichtheid (n/m ²)	Type water	Effect	Land	Referentie
Geknobbelde Amerikaanse rivierkreeft	<i>Orconectes virilis</i>	0,63	geïsoleerd	geen	Nederland	Roessink et al. 2017
geknoobde Amerikaanse rivierkreeft	<i>Orconectes virilis</i>	1,25	geïsoleerd	significant	Nederland	Roessink et al. 2017
Californische rivierkreeft	<i>Pacifastacus leniusculus</i>	1,7	geïsoleerd	significant	Italië	Crombaghs et al. 2017
Rode Amerikaanse rivierkreeft	<i>Procambarus clarkii</i>	0	geïsoleerd	geen	Italië	Gherardi & Acquistapace 2007
rode Amerikaanse rivierkreeft	<i>Procambarus clarkii</i>	0	geïsoleerd	geen	Duitsland	Choucoll 2013b
Rode Amerikaanse rivierkreeft	<i>Procambarus clarkii</i>	0	geïsoleerd	geen	Portugal	Banha & Anastácio 2011
Rode Amerikaanse rivierkreeft	<i>Procambarus clarkii</i>	0,9	geïsoleerd	significant	Portugal	Carvalho et al. 2016
Rode Amerikaanse rivierkreeft	<i>Procambarus clarkii</i>	1	geïsoleerd	significant	Nederland	Rodriguez et al. 2003
Rode Amerikaanse rivierkreeft	<i>Procambarus clarkii</i>	1	geïsoleerd	significant	Portugal	Banha & Anastácio 2011
Rode Amerikaanse rivierkreeft	<i>Procambarus clarkii</i>	2	geïsoleerd	significant	Portugal	Banha & Anastácio 2011
Rode Amerikaanse rivierkreeft	<i>Procambarus clarkii</i>	2,5	geïsoleerd	significant	Nederland	Rodriguez et al. 2003
Rode Amerikaanse rivierkreeft	<i>Procambarus clarkii</i>	2,5	geïsoleerd	significant	Duitsland	Choucoll 2013b
Rode Amerikaanse rivierkreeft	<i>Procambarus clarkii</i>	3	geïsoleerd	significant	Portugal	Banha & Anastácio 2011
Rode Amerikaanse rivierkreeft	<i>Procambarus clarkii</i>	4	geïsoleerd	significant	Spanje	Gherardi & Acquistapace 2007
Rode Amerikaanse rivierkreeft	<i>Procambarus clarkii</i>	4	geïsoleerd	significant	Nederland	Van der Wal et al. 2013
Rode Amerikaanse rivierkreeft	<i>Procambarus clarkii</i>	4	geïsoleerd	significant	Portugal	Banha & Anastácio 2011
Rode Amerikaanse rivierkreeft	<i>Procambarus clarkii</i>	5	geïsoleerd	significant	Duitsland	Choucoll 2013b
Rode Amerikaanse rivierkreeft	<i>Procambarus clarkii</i>	8	geïsoleerd	significant	Spanje	Gherardi & Acquistapace 2007
Rode Amerikaanse rivierkreeft	<i>Procambarus clarkii</i>	12,7	geïsoleerd	significant	Kenya	Jackson et al. 2016
Rode Amerikaanse rivierkreeft	<i>Procambarus clarkii</i>	NA	aaneengesloten	significant	Nederland	Van Dobben et al. 2017

