



Vlaanderen
is wetenschap

Een kennisoverzicht van de Chinese wolhandkrab

Naar een geïnformeerd beheer van wolhandkrab in Vlaanderen

Bram D'hondt, Jeroen Van Wichelen, Tim Adriaens

INSTITUUT
NATUUR- EN BOSONDERZOEK

Auteurs:

[Bram D'hondt](#) , [Jeroen Van Wichelen](#) , [Tim Adriaens](#) 

Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek

Reviewers:

Hugo Verreycken

Het INBO is het onafhankelijk onderzoeksinstituut van de Vlaamse overheid dat via toegepast wetenschappelijk onderzoek, data- en kennisontsluiting het biodiversiteitsbeleid en -beheer onderbouwt en evalueert.

Vestiging:

Herman Teirlinckgebouw

INBO Brussel

Havenlaan 88 bus 73, 1000 Brussel

vlaanderen.be/inbo

e-mail:

bram.dhondt@inbo.be

Wijze van citeren:

D'hondt B, Van Wichelen J, Adriaens T (2021). Een kennisoverzicht van de Chinese wolhandkrab: naar een geïnformeerd beheer van wolhandkrab in Vlaanderen. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2021 (58). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

DOI: doi.org/10.21436/inbor.70341065

D/2021/3241/405

Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2021 (58)

ISSN: 1782-9054

Verantwoordelijke uitgever:

Maurice Hoffmann

Foto cover:

D'hondt B.



Dit werk valt onder een [Creative Commons Naamsvermelding-GelijkDelen 4.0 Internationaal-licentie](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

EEN KENNISOVERZICHT VAN DE CHINESE
WOLHANDKRAB

**Naar een geïnformeerd beheer van wolhandkrab in
Vlaanderen**

Bram D'hondt, Jeroen Van Wichelen, Tim Adriaens

doi.org/10.21436/inbor.70341065

Voorwoord

Dit kennisoverzicht werd opgesteld door het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO) in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM). Dit overzicht kwam tot stand met de zeer geapprecieerde input van Thomas Verleye (VLIZ), Francis Kerckhof (KBIN), Jonas Schoelynck (Univ. Antwerpen), Alain Dillen (ANB), Dan Sloommaekers en Paul Van Loon (VMM).



Samenvatting

De Chinese wolhandkrab komt al bijna een eeuw voor in Vlaanderen. Toch kent de soort sinds enige jaren een verhoogde aandacht, vanwege onder meer een nieuw wettelijk kader. De soort wordt sinds kort ook gericht bestreden. Verschillende aspecten van de soort zijn voor onze regio echter niet goed begrepen. Dit rapport geeft een overzicht van de kennis over wolhandkrab in Vlaanderen, en identificeert daarbij ook de kennislacunes die een geïnformeerd beheer in de weg staan.

In totaal worden 28 kennislacunes benoemd, die betrekking hebben op zowel de ecologie (o.a. voortplantingsgebieden, mobiliteit, en trofische positie), de impact (op het abiotische en biotische milieu, de volksgezondheid, en infrastructuur), en het beheer (o.a. vangstefficiëntie en natraject). Hoewel Vlaanderen binnen Europa voorop loopt in het onderzoek naar wolhandkrab, zou het beheer er sterk bij gebaat zijn dat deze lacunes worden gedicht.



English abstract

The Chinese mitten crab is known from Flanders for almost a century. Nevertheless, the species has received increased attention in recent years, partly because of a new legal framework. The species is now also being controlled in a targeted manner. However, several aspects of the species are not well understood. This report provides an overview of the knowledge on mitten crabs in Flanders, while also identifying the knowledge gaps that stand in the way of informed management.

A total of 28 knowledge gaps are identified, which relate to the ecology (including breeding areas, mobility, and trophic position), the impact (on the abiotic and biotic environment, public health, and infrastructure), and management (including catch efficiency and processing). Although Flanders leads the way in Europe in mitten crab research, the species' management would greatly benefit from closing these gaps.



Inhoudstafel

Voorwoord	2
Samenvatting	3
English abstract	4
Lijst van figuren	7
Lijst van tabellen	8
1 Doelstelling	9
2 Het beleidskader voor wolhandkrab	10
2.1 Invasieve, uitheemse soorten	10
2.2 Europa	10
2.3 België	11
2.4 Vlaanderen	11
2.5 1 ^e Trap: preventie	12
2.6 2 ^e Trap: snelle respons	13
2.7 3 ^e Trap: beheer	14
2.7.1 Algemeen	14
2.7.2 Toepassing op wolhandkrab	14
3 Chinese wolhandkrab in Vlaanderen	15
3.1 Herkenning	15
3.2 Invasiehistoriek	15
3.3 Actuele Verspreiding	16
3.4 Levenscyclus	18
3.4.1 Larvale ontwikkeling	18
3.4.2 De voorjaarsmigratie	19
3.4.3 De najaarsmigratie	20
3.5 Aantallen	21
3.6 Voedsel	21
3.7 Predatoren	22
3.8 Ziektes	22
3.9 Impact	22
4 Bestrijding	25
4.1 Geleiding en vangst op land	25
4.2 Vangst onder water	26
4.3 Geleiding en vangst onder water	27
4.4 Doding	31
4.5 Verwerking	32
4.5.1 Dierlijk afval	32



4.5.2	Dierlijke consumptie.....	32
4.5.3	Menselijke consumptie	32
4.5.4	Chitosan.....	33
5	Kennislacunes.....	34
6	Referenties	37



Lijst van figuren

Figuur 1	– Enkele publicaties over wolhandkrab: een infografiek van de VMM (links), een folder van het ANB (midden) en een projectfolder van het SEFINS-project (INBO, VLIZ & ILVO; rechts).	13
Figuur 2	– Rugzicht op een wolhandkrab. Vier van de twaalf tanden zijn aangeduid met rode pijlen. (Foto: B. D’hondt.)	15
Figuur 3	– De aanwezigheid van wolhandkrabben werd vroeger al problematisch bevonden, getuige bovenstaand krantenartikel (1935) en onderstaande anekdote (uit Van Damme et al. 1987).	16
Figuur 4	– Waarnemingen van wolhandkrab in Vlaanderen van 2000 t.e.m. 2020 (voornamelijk o.b.v. Devisscher et al. 2021, Vanreusel et al. 2021, Breine et al. 2021a, Breine et al. 2021c; andere bronnen staan voor <3% van de data in).	17
Figuur 5	– Het eerste zoea-stadium (links) en megalopa-stadium (rechts) van wolhandkrab. Overgenomen uit Dittel & Epifanio (2009).	18
Figuur 6	– De veronderstelde larvale migratie van wolhandkrab tussen het estuarien en marien milieu. Overgenomen uit Anger (1991).	19
Figuur 7	– Links: een jonge krab botst tijdens de voorjaarsmigratie op een stuw. (Foto: B. D’hondt.) Rechts: krabben verlaten massaal het water ten gevolge van zuurstofgebrek dat ontstond bij de grote overstromingen van juli 2021 (Demer te Aarschot). (Foto: R. Yseboodt, ANB.)	20
Figuur 8	– Een bewegingsbarrière voor wolhandkrabben langsheen de Demer te Aarschot (2017). Een lokale stroomversnelling t.h.v. een watermolen doet de krabben het water verlaten. Door een afscheiding in plexiglas wordt de overlast van zich over het land verspreidende krabben beperkt (Foto’s: B. D’hondt.)	25
Figuur 9	– Een bewegingsbarrière met vangstemmers voor wolhandkrab langsheen de Demer te Aarschot (2017). (Foto’s: B. D’hondt.)	26
Figuur 10	– Een grote vangst met behulp van een rattenfuike, ter hoogte van het Albertkanaal (2016). Overgenomen uit Vercammen (2016).	26
Figuur 11	– Fuike gebruikt voor de vangst van wolhandkrab. Links met één ingang (inkeling) en twee horizontale visuitgangen, rechts met twee inkelingen en één verticale visuitgang (2017).	27
Figuur 12	– Een kooilift voor de vangst van wolhandkrab te Zandhoven (2017). De installatie is ingebed in een duikerhoofd, dat tevens een migratieknelpunt vormt. Zie Peeters (2017) voor meer details. (Foto’s: B. D’hondt.)	27
Figuur 13	– Linksboven: de vistrap van de Kleine Nete te Grobbendonk. Rechtsboven: de ‘krabbensleuf’. Linksonder: zicht op de sleufval bij verlaagde waterstand. Rechtsonder: een 24-uursvangst tijdens de voorjaarsmigratie (juni 2021). (Foto’s: B. D’hondt.)	29
Figuur 14	– Links: zicht vanaf de Scheldedijk op de Driesesloot (rechts in beeld) en de Oude Schelde (achteraan). Rechts: de sleufval in de Driesesloot. (Foto’s: B. D’hondt.)	30
Figuur 15	– Links: zicht op de sleufval op de Melsenbeek (foto: Alain Dillen, ANB). Rechts: het stroomafwaartse eind van de retourbuizen (foto: Alain Dillen, ANB). Onder: het grondplan van het retoursysteem (bron: Prov. Oost-Vlaanderen, Dienst Integraal Waterbeleid).	31



Lijst van tabellen

Tabel 1 – Overzicht van sleufvalsysteem voor wolhandkrab in Vlaanderen 28



1 DOELSTELLING

De Chinese wolhandkrab is geen nieuwkomer in Vlaanderen, maar eerder een oude bekende. Toch staat de soort sinds enige jaren weer volop in de schijnwerpers. Deze hernieuwde aandacht komt onder meer voort uit een beter begrip van de schadelijke impact, een nieuw wettelijk kader, en daarop gebaseerde beleidsinitiatieven. Recente overlastpieken, zoals in 2016, hebben aan de algemene bekendheid van deze uitheemse soort bijgedragen.

Ook werden, voor het eerst in Vlaanderen, specifiek op wolhandkrab gerichte bestrijdingsacties ondernomen. Deze acties zijn pionierend, maar vaak ook experimenteel omdat hun effectiviteit nog niet bewezen is. De wolhandkrab is immers een heel mobiele soort met een bijzondere ecologie, waarvan tal van aspecten nog niet goed begrepen zijn, onder meer voor wat de Vlaamse context betreft.

Dit rapport heeft dan ook tot doel om concrete beheermogelijkheden voor wolhandkrab in Vlaanderen tegen hun beleidsmatige en ecologische achtergrond te plaatsen. Doorheen de tekst worden kennislacunes geïdentificeerd die een optimaal geïnformeerd en effectief beheer voorlopig in de weg staan. Tevens biedt dit rapport een voorstel tot verdere aanpak.



2 HET BELEIDSKADER VOOR WOLHANDKRAB

2.1 INVASIEVE, UITHEEMSE SOORTEN

Soorten zijn **uitheems** als zij door menselijk toedoen, bewust of onbewust, buiten hun natuurlijke verspreidingsgebied zijn geïntroduceerd (Adriaens et al. 2020). Dit kunnen planten, dieren, schimmels of andere micro-organismen zijn. De manieren waarop uitheemse soorten geïntroduceerd worden, zijn zeer divers. Zo kunnen soorten onbedoeld meereizen met personen of goederen, of ontsnappen uit kweek of gevangenschap, of bewust worden vrijgelaten.

De meeste uitheemse soorten veroorzaken geen problemen, bijvoorbeeld omdat ze zich in ons klimaat niet blijvend kunnen vestigen, of zich niet verspreiden. Andere soorten weten zich wel te vestigen, maar groeien niet uit tot een plaag of richten geen schade aan. Bij een kleine minderheid wordt, na vestiging en uitbreiding, wel een negatieve impact vastgesteld. In dat geval spreekt men van **invasieve** uitheemse soorten.

Aangezien biologische invasies (en hun problemen) per definitie een gevolg zijn van menselijke activiteiten, kunnen zij worden vermeden. Het internationaal beleid is dan ook doordrongen van een **drietrapsaanpak**, dat in essentie een weerspiegeling is van de kosteneffectiviteit van maatregelen die kunnen worden genomen (Adriaens et al. 2015).

