

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

Nadat in de jaren dertig uitgebreide studies zijn verricht naar de Chinese wolhandkrab is de aandacht voor de soort in Nederland opmerkelijk laag geweest. Dit is vooral opmerkelijk omdat in de tussentijd in binnen- en buitenland verschillende signalen zijn afgegeven dat de soort een negatieve impact zou kunnen hebben op het Nederlandse ecosysteem. Recentelijk lijkt de belangstelling voor de soort en de mogelijke effecten weer toe te nemen. De volgende gebeurtenissen en feiten zijn hier debet aan:

- beroepsvissers zijn begonnen met het exporteren van in Nederland gevangen Chinese wolhandkrabben naar China (Leijzer *et al.*, 2007);
- bij een vismigratieonderzoek in de Neder-Rijn in voorjaar 2006 zijn erg veel Chinese wolhandkrabben gevangen: in 19 weken 47.520 exemplaren (Winter, 2006);
- in Friesland en Groningen wordt de soort als een (mogelijk) serieus probleem gezien bij het verbeteren van de ecologische waterkwaliteit (Loonen *et al.*, 2005; Huver & Smit, 2005; Heukels, 2006)
- bij een studie naar de afwezigheid van waterplanten in het Noordzeekanaal is de Chinese wolhandkrab als één van de hoofdverdachten aangewezen, zie verder onderstaande box.
- bij onderzoeken naar visinzuig door centrales langs het Noordzeekanaal blijken grote hoeveelheden Chinese wolhandkrab te worden ingezogen, met als maximum in 2005-2006: 4.100 ex. op 9-5-2006 (Van Hoorn, 2007).

Uit het voorgaande is de vraag naar een overzicht van beschikbare kennis ontstaan. De onderliggende studie geeft een overzicht van de beschikbare literatuur en relevante monitoringsgegevens. De nadruk in deze studie ligt op de beschrijving van effecten van de Chinese wolhandkrab op inheemse soorten en soortgroepen. In het verlengde hiervan wordt ingegaan op het functioneren van ecosystemen in de Rijkswateren, mede in het licht van doelen zoals die in het kader van de Kaderrichtlijn zijn gesteld.

Kanaaloevers Tjap Tjoy voor Chinese krab

door de redactie, Telegraaf maandag 20 augustus 2007



AMSTERDAM - Gulzige Chinese wolhandkrabben hebben aan de natuurvriendelijke oevers van het Noordzeekanaal alle waterplanten opgevreten zodat er geen levend wezen meer te bekennen is.

De bijzondere ecologische waarde van dit gebied, de oevers bij Spaarnwoude en de Zuiderpolder, is door de vraatzuchtige krabben volledig vernietigd. Doordat bij beide oevers nu alle waterplanten zijn verdwenen, is er minder zuurstof in het water en kunnen kleine dieren niet meer in het groen schuilen. In Magazine De Water van Rijkswaterstaat waarschuwen ecologen dat het natuurgebied in het Noordzeekanaal door de verdwijning van de onderwaterfauna ook niet meer aan de Europese kaderrichtlijn water voldoet. Eén van de maatstaven van deze richtlijn is de aanwezigheid van waterplanten langs de oevers.

Ecologen van Rijkswaterstaat hebben er lang over gedaan voordat zij ontdekten wie verantwoordelijk waren voor het opvreten van de waterplanten. Eerst werd aan plantenetende vogels of vissen gedacht.

De wolhandkrabben vielen door de mand nadat ecooloog Arjen Kikkert en zijn medewerkster Sandra Roodzand kooien met 120 soorten waterplanten op de bodem langs de oevers hadden gezet. Vogels en vissen konden er niet bij, maar wel troffen zij tientallen wolhandkrabben in de kooien aan die zich via de bodem naar binnen hadden gegraven. De planten waren allemaal geëindigd als Chinese maaltijd. Er waren alleen nog wat sprietjes over.

Als oplossing denkt Rijkswaterstaat nu aan het kweken van een krabbestendige plant. Een andere mogelijkheid is om kooien voor waterplanten te ontwerpen die ook een gerasterde bodem hebben.