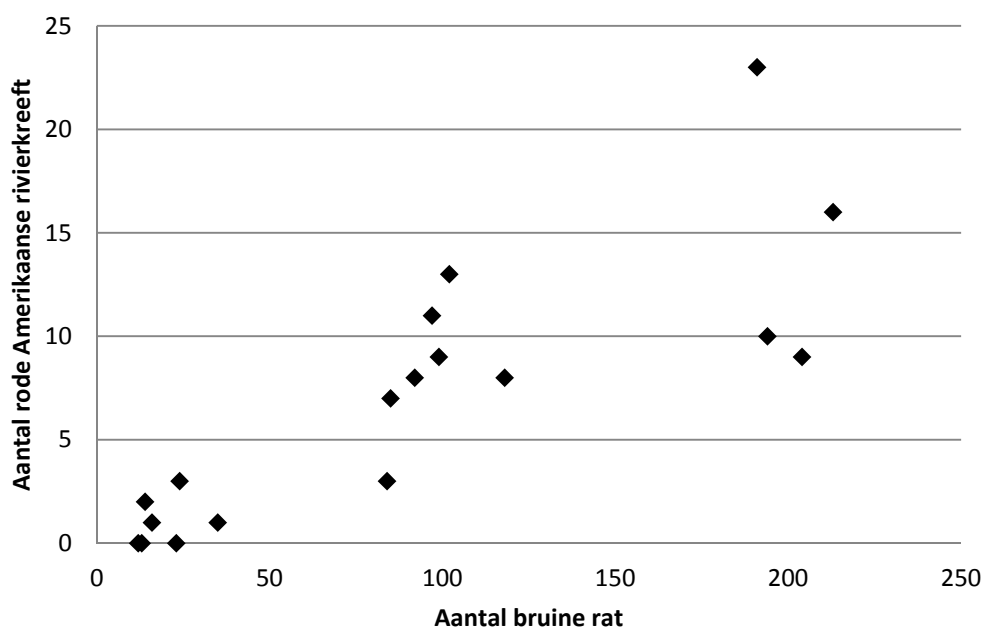
BIJLAGE 3 TREND EN VERSPREIDING VAN BRUINE RAT EN CORRELATIES



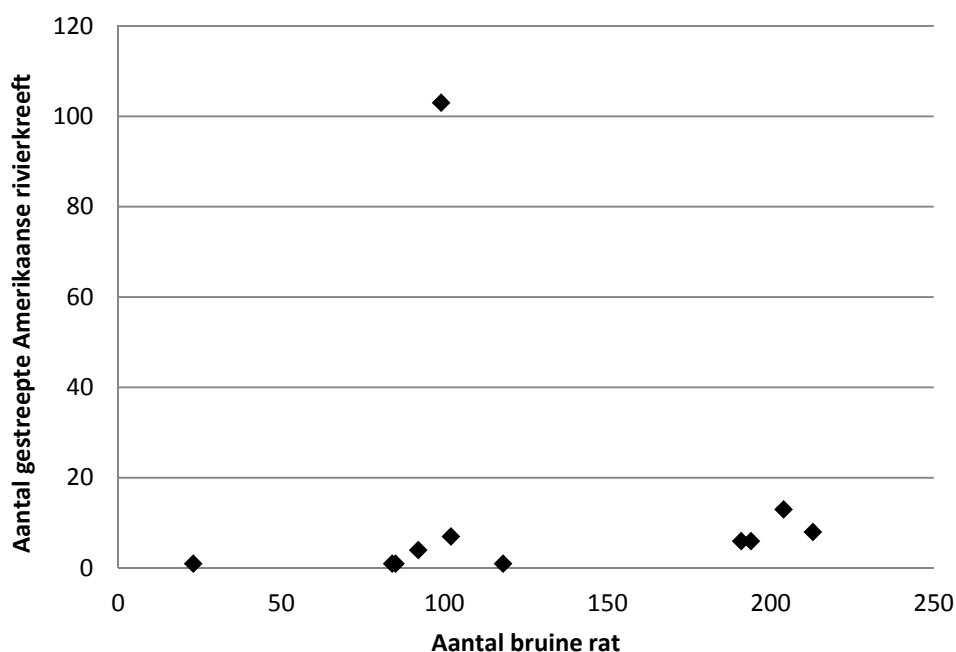
Figuur B1.1. Aantal waarnemingen van de bruine rat (*Rattus norvegicus*) in het beheergebied van waterschap Rivierenland per jaar (NDFP 2018). Het aantal meldingen van bruine rat in het beheergebied van waterschap Rivierenland sinds het jaar 2000 significant toegenomen (Kendal tau 0,749; $z = 4,266$ $p < 0,001$).