- Trap 1: **preventie**. Waar introducties van nieuwe, potentieel invasieve soorten kunnen worden vermeden, verdient dit te allen tijde de voorkeur.
- Trap 2: **snelle respons**. Wanneer een soort toch in de natuur is geïntroduceerd, is het van belang die zo snel mogelijk op te sporen en in te grijpen.
- Trap 3: **beheer**. Wanneer de soort zich reeds heeft gevestigd en over vele locaties verspreid is, dringt een aangepast beheer zich op. Er zijn verschillende doelstellingen mogelijk voor beheer.

Voor elke trap moeten ook de voorgaande trappen worden genomen: voor wijdverspreide soorten kan de kosteneffectiviteit van beheermaatregelen maar worden **gemaximaliseerd** als ook preventie en een snelle respons gegarandeerd zijn.

2.2 EUROPA

Sinds 1 januari 2015 is de Europese **Verordening** betreffende invasieve uitheemse soorten¹ van kracht. Deze verordening volgt de drietrapsaanpak. Als preventieve maatregelen stelt zij dat het verboden is om bepaalde soorten opzettelijk (i) te importeren (ii) te houden (iii) te kweken (iv) te vervoeren (v) te verhandelen (vi) te gebruiken of uit te wisselen (vi) te laten voortplanten, of (vii) vrij te laten in het milieu.

De wolhandkrab is in 2016 op de lijst van de voor Europa zorgwekkende, invasieve uitheemse soorten geplaatst (de zogenaamde '**Unielijst**'). Daarmee zijn de bepalingen van de verordening rechtstreeks op de soort van toepassing.

¹ Europese verordening nr. 1143/2014 betreffende de preventie en beheersing van de introductie en verspreiding van invasieve uitheemse soorten.

Andere Europese beleidskaders zijn gericht op een goede biologische kwaliteit van watergebonden habitats (bv. Kaderrichtlijn Water, Habitatrichtlijn, Ballastwaterconventie), en hebben dus onrechtstreeks, in meer of mindere mate, ook betrekking op wolhandkrab. Deze kaders worden hier niet verder besproken.

2.3 BELGIË

De meeste bevoegdheden voor maatregelen om invasies te tackelen, zoals deze uit de verordening, zijn ondergebracht op het gewestelijke niveau. De **federale overheid** is niettemin bevoegd voor import en export in en uit de Europese Unie, en voor het Belgisch deel van de Noordzee. Dit is op zich weinig belangrijk voor een aanpak van wolhandkrab, doch ook niet geheel irrelevant, gelet op de theoretische mogelijkheid tot een commercieel natraject (export), en op de mariene fase van de levenscyclus.

Bovendien is op Belgisch niveau een comité opgericht dat moet verzekeren dat de implementatie van de verordening gecoördineerd verloopt tussen de drie gewestelijke overheden en de federale overheid². Naast de vertegenwoordiger van het Vlaams Gewest kan iedere andere expert, op voordracht, als waarnemend lid tot dit **Nationaal Comité** toetreden. De wettelijk vastgelegde procedures voor het Comité beschrijven onder andere de behandeling van vergunningsaanvragen (waaronder dat voor onderzoek op Unielijstsoorten), en de bekrachtiging van actieplannen tegen onopzettelijke introducties. Deze kunnen van toepassing zijn op wolhandkrab.

Het Nationaal Comité wordt bovendien bijgestaan door een Nationale **Wetenschappelijke Raad**, en een Nationaal **Wetenschappelijk Secretariaat**. Deze instanties moeten garanderen dat de beslissingen van het Comité gestoeld zijn op feitelijke kennis. Het Secretariaat beheert bovendien de website www.iasregulation.be/nl, dat een belangrijk platform biedt voor informatie over (de implementatie van) de verordening en de Unielijstsoorten, waaronder dus wolhandkrab.

2.4 VLAANDEREN

Voor het Vlaams Gewest zijn de bepalingen van de Europese verordening die onder de bevoegdheid van de Vlaamse overheid vallen, overgenomen in het **Soortenbesluit**³. Dit besluit is dus rechtstreeks op wolhandkrab van toepassing. Zo geeft bijlage 3/1 bij dit besluit aan met welke methoden diersoorten van de Unielijst kunnen worden bestreden. Daarenboven laat het besluit de mogelijkheid toe om voor overlast- of schadeveroorzakende soorten, waaronder invasieve soorten, een beheerregeling op te stellen. Een dergelijke beheerregeling is bijvoorbeeld opgemaakt voor de muskusrat⁴.

Naar aanleiding van het overlastjaar 2016 gaf de Vlaamse minister van Omgeving, Natuur en Landbouw de opdracht om een **handleiding voor overlastbeheersing** van wolhandkrab op te maken (ANB & INBO 2017). Deze handleiding diende met name om lokale besturen en beheerders de nodige knowhow te verschaffen om problemen met de soort te vermijden of te mitigeren. Hoewel beknopt, gaf zij voor het eerst een overzicht van beheeropties in Vlaanderen, en leidde zij ook tot een aantal concrete terreinrealisaties.

² *Samenwerkingsakkoord tussen de Federale Staat, de Gemeenschappen en de Gewesten betreffende de preventie en beheersing van de introductie en verspreiding van invasieve uitheemse soorten*

³ *Besluit van de Vlaamse Regering met betrekking tot soortenbescherming en soortenbeheer*

⁴ *Ministerieel besluit tot vaststelling van een beheerregeling voor de muskusrat (Ondatra zibethicus)*

2.5 1^E TRAP: PREVENTIE

Er zijn verschillende facetten aan preventie verbonden. Een onderscheid kan worden gemaakt tussen het voorkomen van **introducties** (waarbij specimens voor het eerst in het milieu belanden), en het voorkomen van **verspreiding** (waarbij wilde specimens van de ene locatie op de andere belanden). Hierbij kan ook het onderscheid worden gemaakt tussen **opzettelijke** en **onopzettelijke** handelingen met de soort in kwestie. Inzake maatregelen wordt ten slotte een onderscheid gemaakt tussen **zachte preventie** (bv. communicatie, sensibilisering) en **harde preventie** (bv. verboden, grenscontroles). De verordening voorziet dus alvast in harde preventie van opzettelijke introducties en verspreiding van de wolhandkrab.

Voor België worden, naast natuurlijke dispersie uit omliggende gebieden, twee **routes** relevant geacht waarlangs nieuwe wolhandkrabben in de vrije natuur belanden. Dit zijn: via het culinaire gebruik van de soort, en via ballastwater (NWSIUS 2020).

Hoewel het **culinair gebruik** (op commerciële schaal) van wolhandkrab in Vlaanderen verboden is door de verordening en het Soortenbesluit, valt niet uit te sluiten dat de soort nog steeds wordt gehouden, vervoerd en verhandeld. In Nederland is er een actieve markt (zie verder), waarbij naar schatting 15% van de vangst door de beroepsvisserij de binnenlandse markt bedient, in het bijzonder de Chinese gemeenschap (Zaalmink & Rijk 2018). Hier stelt zich voor Vlaanderen dus een kennislacune, omdat de circuits hier onvoldoende bekend zijn.

Kennislacune: welke circuits voor commercieel of culinair gebruik zijn er actief (legaal en illegaal, in binnen- en buitenland), en welke risico's geven zij voor (her)introducties?

Voor de aanpak van **ballastwater** voorziet het ballastwaterverdrag⁵ sinds haar inwerkingtreding in internationale afspraken om verspreiding van schadelijke waterorganismen te vermijden. Het verdrag werd in federale⁶ en Vlaamse⁷ regelgeving omgezet, waarbij de bevoegdheid inzake opvolging en uitvoering bij eerstgenoemde is ondergebracht. Het blijft evenwel onduidelijk in hoeverre ballastwater een introductieroute zal blijven voor wolhandkrab.

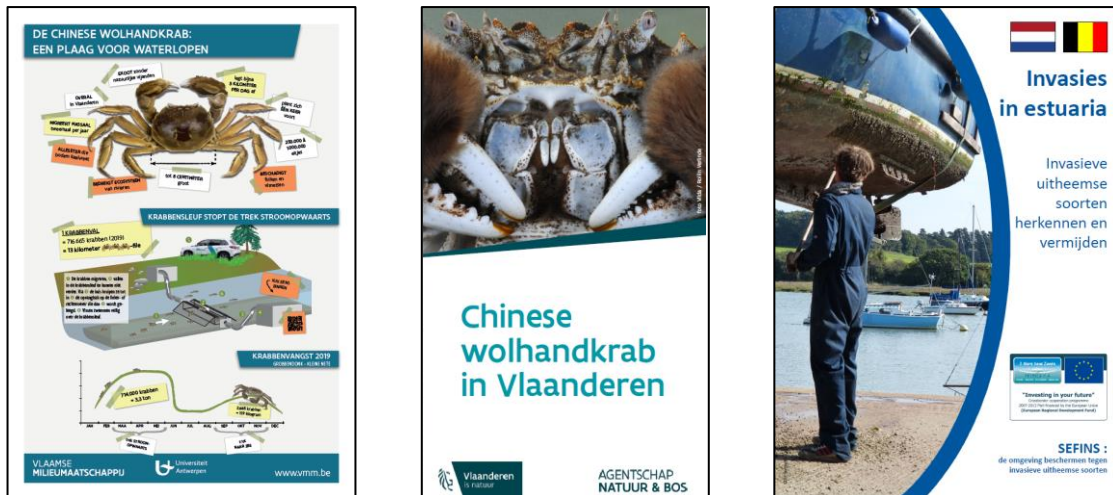
Kennislacune: het resterend belang van ballastwater bij internationaal maritiem transport (o.a. Zeebrugge, Antwerpen) als introductieroute voor Vlaanderen.

Wat **zachte preventie** betreft, is wolhandkrab alvast in een aantal sensibiliserende documenten opgenomen (Figuur 1). Het doelpubliek dat actief kan bijdragen aan het vermijden van verspreiding zijn onder andere booteigenaars en hengelaars. Recreatiedomeinen, (jacht)havens en viswateren vormen daarbij goede locaties om preventieve maatregelen te nemen.

⁵ *International Convention for the Control and Management of Ships' Ballast Water and Sediments*

⁶ *Koninklijk besluit ter uitvoering van het Internationaal Verdrag voor de controle en het beheer van ballastwater en sedimenten van schepen, gedaan te Londen op 13 februari 2004*

⁷ *Decreet houdende instemming met het Internationaal Verdrag voor de controle en het beheer van ballastwater en sedimenten van schepen, gedaan te Londen op 13 februari 2004*



Figuur 1 – Enkele publicaties over wolhandkrab: een infografiek van de VMM (links), een folder van het ANB (midden) en een projectfolder van het SEFINS-project (INBO, VLIZ & ILVO; rechts).

2.6 2^E TRAP: SNELLE RESPONS

In strikte zin, zoals onder andere bedoeld door de verordening, wordt met snelle respons verwezen naar een interventie bij de vaststelling van een nog niet eerder waargenomen **soort** (bijvoorbeeld op niveau van het Vlaams gewest). Dezelfde aanpak kan echter ook worden gehanteerd bij de vaststelling van een nieuw ontdekte, zich ontwikkelende **populatie**.

Een aanpak voor snelle respons hangt nauw samen met een aanpak voor **vroege detectie**. Die aanpak houdt in dat waarnemingen- of surveillanceprogramma's voldoende effectief zijn om zich ontwikkelende populaties in een (heel) vroeg stadium te detecteren. Zo'n programma kan heel gericht worden opgezet voor specifieke soorten en locaties, maar omdat nieuwe invasies vaak onvoorspelbaar zijn in ruimte en tijd, wordt op heden in praktijk voornamelijk beroep gedaan op burgerwetenschappelijke platformen. Zo laat het portaal van www.waarnemingen.be/exoten (Natuurpunt vzw) beheerders toe om direct ingelicht te worden van nieuwe vaststellingen op hun terreinen. Dankzij de combinatie met smartphone-apps (bv. ObsIdentify, iObs, iNaturalist, Invasive Alien Species Europe), kan de cyclus van waarneming tot bestrijding in principe uiterst snel verlopen.