Submerse saprophyten in de natuurvriendelijke oevers Spaarnwoude en Zuiderpolder
(Roodzand, 2007)



Luchtfoto Natuurvriendelijke oever
Spaarnwoude, maart 2007.
Bron: Roodzand (2007)

In de natuurvriendelijke oevers van het Noordzeekanaal ontbreken de submerse waterplanten. Dit was juist één van de doelstellingen van deze natuurvriendelijke oever. Om de mogelijke oorzaken hiervoor in kaart te brengen is in 2007 een onderzoek uitgevoerd. De visfauna van 2004 bleek in beide oevers te worden gedomineerd door brasem. Deze soort is berucht voor het opwoelen van de bodem, waardoor troebeling van het water ontstaat. Bij een te grote troebeling kan het licht onvoldoende in het water doordringen en kunnen zich geen submerse vegetaties meer ontwikkelen. Ook het foerageren van vogels op waterplanten zou een mogelijke verklaring voor de afwezigheid van waterplanten kunnen zijn.

Om duidelijk te krijgen of de effecten van de brasem en andere bodemwoelende vissen en/of vogels de afwezigheid van de waterplanten veroorzaken zijn in 2007 exclusies geplaatst die zowel grotere vissen als vogels uitsluiten. De exclusies zijn beplant met schedefonteinkruid (*Potamogeton pectinatus*). Bij de controles van de exclusies bleek dat het schedefonteinkruid vrijwel in alle exclusies was verdwenen.

Als mogelijke verklaringen konden de volgende potentieel belemmerende factoren worden genoemd:

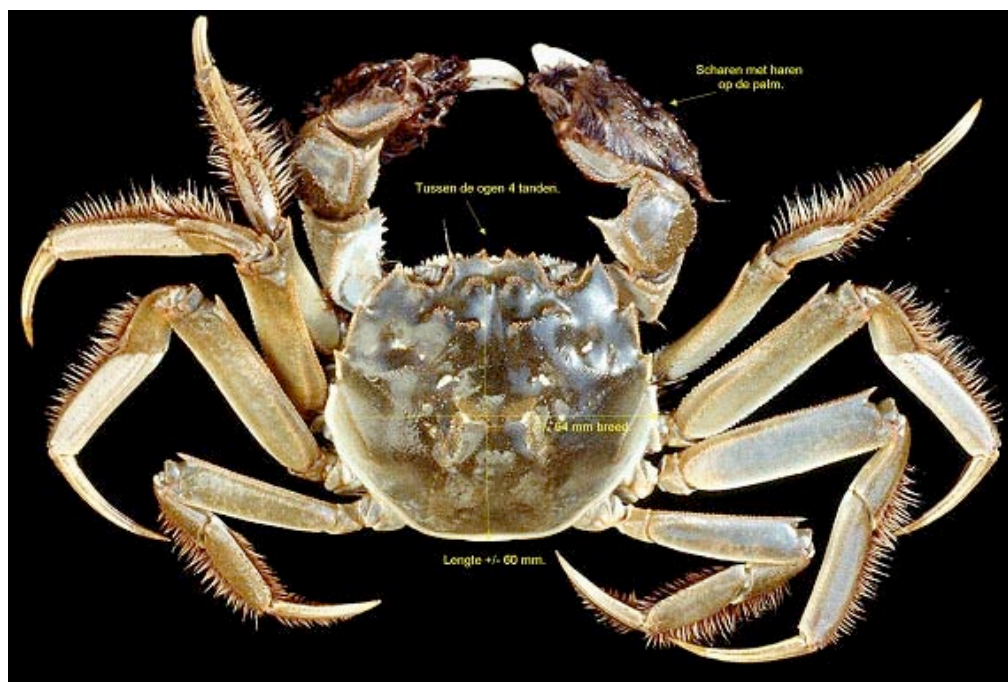
- De aanwezigheid van een drietal diersoorten in de exclusies: Chinese wolhandkrab, strandgapers (*Mya arenaria*) en zwartbekgrondels (*Apollonia melanostomus*). De Chinese wolhandkrabben waren vrijwel zeker onder de randen van de exclusies doorgekropen.
- De waterstroming door de oevers heen, waardoor de waterbodem in de exclusies deels was weggespoeld.