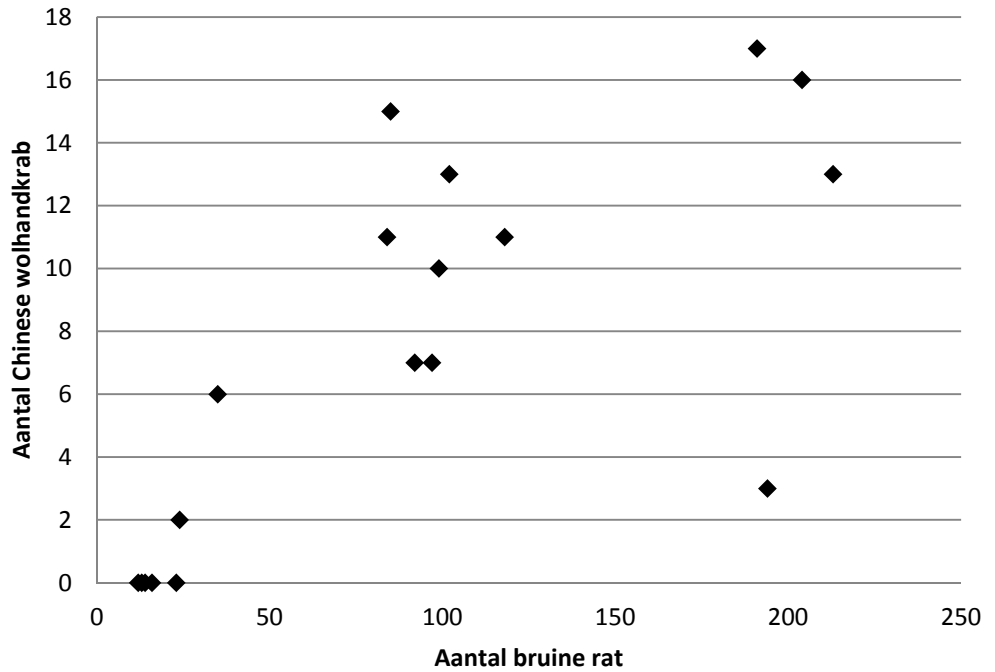
Figuur B1.2. Verspreiding van de bruine rat (*Rattus norvegicus*) in het beheergebied van waterschap Rivierenland (NDFP 2018).



Figuur B1.3. Het aantal jaarlijkse waarnemingen van de bruine rat is significant gecorreleerd aan het aantal waarnemingen van rode Amerikaanse rivierkreeft in het beheergebied van Waterschap Rivierenland per jaar (Kendal tau 0,749; $z = 4,266$; $p < 0.001$).



Figuur B1.4. Het aantal jaarlijkse waarnemingen van de bruine rat is significant gecorreleerd aan het aantal waarnemingen van gestreepte Amerikaanse rivierkreeft in het beheergebied van Waterschap Rivierenland (Kendal tau 0,658; $z = 3,589$; $p < 0.001$).



Figuur B1.5. Het aantal jaarlijkse waarnemingen van de bruine rat is significant gecorreleerd aan het aantal waarnemingen van Chinese wolhandkrab in het beheergebied van waterschap Rivierenland per jaar (NDFP 2018) ($p < 0,001$ Kendal tau 0.656 $z = 3,689$; $p < 0.001$).