Voor aquatische ongewervelden is echter wel een gerichte aanpak aangewezen: door hun cryptische levenswijze zijn algemene observatieportalen onvoldoende performant om nieuwe populaties in een vroeg stadium te detecteren. Hier definiëren we dan ook een lacune, namelijk het ontbreken van duidelijkheid over hoe een **toegewijd vroegedetectiesysteem** voor (potentieel) invasieve kreeftachtigen het best kan worden opgezet in Vlaanderen. Gelet op het aanzienlijke aantal kandidaat-soorten, waaronder een aantal soorten van de Unielijst (vb. rivierkreeften), is zo'n systeem nochtans aangewezen.

Kennislacune: hoe kan er een vroege-detectiesysteem worden opgezet voor potentieel invasieve kreeftachtigen in Vlaanderen?

Hoewel de algemene aanpak van invasieve soorten duidelijk prioriteit geeft aan preventie- en snelleresponsmaatregelen, boven beheermaatregelen, en dit voor de meeste soorten sterk te verdedigen valt, is hun belang voor wolhandkrab wel enigszins te relativiseren. Aanwezige dieren in het binnenland planten zich immers niet lokaal voort en trekken op termijn ook weer weg (zie verder). Dit maakt dat nieuwe introducties niet veel risico's inhouden voor

Vlaanderen. Dat neemt niet weg dat eerste- en tweedetrapsmaatregelen wel kunnen bijdragen aan het vermijden van schade en overlast voor waterlichamen op **lokaal niveau** (bv. hengelvijvers, ecologisch waardevolle vijvers, of waardevolle bovenlopen).

2.7 3^E TRAP: BEHEER

2.7.1 Algemeen

Beheer dringt zich op eenmaal uitheemse soorten **wijdverspreid** zijn. Voor wolhandkrab is dit dan ook bij uitstek de meest relevante van de drie trappen om binnen dit kennisoverzicht te behandelen.

Beheer kan verschillende **doelstellingen** hebben, en het is steeds belangrijk die doelstellingen zo concreet als mogelijk te definiëren. Gebaseerd op de verordening en de eerdere vermelde handleiding onderscheiden we volgende basisopties (Adriaens et al. 2015):

1. **uitroeiing** is de volledige en permanente verwijdering van de populatie.
2. **beheersing** (controle) is de grootte van de populatie zo laag als mogelijk houden.
3. **indamming** (indijking) is het verhinderen dat de populatie zich ruimtelijk uitbreidt. Dit betekent dus niet noodzakelijk dat de populatiegrootte afneemt.
4. **overlastbeheersing** is het verhinderen van de negatieve impact van de populatie, eerder dan op de populatie in te grijpen. Dit betekent dus niet noodzakelijk dat de populatiegrootte afneemt, of dat de populatie zich niet ruimtelijk uitbreidt.

2.7.2 Toepassing op wolhandkrab

Op het **lokaal niveau**, voor zowel stilstaande wateren (bv. poelen, meren, recreatievijvers) als waterlopen (bv. in deelbekkens, bovenlopen), kunnen alle vier deze doelstellingen van toepassing zijn. Omdat de handleiding voor overlastbeheersing (ANB & INBO 2017) gericht was op een instrumentarium dat hanteerbaar is voor lokale besturen en beheerders, werd daar overlastbeheersing als doelstelling naar voren geschoven.

Mogelijke doelstellingen voor het **gewestelijk niveau** (Vlaanderen) worden beschreven door Adriaens et al. (2019). Daarbij werd een aanpak voor enerzijds uitroeiing en anderzijds indamming voorgelegd aan externe experts. In het indammingsscenario wordt gefocust op bestrijding in het Maasbekken, met een nulbeheer in het Scheldebekken. De haalbaarheid van beide aanpakken werd als middelmatig bestempeld, met een hogere effectiviteit voor het indammingsscenario als belangrijkste verschil. Een daarop volgende workshop met de praktijkgemeenschap besloot dat de effectiviteit van beheer nader bestudeerd moet worden. Deelnemers verwierpen een algemeen uitroeiingsscenario omdat dit onhaalbaar wordt geacht, maar sloten uitroeiing op lokaal niveau niet uit, alsook mogelijkheden voor beheersing of indamming in zijrivieren van de Schelde (Adriaens et al. 2019).

Bij de zesjaarlijkse **rapportering** moet het Vlaams gewest trouwens aangeven welk van de drie door de verordening erkende beheerdoelstellingen (uitroeiing, beheersing of indamming) vooropgesteld wordt. De eerstvolgende rapportering dient te gebeuren tegen juni 2025.



3 CHINESE WOLHANDKRAB IN VLAANDEREN

In dit hoofdstuk worden alle ecologische en voor het **waterloopbeheer** relevante aspecten van wolhandkrab toegelicht. Daarbij wordt meteen toegespitst op de regionale context (en niet op bv. het inheems areaal). Een gelijkaardige verhandeling over wolhandkrab in Nederland wordt gegeven door Soes et al. (2007).

3.1 HERKENNING

De Chinese wolhandkrab⁸ (*Eriocheir sinensis* H. Milne Edwards, 1853) is onder andere te herkennen aan de twaalf tanden van het schild: vier tanden tussen de ogen, en vier aan elke zijde (Figuur 2). De tanden zijn op hun beurt gezaagd. De toppen van de scharen zijn wit. De **wollige beharing** van de scharen is kenmerkend, maar niet altijd goed zichtbaar (vooral niet bij jonge krabben). Het schild van de wolhandkrab wordt maximaal 10 cm breed.

De wolhandkrab is in Vlaanderen de enige krabbensoort die in het **binnenland** (zoetwater) kan worden aangetroffen. Aan de kust en in estuaria kunnen evenwel een tiental andere (inheemse en uitheemse) krabbensoorten worden gevonden (Lescrauwaet et al. 2015, Verleye et al. 2020).



Figuur 2 – Rugzicht op een wolhandkrab. Vier van de twaalf tanden zijn aangeduid met rode pijlen. (Foto: B. D'hondt.)

3.2 INVASIEHISTORIEK

Wolhandkrabben komen van nature voor langs de kust van China en Korea. De eerste wolhandkrab op Europese bodem werd vastgesteld in 1912 in Duitsland, waarbij de eigenlijke introducties vermoedelijk in het daaraan voorafgaande decennium hebben plaatsgevonden

⁸ Vanaf hier kortweg wolhandkrab genoemd.

(Panning 1938). Met name tussen ± 1925 en 1935 ontstond een **invasie** in heel Noordwest-Europa (Herborg et al. 2003). De eerste individuen in België werden aangetroffen in 1933 te Kruisschans en 1934 te Nieuwpoort (Lestage 1935, Wouters 2002). In de decennia daarna werden wolhandkrabben verspreid over gans Vlaanderen gevonden (Figuur 3).

HANDWOLKRAB GEVANGEN.

WIJK BIJ DUURSTEDÉ, 26 Juni. — Door den heer U. alhier werd hedenmorgen een chineesche wolhandkrab gevangen. Deze dieren, die tot voor kort maar zelden in de rivieren werden gezien, komen thans nog al eens kijken en leveren gevaar op voor de zoetwatervisscherij.

vluchtten. Een bewoner van de Scheldeoever vertelde me dat gans zijn steigertje dagenlang vol met ritselende krabben zat en telkens hij zijn kakhuisje betrad, werd hij opgewacht door tientallen knarsende scharen.

Figuur 3 – De aanwezigheid van wolhandkrabben werd vroeger al problematisch bevonden, getuige bovenstaand krantenartikel (1935) en onderstaande anekdote (uit Van Damme et al. 1987).

Vermoedelijk kende de soort een tijdelijke terugval in de tweede helft van de 20^e eeuw als een gevolg van watervervuiling (Van Damme & Lostrie 1987), al ontbreken betrouwbare **tijdsreeksen** om die bewering te staven. Eenzelfde patroon is beschreven uit Duitsland door Gollasch (1999), die aangeeft dat niet zozeer wolhandkrab zelf heeft te leiden onder een slechte waterkwaliteit, maar wel haar prooisorten.

Kennislacune: welke temporele evoluties vertonen de verspreiding en de aantallen van wolhandkrab in Vlaanderen sinds de eerste introductie? Waardoor worden die evoluties verklaard?

3.3 ACTUELE VERSPREIDING

Een overzicht van waarnemingen van wolhandkrab schetsen een duidelijk beeld (Figuur 4). De soort kan in **alle provincies** worden aangetroffen, met duidelijke concentraties in de polderstreken en langs de Schelde en haar zijrivieren.



Figuur 4 – Waarnemingen van wolhandkrab in Vlaanderen van 2000 t.e.m. 2020 (voornamelijk o.b.v. Devisscher et al. 2021, Vanreusel et al. 2021, Breine et al. 2021a, Breine et al. 2021c; andere bronnen staan voor <3% van de data in).

Deze verspreiding kan niet los worden gezien van de **levenscyclus**, waarbij de voortplanting in het estuarien en marien milieu plaatsvindt, en alle voor de soort toegankelijke waterlichamen worden benut. In Vlaanderen verbinden slechts twee grote rivieren de zee met het binnenland via een natuurlijk estuarium: de IJzer en de Schelde. Met name de Schelde vormt de hoofdadere voor wolhandkrab in Vlaanderen: de zout-zoetwaterovergang verloopt er zeer gradueel, de omvang van het intergetijdengebied is navenant (Wester- en Zeeschelde), en haar zijrivieren beslaan alle provincies. Alternatief kunnen kanalen die in zee uitmonden als toegang tot het binnenland dienen. Zo wordt de soort ook vastgesteld in het Kanaal Gent-Brugge-Oostende, het Boudewijnkanaal, het Leopoldkanaal, het Kanaal van Schipdonk, en het Zeekanaal Gent-Terneuzen.

Ondanks dit duidelijk patroon zijn een aantal details en onderliggende processen nog onvoldoende bekend. Zo is niet duidelijk waar de **voortplantingsgebieden** exact gelegen zijn, en of deze diffuus dan wel geconcentreerd zijn. Indien deze gebieden geconcentreerd zijn en beperkt in omvang, biedt dit perspectieven voor een gericht beheer.

Kennislacune: waar liggen de voor de Vlaamse populatie(s) relevante voortplantingsgebieden exact?

Daarnaast is onduidelijk hoe de wolhandkrabbenpopulatie op grotere schaal **gestructureerd** is, met de Noordzee als centraal toneel. Komen langs de Schelde optrekkende dieren voort uit ouderdieren die in de Westerschelde paaien (en hetzelfde voor de IJzer)? Of zorgt de Noordzee voor een danige menging van herkomsten, dat die dieren net zo goed uit Engelse of Nederlandse ouderdieren kunnen voortkomen? Met andere woorden: kunnen we wel over deelpopulaties spreken, of is eigenlijk slechts sprake van één Noordwest-Europese populatie? Het antwoord op die vraag is van een essentieel belang om een geïnformeerde beheerdoelstelling op te maken. Een beheersing van de Vlaamse totaalpopulatie kan namelijk slechts haalbaar zijn in het geval dat de dieren in het binnenland afkomstig zijn uit paaigebieden aan de monding van de Schelde of de IJzer.

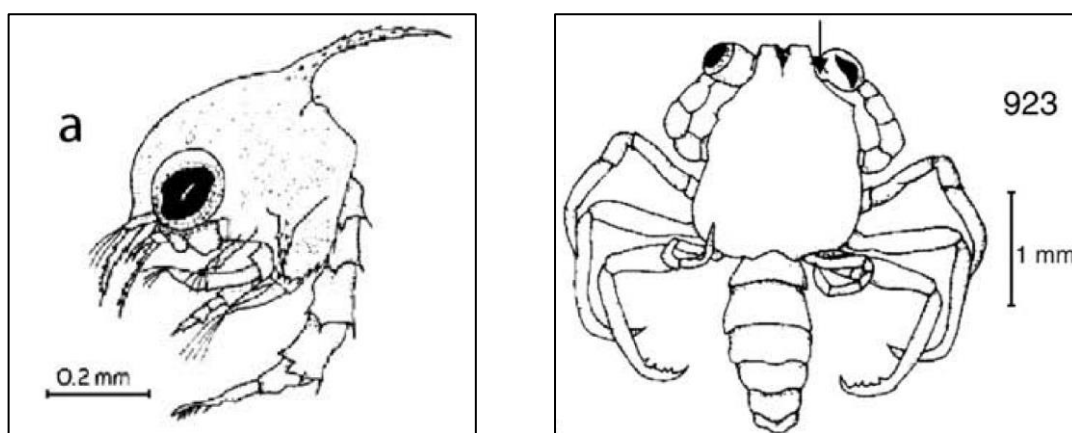
Kennislacune: hoe is de wolhandkrabpopulatie gestructureerd op het niveau van (internationale) stroomgebieden?