Op basis van literatuur wordt de Chinese wolhandkrab in de studie als een van de hoofdverdachten aangewezen. Als aanbeveling is dan ook opgenomen het herhalen van de experimenten met exclusies die de Chinese wolhandkrab buitensluit.

2 Herkenning en taxonomie

2.1 Herkenning

In de zoete en brakke wateren van Nederland komen drie soorten krabben voor: de blauwe zwemkrab, het Zuiderzeekrabbetje en de Chinese wolhandkrab. De Chinese wolhandkrab is veruit de grootste van de drie soorten en laat zich eenvoudig van de andere twee onderscheiden door de hoge dichtheid aan haren op de scharen (figuur 2.1). Een ander goed kenmerk zijn de vier stekels tussen de ogen. De twee andere soorten hebben hier meer of minder stekels (figuur 2.2).



Figuur 2.1 Determinatiekenmerken van de Chinese wolhandkrab. Bron: RIZA.



Figuur 2.2 Blauwe zwemkrab en Zuiderzeekrabbetje Foto's: J.H. Bergsma & A. Kikkert

In het zoute water van de Nederlandse Noordzee komen meer dan dertig soorten krabben voor (www.krabben.net). Het herkennen van de Chinese wolhandkrab temidden van andere zoute soorten is dan ook lastiger. Adema (1991) geeft de volgende kenmerken die de determinatie van een Chinese wolhandkrab mogelijk maken:

- alle looppoten zijn normaal ontwikkeld en zijn onderling niet opvallend verschillend;
- de carapax (ook wel rugschild genoemd) is bijna vierkant;
- op de zijrand van de carapax staan vier tanden;
- de voorrand van de carapax heeft tussen de ogen vier tanden.

Volwassen krabben hebben bovendien 'wol' op de scharen. Jonge krabbetjes zijn moeilijker te onderscheiden van ander soorten en in dat geval is het verstandig de bovengenoemde kenmerken goed te controleren.

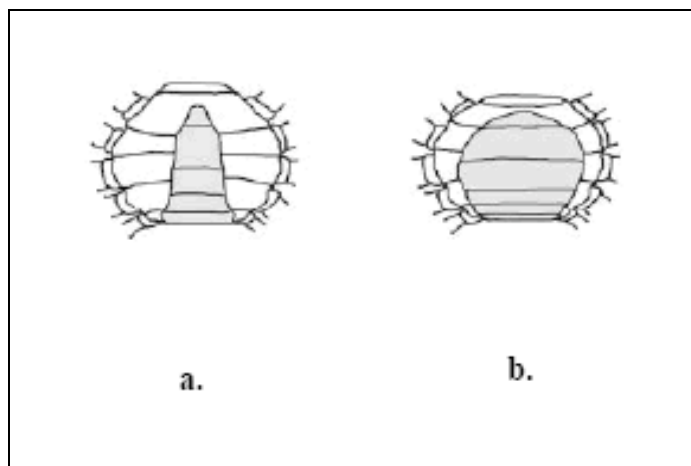


Figuur 2.3 Een Chinese wolhandkrab met duidelijk 'wol' op zijn scharen. Foto: R. Lipmann.

2.2 Beschrijving

Het rugschild van de Chinese Wolhandkrab (*Eriocheir sinensis*) is bijna vierkant en iets breder dan lang. Aan de zijkant van dit rugschild zitten 4 tanden, waarvan de achterste twee niet erg opvallend zijn. De schaarpoten zijn sterk ontwikkeld en de palm van de scharen is dicht behaard. Bij vrouwtjes is de beharing minder dan bij mannetjes. De kleur van het rugschild is grijsgroen tot donkerbruin. De rugschildbreedte is tot 8,5 cm. Volwassen Chinese wolhandkrabben wegen meestal tussen de 80 en 200 gram, uitschieters tot een halve kilo zijn bekend (Leijzer *et al.*, 2007).

Het achterlijf van de wolhandkrab is, net als bij andere krabben, teruggevouwen onder het bovenlichaam. Bij vrouwtjes bestaat dit uit 7 brede, langs de rand behaarde fragmenten. Het achterlijf van mannetjes is veel smaller en bovendien zijn de segmenten 3 tot en met 6 met elkaar vergroeid, zie figuur 2.4 (Adema 1991).