BIJLAGE 4 RESPONS WATERSCHAPPEN OP VRAGENLIJST

↓ Vraag	Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden	Waterschap Hollandse Delta	Hoogheemraadschap van Delfland	Hoogheemraadschap van Rijnland	Wetterskip Fryslân	Waterschap Vallei en Veluwe	Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier	Waterschap Aa en Maas	Waterschap Amstel, Gooi en Vecht	Waterschap Rivierenland	Waterschap Hunze en Aa's
Functietitel respondent	Ecoloog bij de afdeling Waterbeheer/lid interne werkgroep plaagsorten	Adviseur waterkwaliteit	Beleidsmedewerker watersysteem-kwaliteit	Adviseur waterkwaliteit en ecologie	Senior Adviseur Monitoring Waterkwaliteit en Ecologie	Beleidsmedewerker ecologie	Ecoloog	Ecoloog	Ecoloog	Vakspecialist watersystemen bij de afdeling Beheer en Onderhoud	Aquatisch ecoloog
Uitheimse kreeftensoorten in beheergebied? Zo ja, welke soorten?	rode, geknobbelde en gevlekte Amerikaanse rivierkreeften. Ook nog (in zeer beperkte mate) Californische en Turkse rivierkreeft en marmerkreeft	gekleurde rivierkreeft, Rode rivierkreeft en niet nader gedetermineerde rivier kreeften	Ja, Rode en gevlekte, 1 waarneming paar jaar terug van een gestreepte, en in het verleden ook Turkse	Ja, rode Amerikaanse rivierkreeft, geknobbelde Amerikaanse rivierkreeft en gevlekte Amerikaanse rivierkreeft	Ja, gevlekte Amerikaanse rivierkreeft, gestreepte Amerikaanse rivierkreeft. In 2017 eerste melding van Rode Amerikaanse Rivierkreeft	Ja, de rode Amerikaanse rivierkreeft, gevlekte Amerikaanse rivierkreeft en geknobbelde Amerikaanse rivierkreeft (bron: NDFP)	Ja, geknobbelde Amerikaanse rivierkreeft, gevlekte Amerikaanse rivierkreeft en rode Amerikaanse rivierkreeft.	Ja, gevlekte, gestreepte en rode Amerikaanse rivierkreeft	Ja, Rode en een enkele geknobbelde of gevlekte	Ja, Rode, Gestreepte, gevlekte	Voornamelijk de Gevlekte Amerikaanse Rivierkreeft
Uit welk jaar dateert de eerste waarneming?	2006	1997	Rode 1985, Gevlekte 1987, Gestreepte 1x in 2009, Turkse 1982 tot 1989	2004, mogelijk eerder	2005 Gevlekte en gestreepte Amerikaanse Rivierkreeft 2017 Rode Amerikaanse rivierkreeft	1984 Gevlekte Amerikaanse rivierkreeft, 2007 rode Amerikaanse rivierkreeft, 2015 geknobbelde Amerikaanse rivierkreeft (bron: NDFP)	1987 (gekleurde Amerikaanse rivierkreeft) 2008 (overige twee)	1982 Rode Amerikaanse 1989 Gevlekte Amerikaanse	2003 of eerder	2014?	2004
Bent u bekend met schade veroorzaakt door kreeften in uw beheergebied?	Ja	Nee	Ja	Ja	Nee	Nee	Nee, de rivierkreeften zijn bij ons in (nog) lage aantallen en hebben tot nu toe niet tot grote schade geleid	Ja	Ja	Ja	Mogelijk
Zo ja, door welke soorten?	Met name de rode en geknobbelde Amerikaanse rivierkreeften lijken overlast te veroorzaken.	N.v.t.	Rode Amerikaanse rivierkreeft	rode Amerikaanse rivierkreeft, deze veroorzaakt waarschijnlijk de schade	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	Rode Amerikaanse	Vooral de rode Amerikaanse rivierkreeft	Dat is niet duidelijk. Er is een verspreidingsonderzoek uitgevoerd, waarbij ook graafactiviteiten in beeld gebracht zijn.	De Gevlekte Amerikaanse Rivierkreeft komt in geringe dichtheden voor op dit moment en veroorzaakt nog geen grootschalige overlast. De soort breidt zich wel uit dus toekomst is niet uit te sluiten.
Zo ja, van welke aard is de schade?	Met name ecologisch (verdwijnen van waterplantenvegetaties) en oevertechnisch (wegzakken oeverwal) (overlast)	N.v.t.	Graafgangen in oevers en kaden, vermoeden tot ecologische schade, vermoeden extra baggeraanwas	In ieder geval graafschade in de oevers.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	Holleltes in de oevers	Wordt verdacht ecologisch herstel te belemmeren	Graafactiviteiten	N.v.t.
Zo ja, kunt u dit specificeren?	De rode Amerikaanse	N.v.t.	Er zijn op	Ecologische schade is	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	Ik heb navraag gedaan	Er is een trits	Schade aan	N.v.t.