De migratie landinwaarts kan tot tot honderden kilometers ver gaan. Daardoor zijn alle waterlopen en vijvers in Vlaanderen potentieel leef- en groeigebied voor wolhandkrab.

3.4 LEVENSCYCLUS

Hoewel wolhandkrabben het grootste deel van hun leven in zoetwater spenderen, zijn zij voor hun voortplanting afhankelijk van brak of zout water. De jonge dieren worden geboren in het estuarium, trekken dan de rivieren op om er enkele jaren op te groeien, en migreren als volwassen exemplaren weer naar het estuarium om er te paaien en daarna te sterven. In de regel begint en eindigt een krabbenleven dus met een verplaatsing **tussen de zee en het binnenland**.

Een normale **ontwikkeling** kent vijf zoea-stadia en een megalopa-stadium (hier samen de larvale stadia genoemd, Figuur 5), een juveniel stadium (met diverse vervellingen), en tenslotte het adulte stadium (Dittel & Epifanio 2009). De ontwikkeling neemt aanvang bij de bevruchting van de eitjes, in de winter. Het moederdier stelt haar broed daarna vrij in het voorjaar, waarna de larvale ontwikkeling begint.

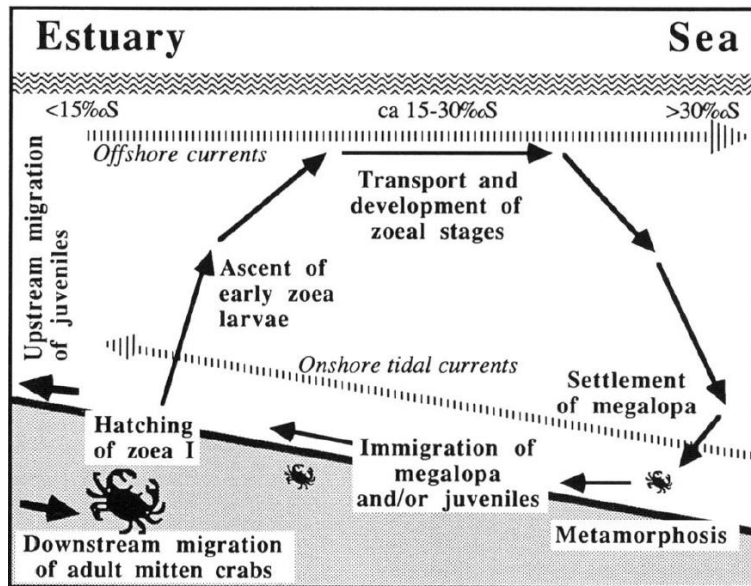


Figuur 5 – Het eerste zoea-stadium (links) en megalopa-stadium (rechts) van wolhandkrab. Overgenomen uit Dittel & Epifanio (2009).

De **levensduur** hangt af van de groeiomstandigheden: in de aquacultuur kan de cyclus in één jaar worden voltooid, terwijl veldstudies in Europa op een leeftijd tot vijf à zes jaar wijzen (Panning 1938, Dittel & Epifanio 2009).

3.4.1 Larvale ontwikkeling

Larven van het eerste zoea-stadium hebben een brede saliniteitstolerantie (euryhalien), terwijl de latere zoea-stadia een hoge saliniteit vereisen (en dus stenohalien zijn). De megalopa-larve is vervolgens weer euryhalien. Anger (1990) suggereert daarom dat eitjes uitkomen in de brakke, estuariene omgeving, en vervolgens getransporteerd worden naar de mariene omgeving, waar de zoeale ontwikkeling voltooid wordt. Wanneer megalopa-larven ten slotte terug naar estuaria worden gedreven, vestigen ze zich, en start de ontwikkeling van het juveniel stadium. Deze hypothese veronderstelt dus gunstig gerichte waterstromen en gedragsaanpassingen per larvestadium (Anger 1991). Dergelijke gedragsaanpassingen kunnen bijvoorbeeld toelaten passief doch selectief gebruik te maken van oppervlakkige, zeewaartse stromen, dan wel diepere, landwaartse stromen (Figuur 6). Een dergelijk **heen-en-terug-model** is alvast experimenteel vastgesteld voor de (bij ons eveneens uitheemse) blaasjeskrab (*Hemigrapsus sanguineus*) door Park et al. (2004).



Figuur 6 – De veronderstelde larvale migratie van wolhandkrab tussen het estuarien en marien milieu. Overgenomen uit Anger (1991).

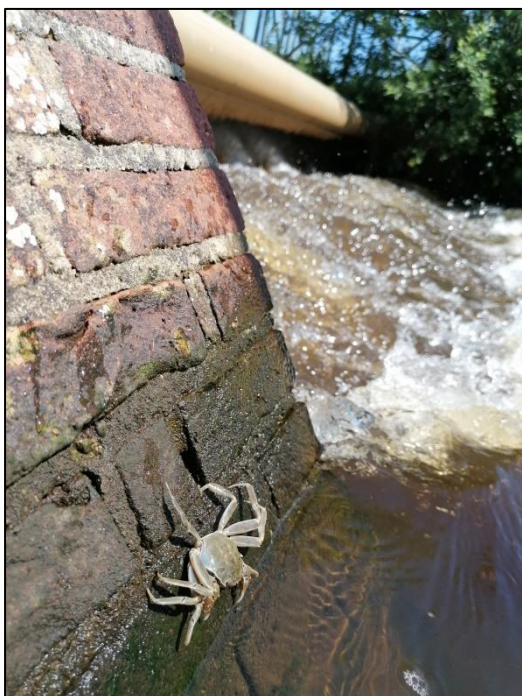
Sommige auteurs (bv. Hanson & Sytsma 2008) veronderstellen dat, onder gunstige omstandigheden, de volledige larvale ontwikkeling ook binnen het estuarien milieu voltooid kan worden. Hoe dan ook is het larvaal transport van wolhandkrab weinig onderzocht en slecht begrepen (Dittel & Epifanio 2009). Dit is zeer zeker ook voor de Belgische context het geval (F. Kerckhof, pers. comm.), en er stelt zich hier dus een belangrijke kennislacune.

Kennislacune: waar speelt de larvale ontwikkeling van de Vlaamse wolhandkrabbenpopulatie zich exact af?

3.4.2 De voorjaarsmigratie

Juveniele krabben kunnen zich langere tijd in het estuarien milieu ophouden (tot een jaar, volgens Panning (1938)) of zonder veel verpozen stroomopwaarts migreren. De **voorjaarsmigratie** start bij het eerste warme lenteweer (rond maart), waartoe ook competitie met de meest recent gearriveerde, volwassen dieren een vermoedelijke stimulans vormt. Voor zover bekend, is deze beweging feitelijk ongericht, en met een open einde.

De voorjaarsmigratie wordt door de mens het sterkst ervaren in de maanden mei en juni. Dit is mede omdat de dieren zich gaandeweg concentreren in de middenlopen van de rivieren. Met name ter hoogte van obstakels in de waterlopen worden zij dan zichtbaar (Figuur 7), soms in imposante aantallen. Ter hoogte van deze concentraties ontstaan bijgevolg ook goede potenties voor **afvangst**.



Figuur 7 – Links: een jonge krab botst tijdens de voorjaarsmigratie op een stuw. (Foto: B. D'hondt.)
Rechts: krabben verlaten massaal het water ten gevolge van zuurstofgebrek dat ontstond bij de grote overstromingen van juli 2021 (Demer te Aarschot). (Foto: R. Yseboodt, ANB.)

De krabben verblijven vervolgens tot hun late puberteit in zoetwatermilieu's. De dieren kunnen ook uit het water, onder vochtige omstandigheden, in leven blijven. De overleving van krabben is vastgesteld voor 38 dagen in natte hooilanden (Nepszy & Leach 1973, in Veldhuizen & Stanish 1999). Dergelijke overleving kan relevant zijn voor risico's op besmetting van geïsoleerde waterlichamen (poelen) of het passeren van vangstconstructies, en wordt daarom geïdentificeerd als een kennislacune. De dieren zouden bij warm, onweerachtig voorjaarsweer massaal de waterloop verlaten (P. Van Loon, VMM, pers. comm.). Hetzelfde kan gebeuren bij calamiteiten, bv. wanneer deze leiden tot zuurstofloosheid in het water (Figuur 7). Dergelijke gebeurtenissen overstijgen de anekdotiek wanneer daarmee migratiebarrières of vangstsystemen worden omzeild.

Kennislacune: hoe verloopt de voorjaarsmigratie in Vlaanderen (trajecten, aantallen, snelheden...).

Kennislacune: hoe groot is de terrestrische mobiliteit, in gewone en ongewone situaties, en hoe vertaalt zich dat in risico's voor (her)besmetting?

3.4.3 De najaarsmigratie

Dieren die volwassen worden, bewegen zich in de herfst stroomafwaarts (augustus-september-oktober). Deze **najaarsmigratie** kan nabij de monding tot in november worden waargenomen, en verloopt met een geschatte snelheid van zo'n 10 km per dag. Tijdens deze beweging worden de dieren geslachtsrijp. De paring gebeurt dan in het estuarien milieu, tussen oktober en januari (Dittel & Epifanio 2009). De eiproductie is heel groot, met 250.000 tot 1 miljoen eitjes per wijfje. Na de paring en de vrijstelling van het broed in het voorjaar, begint de cyclus van voren af aan.



De meeste volwassen dieren **sterven** na de voortplanting, al is beschreven dat een aantal onder hen opnieuw poogt het zoetwater op te trekken; de aanwezigheid van bijvoorbeeld zeepokken op de carapax van voorjaarsmigranten verraden dergelijke poging (Anger 1990).

Kennislacune: hoe verloopt de najaarsmigratie in Vlaanderen (trajecten, aantallen, snelheden...).

3.5 AANTALLEN

Vanuit het standpunt van overlast blijkt er een aanzienlijke **variatie tussen jaren** te bestaan. Zo kan het jaar 2016 als een overlastjaar worden bestempeld: lokaal werden toen grote aantallen waargenomen, vaak met de nodige media-aandacht tot gevolg.

Hoe groot jaarlijkse fluctuaties zijn, en wat daarvan aan de grondslag ligt, is niet bekend. Het **debiet** tijdens de voorjaarsmigratie blijkt alvast een belangrijke parameter te zijn. Zo is goed gedocumenteerd dat de invasie op de Theems (Verenigd Koninkrijk) zich maar na een reeks uitzonderlijk droge jaren rond 1990, met dus een laag debiet, heeft ingezet (Attrill & Thomas 1996).

Daarnaast blijkt uit experimentele data dat alle larvale stadia gevoelig zijn voor lage watertemperaturen. Koude winters zouden de rekrutering voor dat jaar aldus sterk kunnen beperken (Anger 1991). Aangezien niet alle dieren van eenzelfde cohorte in hetzelfde jaar hun voorjaarsmigratie aanvatten, worden de effecten van anomalieën in wintertemperatuur weliswaar over meerdere jaren gespreid. De effecten ervan zijn dus niet eenvoudig af te leiden. Toch lijken beide hier genoemde parameters (debiet en temperatuur) alvast wel te suggereren dat met name droge en warme winters de rekrutering een *boost* geven.

Kennislacune: welke temporele fluctuaties vertoont de soort in Vlaanderen? Welke factoren verklaren deze fluctuaties?