Figuur 2.4 Onderzijde carapax waarbij het verschil is te zien tussen het mannetje (a) en het vrouwtje (b). Overgenomen uit Rudnick et al. (2000).

2.3 Taxonomie

Zoetwaterkrabben zijn in Europa een bijzonderheid. In Europa komen alleen soorten van het genus *Potamon* voor (Banarescu, 1990). Dit genus behoort tot de krabbenfamilie *Potamonidae*, een familie die niet verwant is met die van de Chinese wolhandkrab. De soorten van het genus *Potamon* zijn in hun verspreiding binnen Europa beperkt tot de landen rond de Middellandse Zee en de Zwarte Zee. In West-Europa is dit genus niet vertegenwoordigd (www.faunaeur.org).

In West-Europa worden, naast de Chinese wolhandkrab, in het zoete water twee soorten aangetroffen die als exoot moeten worden aangekenmerkt:

- de blauwe zwemkrab *Callinectes sapidus*. Deze in Europa wijdverspreid voorkomende soort heeft zijn oorspronkelijk verspreidingsgebied in Noord-Amerika. Deze soort, die ook in Nederland regelmatig wordt aangetroffen, lijkt tot op heden nog geen rol van betekenis te spelen (Adema, 1991).
- Zuiderzeekrabbetje *Rhithropanopeus harrisi*. Deze oorspronkelijk uit Noord-Amerika afkomstige soort is in de negentiende eeuw voor het eerst in Europa aangetroffen. Deze primeur was voor Nederland met vondsten in de Zuiderzee. Dit was de aanleiding voor de Nederlandse naam (Adema, 1991).

De twee bovengenoemde soorten behoren achtereenvolgens tot de familie *Portunidae* en *Xanthidae*. Deze zijn net als de *Potamonidae* niet verwant aan de Chinese wolhandkrab.

Tot voor kort werd de Chinese wolhandkrab gerekend tot de familie *Grapsidae*. Recente onderzoeken die zowel gebaseerd zijn op moleculaire analyses als morfologische kenmerken hebben aanleiding gegeven tot een gehele nieuwe indeling. Hierbij is de Chinese wolhandkrab terechtgekomen in de familie *Varunidae* (Schubart *et al.*, 2000). Deze nieuwe indeling lijkt goed onderbouwd en heeft navolging gekregen (Clark, 2006). In West-Europa kennen we geen inheemse soorten die tot deze familie behoren of nauw verwant zijn aan deze familie (Adema, 1991).

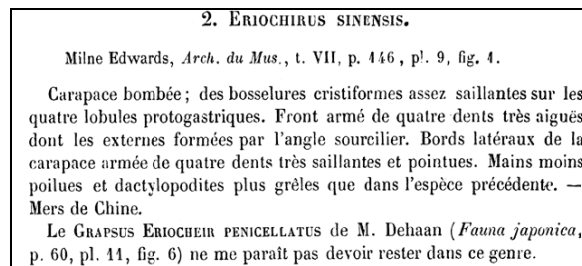


Figuur 2.5 *Potamon fluviatile* een echte zoetwaterkrab die in Europa thuishoort.