	rivierkreeft zorgt voornamelijk voor het verdwijnen van waterplanten en het graven van holen. De geknobbelde Am. Rivierkreeft zorgt voor dezelfde problemen maar in mindere mate. De gevlekte Am rivierkreeft komt in het hele gebied voor maar in lage aantallen en heeft niet voor problemen gezorgd (tot nu toe)		verschillende locaties gangenstelsels en bijbehorende oeververzakkingen geconstateerd. Die grond gaat ergens heen, dus de watergang in, maar dit is nooit specifiek onderzocht bij ons. Dichtheden zijn zo hoog dat ecologische schade onvermijdbaar lijkt, maar dit is nooit gekwantificeerd.	niet eenduidig, in sommige polders (veenpolders) weinig doorzicht, weinig begroeiing en veel karper en kreeft. In andere polders (kleipolders) veel kreeft en veel waterplanten. Ecologisch slechte kwaliteit kan een oorzaak zijn voor de massale vestiging van kreeften of een gevolg, dat weten we niet.				bij beheerders ivm zand dat in de waterloop komt, zij ervaren dit niet als een probleem dat hierdoor extra gebaggerd moet worden. Tot op heden nog geen verzakkingen opgetreden.	onderzoeken gedaan met koopproeven, waaruit dit min of meer blijkt	ecosysteem is moeilijk/niet meetbaar in het veld	
Leidt eventuele schade door kreeften tot meer inzet van mankracht van het waterschap?	Dat hebben we niet inzichtelijk. Mogelijk in beperkte mate.	Nee	Ja	Nee, tot dusver niet. Baggeraanwas hebben wij niet gekoppeld aan de aanwezigheid van kreeften. Oeverherstel of dijkherstel vanwege kreeftenschade is bij ons niet aan de orde. Particulieren geven aan dat zij gaten in gazons herstellen	Nee, we hebben nog geen 'geconstateerde' schade van rivierkreeften	Nee	Nee	Nee	Nog niet	Waarschijnlijk wel, maar niet hard te maken	Op dit moment nog niet
Zo ja, welk type werkzaamheden (kreeftenbestrijders, baggerwerkzaamheden, oever/dijkherstel)?	N.v.t.	N.v.t.	Incidenteel moet graafschade hersteld worden, maar meestal zijn de problemen bij particuliere eigenaren.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	Onduidelijk	N.v.t.
Kunt u een inschatting maken wat de extra kosten op jaarbasis zijn voor het waterschap als gevolg van rivierkreeftenschade?	Dat hebben we niet inzichtelijk	Wij maken geen extra kosten	Dit wordt (voor zover ik weet) niet specifiek apart bijgehouden voor kreeftenschade	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	N.v.t.	Nee, want we doen nog niets aan schadeherstel of onbewust niet wetende dat het van kreeften afkomstig is.	Nee, hoe breng je ecologie op kosten?	Nee	N.v.t.
Doet uw waterschap aan kreeftenbestrijding?	In het verleden (2012) hebben we onderzoek laten uitvoeren naar de effecten en bestrijdingsmogelijkheden van kreeften. Momenteel volgen wij met belangstelling de landelijke ontwikkelingen en het experiment bij	Nee	Nee, nog niet.	Nee, tot enige weken geleden was ons standpunt dat kreeften niet te bestrijden of te beheersen zijn.	Nee, wel aan kreeftenmonitoring. De muskenrattenbestrijders brengen tijdens voor- en najaar migratie van muskusratten de rivierkreeften op naam in het veld sinds 2017	Nee	Nee	Nee	Nee	Nee	Geen actieve bestrijding