3.6 VOEDSEL

Wolhandkrabben zijn **omnivoor**. Studies wijzen op een gemengd dieet van detritus, vaatplanten, algen, en ongewervelden. Het relatief belang van die componenten is niet eenduidig op te maken uit de literatuur, en allicht ook variabel (afhankelijk van het aanbod). Onder andere zijn in maaganalyses resten gevonden van draadalgen, fonteinkruid (*Potamogeton*), waterpest (*Elodea*), eendenkroos (*Lemna*), borstelwormen (*Tubifex*), watervlooien (*Daphnia*), vlokreeften (*Gammarus*, *Corophium*), garnalen (*Crangon*), dansmuggen (Chironomidae), mollusken, slakjes (Gastropoda), schietmotten (Trichoptera), kevers (Coleoptera) en eendagsvliegen of Ephemeroptera (Thiel (1938) in Veldhuizen & Stanish (1999); Czerniejewski et al. 2010; Rosewarne et al. 2016).

Uitzonderlijk werden in krabbenmagen visresten aangetroffen. Van actieve predatie op **vissen** is allicht geen sprake, omdat wolhandkrabben daar te traag voor zijn (Panning 1938). Viskadavers worden vermoedelijk niet gespaard, en misschien is hetzelfde waar voor geïmmobiliseerde vissen (bv. indien gekwetst, of gevangen in een fuik). In een voedselexperiment werd wel intense predatie van eitjes van brasem (*Abramis brama*) en blankvoorn (*Rutilus rutilus*) vastgesteld (Rosewarne et al. 2016). Consumptie van legsels van brasem is ook anekdotisch gemeld in Nederland (zie Soes et al. 2007).

Op de negatieve impact voor het aquatische voedselweb wordt verder ingegaan onder 3.9.



3.7 PREDATOREN

Sinds lang worden roofvissen en watervogels als voornaamste **predatoren** van wolhandkrab aangeduid (Panning 1939). Voor Californië zijn daar voorkomende vertegenwoordigers van steur, zeebaars, zonnebaars, meerval, stierkikker, zilverreiger en duiker als predator beschreven (Veldhuizen & Stanish 1999). Overigens achten dezelfde auteurs predatie door Noord-Amerikaanse otter (*Lontra canadensis*) en wasbeer zeer waarschijnlijk. Uit het stroomgebied van de Elbe (Duitsland) zijn de volgende predatoren beschreven: beekforel, barbeel, baars, paling, winde, kabeljauw, snoek, pos, kwabaal, snoekbaars, grote brasem; blauwe reiger, ooievaar, eenden, zaagbekken, kraaiachtigen, grote meeuwen; bruine rat, zwarte rat, bunzing, otter (zie Soes et al. 2007).

Sommige van deze soorten hebben een belang in het natuurbehoud, zoals bv. overwinterende vogels, de (bedreigde) otter (*Lutra lutra*), of de (uitheemse) wasbeer. Hun invloed op de wolhandkrabpopulatie is allicht verwaarloosbaar. Omgekeerd kan niet worden uitgesloten dat wolhandkrab voor deze dieren een belangrijk onderdeel van het dieet vormt. Zoja, dan komt daarbij de vraag of zij een essentieel dan wel aanvullend deel van het dieet uitmaakt.

Kennislacune: welke zijn de belangrijkste predatoren van wolhandkrab in Vlaanderen en kunnen deze, in natuurlijke aantallen, de aantallen van wolhandkrab significant beïnvloeden?

Kennislacune: draagt de wolhandkrab betekenisvol bij aan het dieet van regionaal belangrijke diersoorten (bv. otter, wasbeer, Amerikaanse nerts, watervogels)?

3.8 ZIEKTES

Bij wolhandkrab zijn diverse ziektes en parasieten vastgesteld (Soes et al. 2007). Heel relevant voor dit rapport is **kreeftenpest**, die door de uit Noord-Amerika afkomstige waterschimmel *Aphanomyces astaci* wordt veroorzaakt (Schrimpf et al. 2014). Amerikaanse kreeftensoorten zijn vrij ongevoelig voor de schimmel, wat niet het geval is voor Europese kreeftensoorten. Zo vormt de kreeftenpest één van de voornaamste bedreigingen voor de Europese rivierkreeft (*Astacus astacus*). Deze soort is in Vlaanderen uitgestorven (Boets et al. 2012), maar komt in Wallonië nog beperkt voor (Schrimpf et al. 2017).

De wolhandkrab is, samen met andere zoetwaterkrabben en –kreeften, in zijn inheems areaal beschreven als een tussengastheer van de **longbot** (platworm) *Paragonimus westermani* (Choi 1990). Bij de consumptie van onvoldoende behandelde krabben kan deze longbot bij de mens paragonimiasis veroorzaken, waarbij met name longweefsel wordt aangetast (Yoshida et al. 2019). Ook andere zoogdieren, waaronder honden, wilde zwijnen en herten kunnen als gastheer dienen (Banzai et al. 2021). Voortplanting van *P. westermani* is in Europa nog niet vastgesteld, en is hoe dan ook afhankelijk van zoetwaterslakken, die obligaats als eerste tussengastheer dienen. In de volgende paragraaf is hierover een kennislacune opgenomen.

3.9 IMPACT

In het brak- en zoetwatermilieu kan de wolhandkrab schade veroorzaken. Het **schadebeeld** omvat verschillende elementen (Soes et al. 2007). We beperken ons hieronder tot elementen die de doelstelling van dit rapport raken (i.e. het identificeren van kennislacunes inzake de noodzaak tot, en mogelijkheden voor, beheer in Vlaanderen).



- Juveniele krabben die zich in de getijdenzone boven de laagwaterlijn bevinden, graven holen om zich overdag en tijdens eb te beschermen tegen uitdroging en/of roofdieren. Alternatief verschuilen de dieren zich tussen dichte vegetatie, stenen, of feitelijk eender wat voldoende bescherming biedt (Veldhuizen & Stanish 1999). De vele holen die aldus ontstaan, kunnen de stabiliteit van de oeverzone aantasten, met een impact op het economisch of recreatief gebruik, maar ook op de ecologische waarde ervan (bv. erosie van rietvegetaties). Deze **graafschade** is de voornaamste impact die tot de opname van wolhandkrab op de Unielijst heeft geleid (NNS 2011).

Kennislacune: wat is de precieze omvang van de graafschade in Vlaanderen (locaties, densiteiten, ondergrond, sedimentbudget, morfologie, stabiliteit...)?

- De beweging van krabben en hun onderlinge interacties leiden tot de **vernietiging van planten** in de waterkolom (Schoelynck et al. 2020). Hoewel de plantendelen door de krabbenscharen niet noodzakelijk doormidden worden geknipt, zijn de kwetsuren belangrijk genoeg om tot afsterving te leiden. Dit is vastgesteld voor aarvederkruid (*Myriophyllum spicatum*) in een mesocosm-omgeving, maar het effect lijkt zodanig sterk te zijn dat een wezenlijke degradatie van waterplantvegetaties in het veld reëel is. Herbivorie droeg in dit experiment beperkt bij tot de vernietiging.

Kennislacune: welke waterplantensoorten hebben te leiden onder directe schade (t.g.v. herbivorie) of indirecte schade (t.g.v. vertrapping, beschaduwning) door wolhandkrab?

Kennislacune: waar in Vlaanderen is de impact op waterplantvegetaties aanzienlijk (dichtheid krabben vs. waterplantbiomassa)? Is er een kritische dichtheid (of andere drempel) waarboven beheer nodig is?

- De beweging van krabben op waterbodems kan tevens de **waterkwaliteit** negatief beïnvloeden, doordat sediment opwelt (bioturbatie). Dit leidt potentieel tot vertroebeling van de waterkolom en vrijstelling van nutriënten of schadelijke stoffen, en tegelijk tot minder lichtdoorval waardoor de fotosynthese bij groene planten bemoeilijkt wordt.
- Door hun brede dieet is de **impact op het aquatisch voedselweb** complex (Snyder & Evans 2006). Afnames van soorten die worden gepredeerd, begraasd of gekwetst door wolhandkrab, kunnen op zich weer effecten hebben verderop in het voedselweb. Zo is intense predatie vastgesteld op de zoetwatervlokreeft (*Gammarus pulex*), een belangrijke afbreker van organisch materiaal zoals bladval (Rosewarne et al. 2016). Deze Britse mesocosm-studie stelde in dit opzicht een ingrijpender impact vast van wolhandkrab dan van de uitheemse Californische rivierkreeft (*Pacifastacus leniusculus*) of de inheemse zoetwaterkreeft (*Austropotamobius pallipes*). In veldsituaties kunnen nog tal van andere processen (bv. competitie, facilitatie, populatieregulering, functionele vervanging...) deze trofische interacties beïnvloeden. Dit maakt de totale impact moeilijk te begrijpen, al is deze, gelet op de grote aantallen, vermoedelijk wel sterk.

Kennislacune: wat is de algemene, trofische positie van wolhandkrab in het voedselweb in Vlaamse wateren?

- Een ecologische impact door de **overdracht van kreeftenpest** is nog niet ten gronde onderzocht, maar wordt wel sterk vermoed. De kreeftenpest is alvast vastgesteld op wolhandkrabben op meerdere locaties in de Rijn (Schrimpf et al. 2014). De grote mobiliteit



van de soort indachtig, hypothekeert wolhandkrab dus mogelijk het herstel van inheemse rivierkreeften ten gunste van uitheemse kreeften over grote delen van West-Europa.

Kennislacune: zijn wolhandkrabben in Vlaanderen drager van de kreeftenpest?

- De **longbot** *P. westermanni* is vermoedelijk afwezig in West-Europa, en het risico op introductie is vermoedelijk laag. Er wordt dan ook aangenomen dat wolhandkrab hier geen relevante impact heeft. Toch is dit risico in essentie onbekend. Zoetwaterslaksoorten die als tussengastheer zouden kunnen dienen, zijn daarbij bepalend en verdienen in dat opzicht ook nauwer onderzoek (P. Dorny, Instituut voor Tropische Geneeskunde, pers. comm.). Zoals aangegeven door Soes et al. (2007), moet daarbij ook naar soorten in de aquariumhandel worden gekeken.

Kennislacune: welke West-Europese zoetwaterslaksoorten zouden als eerste tussengastheer kunnen dienen voor longbot? Zou wolhandkrab vervolgens een tweede tussengastheer kunnen zijn?

- Waar krabben de waterlopen in grote aantallen verlaten ter hoogte van barrières, kan **overlast** optreden ten aanzien van gebruikers, recreanten, of omwonenden. Dergelijke barrières bevinden zich doorgaans in het publieke domein, en zijn vaak recreatief ontsloten (watermolens, sluizen, jaag-/fietspaden...). De dieren kunnen daarbij bv. in kelders komen vast te zitten, al zijn ze ook in staat (bakstenen) muren op te klimmen. Waar dit tot grote mortaliteit leidt, gaat dit gepaard met geuroverlast.

Kennislacune: waar in Vlaanderen wordt overlast gemeld? Tekenen er zich patronen af?

- De **koelwateronttrekking** van thermische, nucleaire of industriële installaties moet voorzien zijn van systemen om organismen weg te filteren (Attrill & Thomas 1996). Verschillende van zulke systemen zijn in Vlaanderen langs de Schelde en kanalen gelegen, waarvan de belangrijkste -qua debiet, locatie, en belang- de kerncentrale van Doel is (Vlietinck 2008). De aanwezigheid van wolhandkrab is hier bekend (Maes et al. 1996), maar vormt er geen specifieke bezorgdheid. De systemen en hun onderhoud zouden in afwezigheid van de soort in essentie dezelfde zijn (M. Aerts, Engie Electrabel, pers. comm.). De gevolgen van de graafactiviteiten van wolhandkrab voor de stabiliteit van de dijken, in aanvulling op die van konijnen en vossen aan de landzijde, worden als een specifiek risico genoemd.
- De wolhandkrab kan ook tot kleinschalige **materiaalschade** leiden, bv. aan fuiken of ander visserijgereedschap.