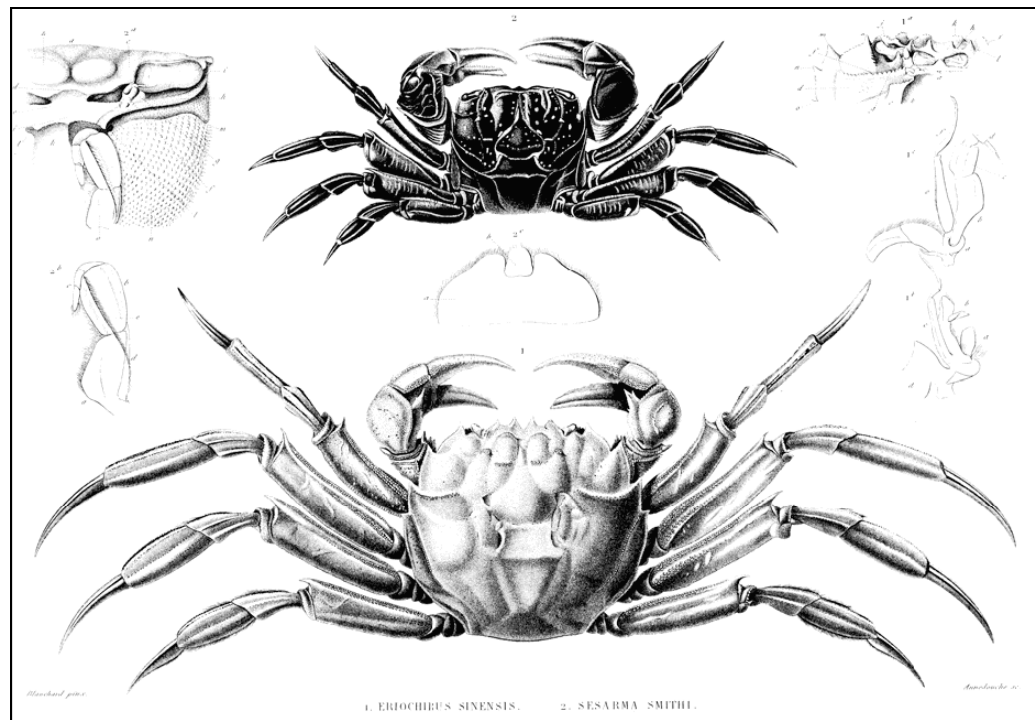
Binnen het genus *Eriocheir* wordt in de recente literatuur een vijftal soorten regelmatig genoemd: *E. sinensis*, *E. japonicus* (Japanse wolhandkrab), *E. hepuensis*, *E. leptognatha* en *E. recta*. Een tweetal recente moleculaire onderzoeken hebben onafhankelijk van elkaar aangetoond dat *E. hepuensis* geen afzonderlijke soort is en als een synoniem moet worden gezien van *E. japonicus* (Zhao *et al.*, 2002; Tang *et al.*, 2003). Beide studies spreken elkaar tegen in het antwoord op de vraag of *E. sinensis* en *E. japonicus* als onafhankelijke soorten moeten worden beschouwd. De studie van Tang *et al.* (2003) gaf zowel bij het nucleair DNA (ITS 1) als het mitochondriaal DNA (COI) geen eenduidige scheiding tussen *E. sinensis* en *E. japonicus*. Op basis van Zhao *et al.* (2002), die alleen mitochondriaal DNA (COI) hebben gebruikt, behoren de populaties in het zuiden van China tot *E. japonicus* en de noordelijke populaties *E. sinensis*. Dit komt overeen met de onderzoeken van Gua *et al.* (1997) die louter naar morfologische kenmerken hebben gekeken. Door de tegenstrijdigheid heeft het voorlopig de voorkeur de oude naam *E. sinensis* te behouden en deze niet te laten opgaan in *E. japonicus* (Rudnick *et al.*, 2000). Gezien de subtiele morfologische verschillen en de vraag of deze geen fenotypisch oorsprong hebben (Guo *et al.*, 1997; Li *et al.*, 1993) is het niet onwaarschijnlijk dat de Chinese wolhandkrab in de toekomst de soortnaam *Eriocheir japonicus* zal dragen.

De soort *Eriocheir sinensis* is beschreven door de Franse zoöloog Henri Milne-Edwards (23-10-1800 tot 29-7-1885). Veelal wordt verwezen naar de beschrijving uit 1854, zoals die is verschenen in het Archives du Muséum d'Histoire Naturelle. Deze auteur had echter in 1853 al een korte beschrijving gepubliceerd (figuur 2.6). De publicatiedatum

van deze soort dient dan ook 1853 te zijn in plaats van het meestal genoemde jaartal 1854: *Eriocheir sinensis* H. Milne Edwards, 1853. Wel zijn door H. Milne-Edwards in 1854 de aansprekende illustraties gepubliceerd die de publicatie uit 1854 de grotere bekendheid hebben gegeven (figuur 2.7).



Figuur 2.6 De eerste officiële publicatie over *Eriocheir sinensis* uit 1853.