	Waternet in de Molenpolder.										
Is er binnen uw waterschap het besef dat de kreeftenproblematiek in Nederland verergert?	Er is momenteel meer (media) aandacht voor de kreeften; dat merken we. Ik weet niet of in ons gebied de situatie recentelijk verergert of redelijk stabiel blijft.	Ja we nemen de eventuele impact op de waterplanten mee in een veldexperiment naar ondergedoken waterplanten op het Eiland Goeree-Overflakkee	Ja	Kreeften lijken zich nog steeds te verspreiden, niet alle voor kreeft geschikte gebieden zijn al ingenomen. Wij houden de schade door kreeften niet bij, dus kunnen we niet aangeven of dit verergert.	Ja	Nee	Binnen ons beheergebied niet	Nee, ik merk wel dat ik ze op veel plekken aantref. Omdat we nog geen overlast / schade ervaren is er ook nog geen beleid op. Ecologisch effect hebben we daardoor al helemaal geen zicht op.	Ja	Ja	Ja. In ons beheerplan staat ook een specifieke actie geformuleerd om de verspreiding in het werkgebied van waterschap Hunze en Aa's de komende beheerplan periode beter in kaart te brengen. E.e.a. ook i.r.t. de gestelde KRW doelstellingen.
Zijn er effectieve maatregelen en/of handelingsperspectieven voor waterschappen ter bestrijding of voorkoming van de kreeftenproblematiek bij u bekend?	<i>Onbekend</i>	Ja	Ja	Nee, als het gaat om de aanwezigheid van kreeften dan denk ik persoonlijk dat deze niet kunnen worden bestreden of beheerst. Het beperken van de schade door kreeften lijkt me ook ingewikkeld.	Of de maatregelen echt effectief zijn moet nog bewezen worden toch, maar wegvangen (gaat op grote schaal gebeuren in de Molenpolder), inzetten roofvis (paling; ATKB studie 2012) zijn in ieder geval evt. maatregelen.	Nee	We zijn wel op de hoogte van de diverse onderzoeken en problematiek bv rondom baggerverspreiding. Maar omdat het bij ons in de praktijk nog niet tot schade heeft geleid ervaren wij de kreeften nog niet als echte problematiek.	Nee	Ja	Ja	Nee
Zo ja, kunt u die noemen?		Afvisen m.b.v. kreeftenkooien Zorgen voor een stabiel een evenwichtig ecosysteem zodat kreeften minder dominant worden (we denken dat kreeften grotere populatie hebben in verstoorde ecosystemen).	Er zijn succesvolle methoden bekend uit de literatuur, maar die zijn dan altijd ingezet op kleine schaal, bijvoorbeeld door zeer intensieve afvangst of inzet biociden. Er is nog geen analyse gedaan naar inzetbaarheid op grotere schaal van deze methodes binnen Delfland.	Het realiseren van evenwicht in watersystemen lijkt me een belangrijke voorwaarde. Wateren met goede inrichting, robuust watersysteem met een goede visstand (met voldoende roofvis) kan waarschijnlijk wel wat kreeft hebben. Als de wateren al een slechte toestand hebben, dan voorkomen kreeften dat het beter wordt en houden ze het in een troebele toestand zonder planten met een visstand die hier tegen kan.	Ja, zie hierboven	<i>N.v.t.</i>	<i>Geen antwoord gegeven</i>	<i>Geen antwoord gegeven</i>	Als basis: ecologisch herstel met ecologische sleutelfactoren. Aanvullend: wegvangen van kreeften	Voorkomen van verspreiding door (meelifters via) baggerverplaatsing	<i>N.v.t.</i>
Zo nee, denk u dat hier behoefte aan is?	Ja, Hier is zeker behoefte aan. Zoals gezegd kijken we met grote belangstelling	<i>Geen antwoord gegeven</i>	Ja	Ja	Ja, er is zeker behoefte aan kennis omtrent maatregelen en	Ja. In ons beheergebied is niet bekend hoeveel schade de	<i>Geen antwoord gegeven</i>	<i>Geen antwoord gegeven</i>	<i>N.v.t.</i>	Ik denk zeker dat er meer behoefte is aan duidelijke regels en oplossingen!	Ik denk dat er wel behoefte aan is (of komt). Door de geringe aantallen in

	mee naar wat er om ons heen aan activiteiten plaatsvindt m.b.t. de kreeften(problematiek).				handelingsperspectief !	rivierkreeften veroorzaken, maar ik kan me niet voorstellen dat ze geen schade veroorzaken. Echter m.i. is er nog geen effectieve bestrijdingsmaatregel beschikbaar. Mogelijk dat het wel effect heeft om het ecosysteem weerbaarder te maken, waardoor roofvissen worden gestimuleerd.				Moelijkheid is het kwantificeren van de schade aan (eco)systemen.	ons werkgebied is de prioriteit tot nu toe echter nog niet hoog geweest om hier veel aandacht aan te besteden.
--	--	--	--	--	-------------------------	---	--	--	--	---	--