4 BESTRIJDING

Zoals aangegeven onder 2.7, kan het **beheer** van wolhandkrabben verschillende doelstellingen dienen: overlastbeheersing, indamming, beheersing of uitroeiing. Voor het lokaal niveau kan elk van deze doelen van toepassing zijn, maar voor het gewestelijk niveau wordt uitroeiing niet langer haalbaar geacht.

In dit hoofdstuk bespreken we potentiële en actuele methoden voor de bestrijding van wolhandkrab. We beperken ons daarbij tot methoden die redelijkerwijs toegepast kunnen worden in Vlaamse waterlopen. Methoden voor chemische, biologische en genetische bestrijding worden hiermee uitgesloten, wegens onbestaande of ongewenst, en de bespreking beperkt zich dus in essentie tot **fysische methoden**. Een aantal van deze methoden zijn uitgewerkt in de eerdere vermelde handleiding (ANB & INBO 2017). Deze methoden combineren doorgaans een barrièrewerking met een vangstwerking.

4.1 GELEIDING EN VANGST OP LAND

In gevallen waarbij overlastbeheersing als doel wordt voorop gesteld, kan de **barrièrewerking** voldoende zijn. In dit geval worden krabben verhinderd om de plaatsen te bereiken waar ze overlast berokkenen (bv. waar krabben het water verlaten). Eender welk glad materiaal (metaal of kunststof) kan hiervoor dienst doen. De ingrepen zijn dan ook makkelijk uitvoerbaar en relatief goedkoop, en vragen minimale opvolging (Figuur 8).



Figuur 8 – Een bewegingsbarrière voor wolhandkrabben langsheen de Demer te Aarschot (2017). Een lokale stroomversnelling t.h.v. een watermolen doet de krabben het water verlaten. Door een afscheiding in plexiglas wordt de overlast van zich over het land verspreidende krabben beperkt (Foto's: B. D'hondt.)

Een barrière op land kan de dieren ook **afleiden** naar een vangstinstallatie. Dergelijke systemen werden vroeger al toegepast (Panning 1938). Analoog aan geleidingssystemen voor amfibieën, bestaat de meest elementaire uitvoering daarvan uit een kuil of ingegraven emmer. In dit geval is opvolging noodzakelijk, om krabben te verwijderen (en daarmee ook geuroverlast te vermijden) en bijvangsten vrij te stellen. Het gebruik van een dubbele emmer vergemakkelijkt lediging (Figuur 9).



Figuur 9 – Een bewegingsbarrière met vangstemmers voor wolhandkrab langsheen de Demer te Aarschot (2017). (Foto's: B. D'hondt.)

4.2 VANGST ONDER WATER

Fuiken op de waterbodem vangen wolhandkrabben passief af. Voor kleine exemplaren, zoals de stroomopwaarts migrerende juvenielen, is een kleine maaswijdte nodig (1 cm). Voor grote exemplaren, zoals de stroomafwaarts migrerende adulten, volstaan de gangbare maaswijdtes. Tijdens de migratie worden onder ideale omstandigheden gemakkelijk honderden specimens per lediging gevangen (Peeters 2017, Figuur 10).



Figuur 10 – Een grote vangst met behulp van een rattenfuike, ter hoogte van het Albertkanaal (2016). Overgenomen uit Vercammen (2016).

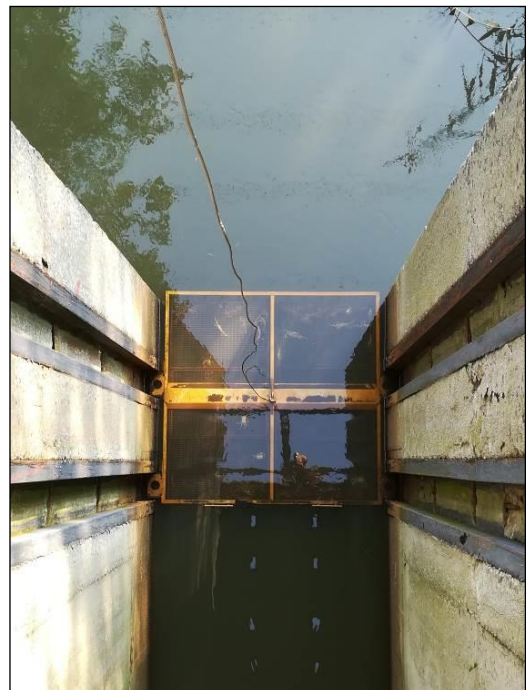
De **selectiviteit** van fuiken is beperkt, maar kan mits een aantal ingrepen wel worden beïnvloed, bv. door de plaatsing en dimensies van de ingangen, het gebruik van lokaas, of het voorzien van ontsnappingsmogelijkheden (Figuur 11). Daarnaast moet rekening worden gehouden met risico's voor onbedoelde vangsten van zeldzame predatoren, zoals otter. Een nauwe opvolging blijft evenwel noodzakelijk, en het gebruik van fuiken is dan ook vrij arbeidsintensief. De opvolging kan verder worden bemoeilijkt door de fysieke terreingesteldheid, waterstand en/of de verenigbaarheid met de functies van het waterlichaam.





Figuur 11 – Fuiken gebruikt voor de vangst van wolhandkrab. Links met één ingang (inkeling) en twee horizontale visuitgangen, rechts met twee inkelingen en één verticale visuitgang (2017).

Waar de infrastructuur dit toelaat, kan het lichten van de fuiken worden gemechaniseerd of anderszins worden vergemakkelijkt (Figuur 12).



Figuur 12 – Een kooilift voor de vangst van wolhandkrab te Zandhoven (2017). De installatie is ingebed in een duikerhoofd, dat tevens een migratieknelpunt vormt. Zie Peeters (2017) voor meer details. (Foto's: B. D'hondt.)

4.3 GELEIDING EN VANGST ONDER WATER

Doordat de dieren zich over de bodem bewegen en niet kunnen zwemmen, kan een selectieve vangst worden uitgevoerd met een zogenaamde **sleufval** of krabbensleuf (Figuur 13). De



dieren worden daarbij in een bak met gladde binnenwanden geleid (Kampen 2013). Idealiter overspant deze bak de ganse breedte van de waterloop (of vistrap). Van daaruit worden enige ontsnappingsmogelijkheden voorzien, die de krabben leiden tot waar de uitvoerder dat wenst, ook boven het wateroppervlak. Dit laat een spontane sortering en dus een selectieve vangst toe. Doordat de val met name de voorjaarsmigratie belemmert, zou zo een val het bovenstrooms gedeelte van de waterloop mettertijd in principe kunnen vrijwaren van wolhandkrab. Een aantal dergelijke installaties zijn reeds operationeel, of gepland (Tabel 1).

Tabel 1 – Overzicht van sleufvalsystemen voor wolhandkrab in Vlaanderen

Locatie	Opmerking	Ingebruikname	Beheerder
Kleine Nete, Grobbendonk	In vistrap, zonder retour	2018	VMM
Driesesloot, Wichelen	In sluis met vistrap, zonder retour	2019	VMM
Melsenbeek, Merelbeke	In vistrap, met retour	2021	Prov. Oost-Vlaanderen
Ringvaart, Merelbeke	In vistrap, met retour	concept	DVW

De sleufval op de **Kleine Nete** te Grobbendonk (Antwerpen) wordt in detail beschreven door Schoelynck et al. (2021). Deze auteurs testten ook de effectiviteit ervan tijdens 2018 en 2019, en dekten aldus twee op- en twee afwaartse migratiegolven af. De voorjaarsvangsten bedroegen respectievelijk 365.000 dieren ($\pm 2,5$ ton versgewicht) en 714.000 dieren ($\pm 3,5$ ton). In combinatie met merk-hervangstgegevens kon worden geconcludeerd dat de sleufval efficiënt en selectief is: het aandeel migrerende krabben dat in de krab belandt, is groot (maar niet 100%), en de bijvangst bleek heel beperkt (er werden enkel twee padden aangetroffen). De opstelling zelf vraagt een relatief lage installatiekost, en blijkt tot nu toe robuust (mits een aantal verbeteringen in functie van het onderhoud, bv. om slibvang tegen te gaan). Het belangrijkste knelpunt situeert zich in de hoge opvolgingskost, gezien de containers manueel geleidigd moeten worden.





Figuur 13 – Linksboven: de vistrap van de Kleine Nete te Grobbendonk. Rechtsboven: de ‘krabbensleuf’. Linksonder: zicht op de sleufval bij verlaagde waterstand. Rechtsonder: een 24-uursvangst tijdens de voorjaarsmigratie (juni 2021). (Foto’s: B. D’hondt.)

De toepassing van sleufvallen is dus beloftevol, en het is daarom aangewezen om bij infrastructuurwerken op waterlopen (bv. bij vistrappen) te overwegen om tenminste een **sokkel** (bodemplaat) te voorzien voor de toekomstige uitbouw van een sleufval (Schoelynck et al. 2021). Een dergelijke basis voorziet immers in een potentieel hoge natuurwinst voor een relatief lage infrastructuurkost. Gezien sommige dieren een sleufval toch blijken te kunnen passeren, kan daarbij ook een systeem van een dubbele of meervoudige sleufval worden overwogen.

Kennislacune: wat is de efficiëntiewinst van een twee- of meervoudige sleufval?



Een sleufval is ook geïntegreerd in de vistrap op de **Driesesloot**, waar deze uitmondt in de Schelde, te Wichelen (Oost-Vlaanderen). Het betreft hetzelfde type val als hierboven beschreven (Figuur 14). De lediging gebeurt bijgevolg ook manueel. In 2020 werden in een visbemonstering in het achterliggende waterlopenstelsel van de Oude Schelde minder wolhandkrabben aangetroffen dan in voorgaande campagnes, wat met enige voorzichtigheid aan de val wordt toebedeeld (Breine et al. 2021b).



Figuur 14 – Links: zicht vanaf de Scheldedijk op de Driesesloot (rechts in beeld) en de Oude Schelde (achteraan). Rechts: de sleufval in de Driesesloot. (Foto's: B. D'hondt.)

Om (de kost van) manuele lediging te vermijden, kunnen sleufvallen worden uitgerust met een **retoursysteem**, waarbij de krabben niet in een container terecht komen, maar naar een stroomafwaarts punt in de waterloop worden teruggeleid.

Een retoursysteem is geïmplementeerd in de sleufval op de **Melsenbeek**, waar deze uitmondt in de Schelde, te Merelbeke (Oost-Vlaanderen; Figuur 15). In de vispassage naast de getijdenstuw tussen de boven-Zeeschelde en de Bovenschelde op de Ringvaart, eveneens te Merelbeke, wordt ook een retoursysteem gepland.

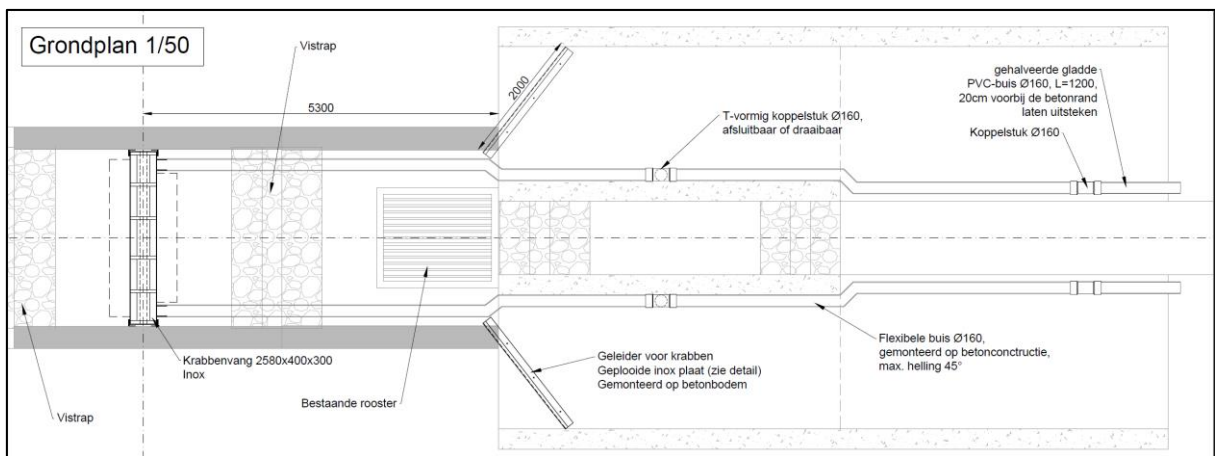
Voorlopig ontbreekt het ons aan inzichten in de gedragsmatige en ecologische **gevolgen** van de retourbeweging. Volharden de krabben in hun poging, of zoeken zij andere opties of oorden op? Indien er sprake is van een concentratie van levende of dode krabben vóór de sleufval, wat betekent dit voor de lokale (a)biotiek? Voor de verdere uitrol van sleufvallen met retoursystemen in Vlaanderen is dit een belangrijke, nog uit te klaren kennislacune.