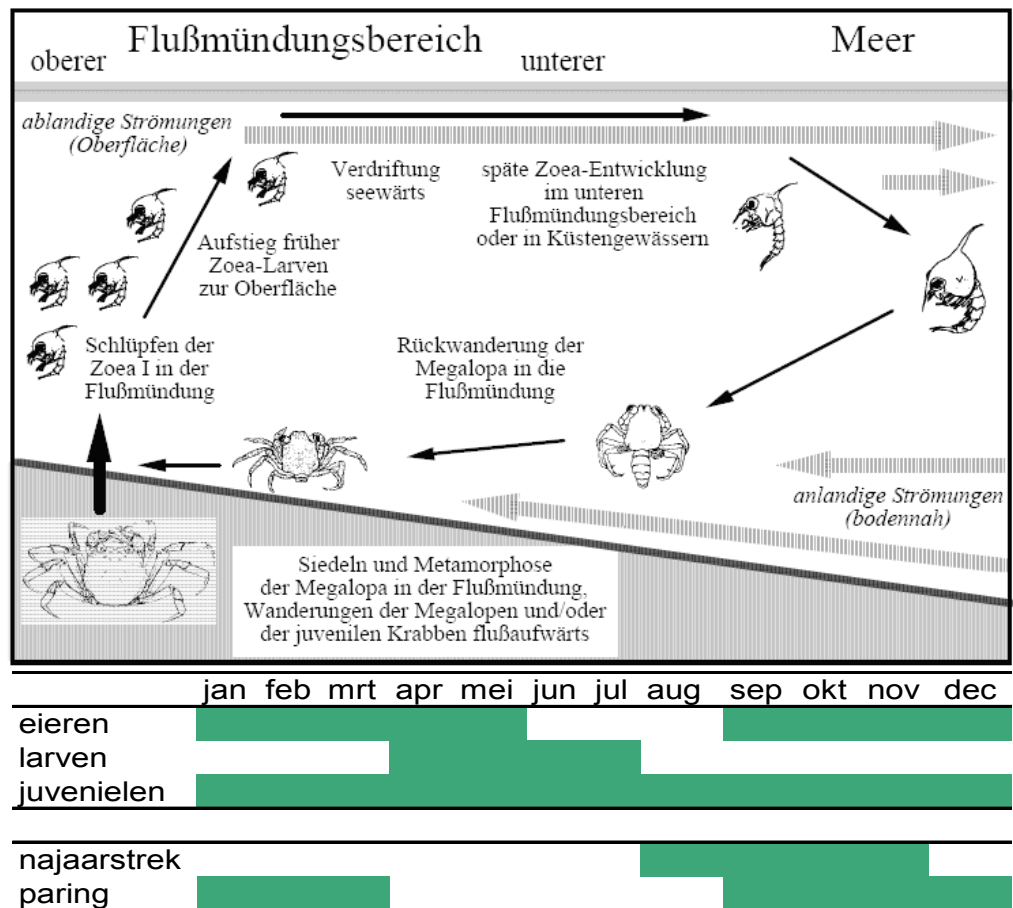


Figuur 2.7 De eerste officiële tekening van *Eriocheir sinensis* uit 1854.