Kennislacune: wat zijn de gedragsmatige en ecologische gevolgen van het retoursysteem?

Zoals gesteld, bleek er uit de wetenschappelijke opvolging van de val op de Kleine Nete geen noemenswaardig negatieve impact op andere fauna. Ook bij het regelmatige onderhoud van de val worden geen neevangsten vastgesteld (P. Van Loon, VMM, pers. comm.). Toch moet voorzichtig worden omgesprongen met een extrapolatie van die vaststelling. Op andere locaties kunnen andere soorten voorkomen, en ook kunnen voor sommige, kwetsbare soorten ook kleine verliezen van betekenis zijn.

Kennislacune: zijn er negatieve effecten verbonden aan het gebruik van sleufvallen (met of zonder retoursystemen) voor wat andere fauna betreft?





Figuur 15 – Links: zicht op de sleufval op de Melsenbeek (foto: Alain Dillen, ANB). Rechts: het stroomafwaartse eind van de retourbuizen (foto: Alain Dillen, ANB). Onder: het grondplan van het retoursysteem (bron: Prov. Oost-Vlaanderen, Dienst Integraal Waterbeleid).

De ultieme vraag is uiteraard wat de efficiëntie is van deze valsystemen voor het vrijwaren van de bovenstroomse riviersegmenten. Daar is op heden geen duidelijkheid over. Een schatting van de impact kan modelmatig worden becijferd op basis van vangststatistieken (waarvan een aanzet wordt gegeven door Schoelynck et al. 2021), maar de gerealiseerde impact zal enkel door middel van een langetermijnsmonitoring kunnen worden vastgesteld.

Kennislacune: in hoeverre leiden sleufvalsystemen tot een effectieve, permanente afname van de populatie in het bovenstrooms gedeelte?

4.4 DODING

Het natraject omvat het doden en de verwerking van kadavers. Het **doden** van gevangen dieren wordt toegelicht in de eerder vermelde handleiding (ANB & INBO 2017). Daarbij moet worden gestreefd naar de meest selectieve, snelste en voor de dieren minst pijnlijke methode die voorhanden is. Voor de vangst van grote aantallen krabben is ook het welzijn van de bestrijder van belang, met name voor wat potentiële geurhinder en het tillen van lasten betreft.



De pollutiegraad in het oostelijk gedeelte van de Westerschelde behoort tot de hoogste ter wereld (referenties in Stevens & De Beck 2010). Gezien het vermoedelijke belang van deze locatie als kraamkamer voor wolhandkrab in **Vlaanderen**, maakt dit de mogelijkheid tot commercialisering twijfelachtig. Toch is de voedselgeschiktheid in wezen onbekend, en verdient dit nader onderzoek.

Kennislacune: zijn Vlaamse wolhandkrabben voedselveilig?

Commercieel gebruik van wolhandkrab is onder de Europese verordening in regel verboden. Als beheersmaatregel kan dit wel worden toegestaan, indien dit past in het beheer van de soort, en alle passende controles aanwezig zijn om verdere verspreiding te vermijden. Deze voorwaarden komen voort uit het wezenlijke risico dat commercieel gebruik verspreiding in de hand werkt, in plaats van tegenwerkt (Nuñez et al. 2012).

4.5.4 Chitosan

Een potentieel interessante toepassing is als bron van **chitosan**. Het exoskelet (pantser) van kreeftachtigen bestaat immers uit chitine, een biopolymeer waarvan chemisch afgeleide vormen meerdere toepassingen kennen. Chitosan is de gedeacetylerde vorm van chitine en combineert een reeks unieke eigenschappen, waarmee zij feitelijk geen synthetisch (petrochemisch) equivalent kent (Pakizeh et al. 2021).

Zo kan chitosan worden gebruikt binnen levende wezens (biocompatibiliteit). Ook kan zij in eender welke vaste vorm worden gemaakt (bv. als coating, vezel, poeder, oplossing, gel, capsule...). Dit verleent de stof **medische, farmaceutische, cosmetische, landbouwkundige en milieutechnische** toepassingen (bv. voor prothesen, contactlenzen, toediening van geneesmiddelen, gewasbescherming, waterzuivering...). De waarde van de wereldwijde chitosanmarkt werd voor 2019 geraamd op 1,7 miljard dollar (\pm 1,5 miljard euro), en wordt geschat te verdrievoudigen tegen 2027 (Mandon & Prasad 2020).

Chitine (en dus chitosan) kan, naast kreeftachtigen, ook uit schimmels, insecten of zelfs vissen worden gewonnen. Commercieel vormen zij in essentie rivaliserende bronnen, omdat de processtappen licht verschillen. Bij kreeftachtigen gaat het dan in principe om de verwerking van restproducten uit de **schaaldierindustrie**, waarbij de verwerking van garnalen enkele voordelen vertoont tegenover dat van krabben (Kumari et al. 2017). Niettemin verwacht bovengenoemde marktstudie een relatief sterkere groei in het segment van de krabbenverwerking (Mandon & Prasad 2020). Dit rapport noemt ook een Belgisch bedrijf als belangrijke wereldspeler op de chitosanmarkt.

Kennislacune: beschikt Vlaanderen over een nabije markt voor chitosan, waar de stroom van beheerresten kan op aansluiten?



5 KENNISLACUNES

In dit hoofdstuk worden de kennislacunes hernomen en geannoteerd. Het gaat uitsluitend om suggesties. Hierbij worden ook mogelijke kennispartners genoemd. Deze zijn beperkt tot de publieke sector, op basis van voorgaand werk of de ons bekende expertise. Uiteraard kunnen ook de private markt of (niet-geenemde) universiteiten en hogescholen voor studiewerk worden aangeschreven.

‘ref’ verwijst naar referenties die in het betreffende tekstgedeelte zijn genoemd.

Er wordt tevens een indicatie gegeven van de prioriteit (** = hoog, * = laag), in het licht van de lopende of geplande acties voor wolhandkrabbeheer in Vlaanderen.

#	par.	mogelijke benaderingen	kennispartners	prioriteit
1	2.5	<i>Welke circuits voor commercieel of culinair gebruik zijn er actief (legaal en illegaal, in binnen- en buitenland), en welke risico's geven zij voor (her)introducties?</i>		
		marktonderzoek (navraag, interviews). Zie ref.	ILVO, FOD Economie, FAVV	*
2	2.5	<i>Het resterend belang van ballastwater bij internationaal maritiem transport (o.a. Zeebrugge, Antwerpen) als introductieroute voor Vlaanderen.</i>		
		veldonderzoek (staalname), modelbenadering	VLIZ, FOD Mobiliteit en Vervoer	*
3	2.6	<i>Hoe kan er een vroege-detectiesysteem worden opgezet voor potentieel invasieve kreeftachtigen in Vlaanderen?</i>		
		literatuuronderzoek, veldonderzoek (staalname)	INBO, VMM, DVW, provincies	**
4	3.2	<i>Welke temporele evoluties vertonen de verspreiding en de aantallen van wolhandkrab in Vlaanderen sinds de eerste introductie? Waardoor worden die evoluties verklaard?</i>		
		literatuuronderzoek (longitudinale analyse)	UA, INBO	*
5	3.3	<i>Waar liggen de voor de Vlaamse populatie(s) relevante voortplantingsgebieden exact?</i>		
		veldonderzoek (zenderonderzoek, staalname)	UA, INBO, LifeWatch, VLIZ	***
6	3.3	<i>Hoe is de wolhandkrabpopulatie gestructureerd op het niveau van (internationale) stroomgebieden?</i>		
		veldonderzoek (staalname), modelbenadering (oceanografie), genetica (populatiegenetica, eDNA)	VLIZ, KBIN	**
7	3.4	<i>Waar speelt de larvale ontwikkeling van de Vlaamse wolhandkrabbenpopulatie zich exact af?</i>		
		veldonderzoek (staalname), genetica (eDNA), modelbenadering (nichemodellering, oceanografie). Zie ref.	VLIZ, KBIN	**
8	3.4	<i>Hoe verloopt de voorjaarsmigratie in Vlaanderen (trajecten, aantallen, snelheden...)</i>		



		Idem als #5	Idem als #5	**
9	3.4	Hoe groot is de terrestrische mobiliteit, in gewone en ongewone situaties, en hoe vertaalt zich dat in risico's voor (her)besmetting?		
		veldonderzoek (experiment)	UA, INBO	**
10	3.4	Hoe verloopt de najaarsmigratie in Vlaanderen (trajecten, aantallen, snelheden...)		
		Idem als #5	Idem als #5	**
11	3.5	Welke temporele fluctuaties toont de soort in Vlaanderen? Welke factoren verklaren deze fluctuaties?		
		veldonderzoek (monitoring)	UA, INBO, VMM, DVW, prov.	*
12	3.7	Welke zijn de belangrijkste predatoren van wolhandkrab in Vlaanderen en kunnen deze, in natuurlijke aantallen, de aantallen van wolhandkrab significant beïnvloeden?		
		veldonderzoek (staalname, experiment, faecale analyse), labo-onderzoek (experiment)	UA, INBO, VMM	**
13	3.7	Draagt de wolhandkrab betekenisvol bij aan het dieet van regionaal belangrijke diersoorten (bv. otter, wasbeer, Amerikaanse nerts, watervogels)?		
		literatuuronderzoek, genetica (barcoding), veldonderzoek (faecale analyse)	UA, INBO	*
14	3.9	Wat is de precieze omvang van de graafschade in Vlaanderen (locaties, densiteiten, ondergrond, sedimentbudget, morfologie, stabiliteit...)?		
		veldonderzoek (staalname, experiment), labo-onderzoek (experiment), modelbenadering (sedimentologie)	UA, DVW	**
15	3.9	Welke waterplantsoorten hebben te leiden onder directe (t.g.v. herbivorie) of indirecte (t.g.v. betrapping) schade door wolhandkrab?		
		veldonderzoek (experiment), labo-onderzoek (experiment), literatuuronderzoek. Zie ref.	UA, INBO	***
16	3.9	Waar in Vlaanderen is de impact op waterplantvegetaties aanzienlijk (dichtheid krabben vs. waterplantbiomassa)? Is er een kritische dichtheid (of andere drempel) waarboven beheer nodig is?		
		veldonderzoek (staalname, monitoring)	UA, INBO	**
17	3.9	Wat is de algemene, trofische positie van wolhandkrab in het voedselweb in Vlaamse wateren?		
		veldonderzoek (isotopenanalyse), labo-onderzoek (experiment)	UA, INBO	**
18	3.9	Zijn wolhandkrabben drager van de kreeftenpest?		
		veldonderzoek (staalname), genetica (barcoding, eDNA)	INBO	***
19	3.9	Welke West-Europese zoetwaterslaksoorten zouden als eerste tussengastheer kunnen dienen voor longbot? Zou wolhandkrab vervolgens een tweede tussengastheer kunnen zijn?		
		literatuuronderzoek (malacologie, parasitologie)	ITG	*
20	3.9	Waar in Vlaanderen wordt overlast gemeld? Teken er zich patronen af?		
		marktonderzoek (navraag)	provincies, VVSG	*
21	4.3	Wat is de efficiëntiewinst van een twee- of meervoudige sleufval?		

////////////////////////////////////

6 REFERENTIES

- Adriaens T, Branquart E, Gosse D, Reniers J & Vanderhoeven S. (2019). Feasibility of eradication and spread limitation for species of Union concern sensu the EU IAS Regulation (EU 1143/2014) in Belgium. 222 p. <https://doi.org/10.21436/17033333>
- Adriaens T, Cartuyvels E, Denys L, Devisscher S, Oldoni D, Packet J, Provoost S, Scheers K, Soors J, Vandevoorde B, Vandekerckhove K, Verreycken H, Van Landuyt W & Vught I. (2020). Invasieve Exoten in Vlaanderen: toestand en beleidsaanbevelingen : achtergrondrapport bij het Natuurrapport 2020. 61 p. <https://doi.org/10.21436/inbor.19288287>
- Adriaens T, Vandegehuchte M & Casaer J. (2015). Basisdocument voor het opmaken van een code van goede praktijk (best practice) voor invasieve exoten. 35 p., ANB & INBO. (2017). Handleiding voor overlastbeheersing van Chinese wolhandkrab in Vlaanderen. 28 p.,
- Anger K (1990) Der Lebenszyklus der Chinesischen Wollhandkrabbe (*Eriocheir sinensis*) in Norddeutschland: Gegenwärtiger Stand des Wissens und neue Untersuchungen. Seevögel 11 (2): 32-36.
- Anger K (1991) Effects of Temperature and Salinity on the Larval Development of the Chinese Mitten Crab *Eriocheir Sinensis* (Decapoda: Grapsidae). Marine Ecology Progress Series 72 (1/2): 103-110.
- Attrill MJ & Thomas RM (1996) Long-term distribution patterns of mobile estuarine invertebrates (Ctenophora, Cnidaria, Crustacea: Decapoda) in relation to hydrological parameters. Marine Ecology Progress Series 143: 25-36.
- Banzai A, Sugiyama H, Hasegawa M, Morishima Y & Kawakami Y (2021) Paragonimus westermani metacercariae in two freshwater crab species in Kagoshima Prefecture, Japan, as a possible source of infection in wild boars and sika deer. Journal of Veterinary Medical Science: 20-0576.
- Boets P, Lock K, Adriaens T, Mouton A & Goethals P (2012) Distribution of crayfish (Decapoda, Astacoidea) in Flanders (Belgium): an update. Belgian Journal of Zoology 142 (1): 86-92.
- Breine J, Brosens D & Desmet P (2021a) VIS - Estuarine monitoring in Flanders, Belgium (post 2013). Version 1.12. Research Institute for Nature and Forest (INBO). Sampling event dataset accessed via GBIF.org on 2021-04-07. <https://doi.org/10.15468/jhv16z>
- Breine J, De Bruyn A, Galle L, Lambeens I, Maes Y, Terrie T, Van Thuyne G & Mertens W. (2021b). Visbestandopnames in Sigmagebieden 2020. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek. 10.21436/inbor.29272283
- Breine J, Verreycken H, De Boeck T, Brosens D & Desmet P. (2021c). VIS - Fishes in estuarine waters in Flanders, Belgium. Version 9.7. Research Institute for Nature and Forest (INBO). Occurrence dataset accessed via GBIF.org on 2021-04-07. <https://doi.org/10.15468/estwpt>
- Choi DW (1990) Paragonimus and paragonimiasis in Korea. The Korean Journal of Parasitology 28 (Suppl): 79-102.
- Clark PF, Campbell P, Smith B, Rainbow PS, Pearce D & Miguez RP. (2008). The commercial exploitation of Thames mitten crabs: a feasibility study.
- Czerniejewski P, Wawrzyniak W & Rybczyk A (2010) Diet of the Chinese mitten crab, *Eriocheir sinensis* H. Milne Edwards, 1853, and potential effects of the crab on the aquatic community in the River Odra/Oder estuary (N.-W. Poland). Crustaceana 83 (2): 195-205.

- Devisscher S, Adriaens T, Brosens D & Desmet P. (2021). Invasive species - Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*) in Flanders, Belgium. Version 1.8. Research Institute for Nature and Forest (INBO). Occurrence dataset accessed via GBIF.org on 2021-04-07.
<https://doi.org/10.15468/eakzzv>
- Dittel AI & Epifanio CE (2009) Invasion biology of the Chinese mitten crab *Eriocheir sinensis*: A brief review. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 374: 79-92.
10.1016/j.jembe.2009.04.012
- Gollasch S. (1999). Current status on the increasing abundance of the Chinese Mitten Crab *Eriocheir sinensis* in German rivers.
- Hanson E & Sytma M (2008) The potential for mitten crab *Eriocheir sinensis* H. Milne Edwards, 1853 (Crustacea: Brachyura) invasion of Pacific Northwest and Alaskan Estuaries. *Biol Invasions* 10: 603–614.
- Herborg L-M, Rushton SP, Clare AS & Bentley MG (2003) Spread of the Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis* H. Milne Edwards) in Continental Europe: analysis of a historical data set. *Hydrobiologia* 503: 21-28.
- Kampen J. (2013). Eindverslag van de krabbengoot. 15 p.,
- Kumari S, Annamareddy SHK, Abanti S & Rath PK (2017) Physicochemical properties and characterization of chitosan synthesized from fish scales, crab and shrimp shells. *International journal of biological macromolecules* 104: 1697-1705.
- Leijzer TB, Schram E, van der Heul JW & Bult T. (2007). Een verkenning naar de mogelijkheden voor opslag van levende wolhandkrab. 29 p.,
- Lescrauwaet A-K, Vandepitte L, Fockedey N, De Pooter D, Verleye T & Mees J (2015) Invasive Alien Species in Belgian marine waters: an information platform and checklist for science and policy support. *Management of Biological Invasions* 6 (2): 209-213.
<http://dx.doi.org/10.3391/mbi.2015.6.2.11>
- Lestage JA (1935) La présence en Belgique du Crabe chinois (*Eriocheir sinensis* H. Milne-Edwards). *Annales de la Société royale zoologique de Belgique* 66: 113-118.
- Maes J, Taillieu A, Van Damme P & Ollevier F. (1996). Impact van watercaptatie via het waterpompstation van de Kerncentrale van Doel 3/4 op de biota van de Beneden-Zeeschelde. Studierapport in opdracht van Electrabel. Leuven. 111 p. + bijlagen p.,
- Mandon P & Prasad E. (2020). Chitosan Market by Source (Shrimp, Squid, Crab, Krill, and Others) and Application (Water Treatment, Biomedical & Pharmaceutical, Cosmetics, Food & Beverage, and Others): Global Opportunity Analysis and Industry Forecast, 2020–2027.
- Nepszy SJ & Leach JH (1973) First Records of the Chinese Mitten Crab, *Eriocheir sinensis*, (Crustacea:Brachyura) from North America. *Journal of the Fisheries Board of Canada* 30 (12): 1909-1910.
- NNSS. (2011). GB non-native organism risk assessment scheme : *Eriocheir sinensis* - Chinese Mitten Crab (H. Milne Edwards, 1853).
- Nuñez MA, Kuebbing S, Dimarco RD & Simberloff D (2012) Invasive species: to eat or not to eat, that is the question. *Conservation Letters* 5 (5): 334-341.
- NWSIUS. (2020). Pathways of unintentional introduction and spread of 66 invasive alien species of Union concern in Belgium. Brussels. 32 p.,
- Pakizeh M, Moradi A & Ghassemi T (2021) Chemical Extraction and Modification of Chitin and Chitosan from Shrimp Shells. *European Polymer Journal*: 110709.
- Panning A (1938) The Chinese Mitten Crab. *Annual Report Smithsonian Institution*: 361-375 (+ platen).
- Park S, Epifanio CE & Grey EK (2004) Behavior of larval *Hemigrapsus sanguineus* (de Haan) in response to gravity and pressure. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 307: 197– 206.

- Peeters B. (2017). Onderzoek naar de vangsttechniek voor de Chinese wolhandkrab – experimentele vangstkooi op de Molenbeek-Bollaak Thomas More Hogeschool Geel. Promoter: 61 p.,
- Rosewarne PJ, Mortimer RJ, Newton RJ, Grocock C, Wing CD & Dunn AM (2016) Feeding behaviour, predatory functional responses and trophic interactions of the invasive Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*) and signal crayfish (*Pacifastacus leniusculus*). *Freshwater Biology* 61 (4): 426-443.
- Schoelynck J, Van Loon P, Heirmans R, Jacobs S & Keirsebelik H (2021) Design and testing of a trap removing Chinese mitten crabs (*Eriocheir sinensis*, H. Milne Edwards, 1853) from invaded river systems. *River Research and Applications* 37 (2): 307-317.
<https://doi.org/10.1002/rra.3635>
- Schoelynck J, Wolters J-W, Teuchies J, Brion N, Puijalon S, Horemans DM, Keirsebelik H, Bervoets L, Blust R & Meire P (2020) Experimental evidence for the decline of submerged vegetation in freshwater ecosystems by the invasive Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*). *Biological Invasions* 22 (2): 627-641.
- Schrimpf A, Piscione M, Cammaerts R, Collas M, Herman D, Jung A, Ottburg F, Roessink I, Rollin X & Schulz R (2017) Genetic characterization of Western European noble crayfish populations (*Astacus astacus*) for advanced conservation management strategies. *Conservation Genetics* 18 (6): 1299-1315. <https://doi.org/10.1007/s10592-017-0981-3>
- Schrimpf A, Schmidt T & Schulz R (2014) Invasive Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*) transmits crayfish plague pathogen (*Aphanomyces astaci*). *Aquatic Invasions* 9 (2).
- Snyder WE & Evans EW (2006) Ecological effects of invasive arthropod generalist predators. *Annu Rev Ecol Evol Syst* 37: 95-122.
- Soes DM, van Horssen PT, Bouma S & Collombon MT. (2007). Chinese wolhandkrab: een literatuurstudie naar ecologie en effecten. 66 p.,
- Stevens M & De Beck L. (2010). Advies betreffende de Chinese Wolhandkrab langsheen de Schelde.
- Thiel H (1938) Die allgemeinen Ernährungsgrundlagen der chinesischen Wollhandkrabbe (*Eriocheir sinensis* Milne-Edwards) in Deutschland, insbesondere im Einwanderungsgebiet im weiteren Sinne. Mitt aus dem Hamb Zool Mus & Inst in Hamburg (47): 50-64.
- Van Damme D, Lostric C & Bruyneel M. (1987). Het kasteel en de meersen : grasduinen in natuur, geschiedenis en folklore van Laarne en Kalken. Kortrijk: Groeninghe.
- Vanreusel W, Swinnen K, Gielen K, Vercayie D, Driessens G, Veraghtert W, Desmet P & Herremans M. (2021). Waarnemingen.be - Non-native animal occurrences in Flanders and the Brussels Capital Region, Belgium. Version 1.35. Natuurpunt. Occurrence dataset accessed via GBIF.org on 2021-04-07. <https://doi.org/10.15468/k2aiak>
- Veldhuizen TC & Stanish S. (1999). Overview of the life history, distribution, abundance, and impact of the Chinese mitten crab, *Eriocheir sinensis*.
- Vercammen W. (2016). Chinese wolhandkrab oorzaak voor verdwijnen macrofyten op Grote Nete? Thomas More Hogeschool Geel. Promoter: 44 p.,
- Verleye T, De Raedemaeker F, Vandepitte L, Fockedey N, Lescauwaeet A-K, De Pooter D & Mees J. (2020). Niet-inheemse soorten in het Belgisch deel van de Noordzee en aanpalende estuaria. Oostende: Vlaams Instituut voor de Zee (VLIZ).
- Vlietinck K. (2008). Soortenbeschermingsplan voor de paling.
- Wouters K (2002) On the distribution of alien non-marine and estuarine macro-crustaceans in Belgium. *Bulletin van het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen Biologie* 72: 119-129.
- Yoshida A, Doanh PN & Maruyama H (2019) Paragonimus and paragonimiasis in Asia: an update. *Acta tropica* 199: 105074.



Zaalmink W & Rijk P. (2018). Vangsten, handel en consumptie van wolhandkrab in Nederland.
Wageningen. 16 p.,