3 Ecologie

3.1 Levenscyclus

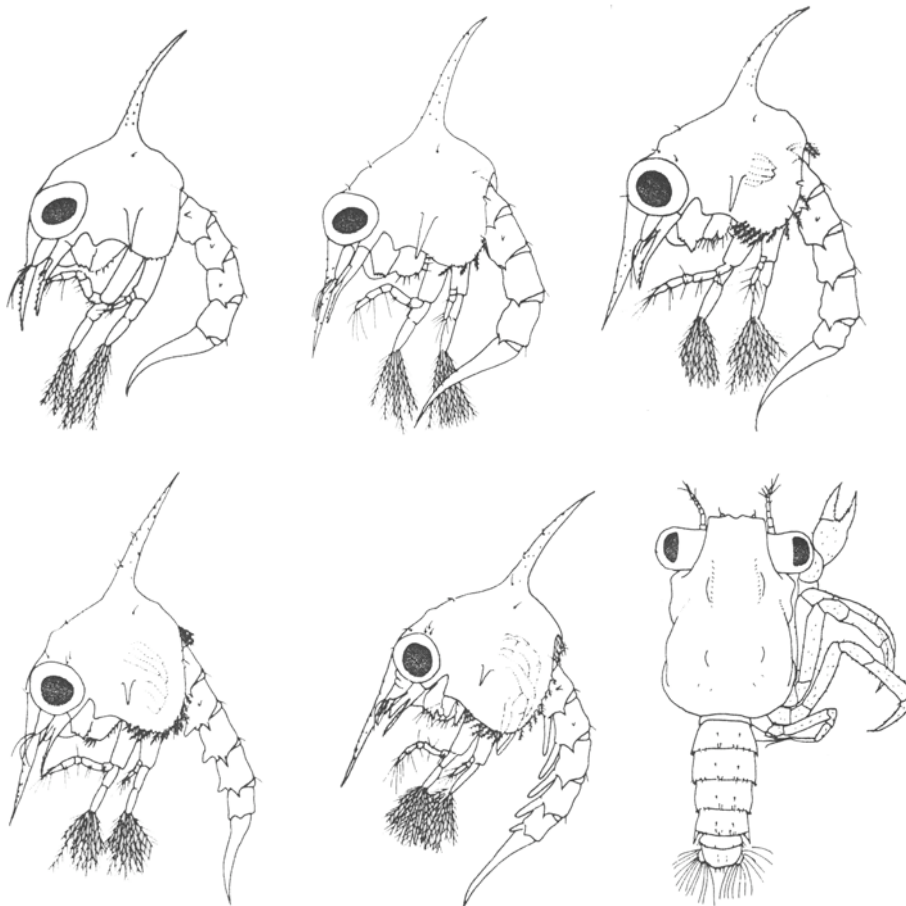
De Chinese wolhandkrab is een katadrome soort die in het najaar richting zee migreert. De paring vindt in de winter in estuaria en zoete wateren plaats, waarna de vrouwtjes de zee intrekken om de eieren hier pas in het volgende voorjaar los te laten. De larven maken drie stadia door: pre-zoëa, zoëa en megalopa. In het volgende stadium, de juveniele krab, wordt het zoete water weer opgezocht. Binnen twee tot vijf jaar bereikt de Chinese wolhandkrab de adulte fase, waarna de trek naar zee weer kan beginnen.



Figuur 3.1 Overzicht van de levenscyclus van de Chinese wolhandkrab en de timing in Nederland van belangrijke fases. Figuur overgenomen uit Fladung (2000).

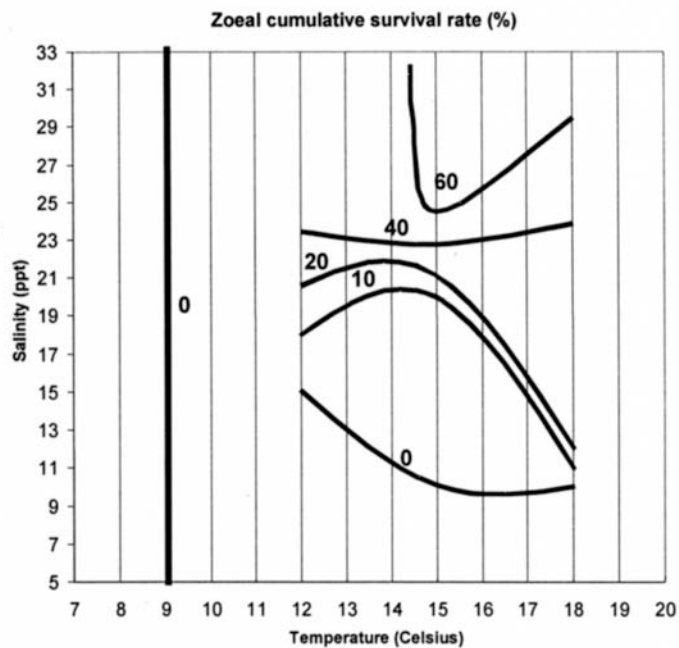
3.1.1 Larven

De larve van de Chinese wolhandkrab verlaat het ei als pre-zoëa, Deze pre-zoëa vervelt binnen enkele minuten tot enkele uren tot zoëa I (figuur 3.2) (Adema, 1991; Anger, 1991). In de zoëa-stadia I-V reageren de larven sterk op licht waardoor ze een planktonische levenswijze hebben. De larve die zich kort na het uitkomen nog in het estuarium bevindt komt hierdoor in de oppervlaktestromingen terecht. Deze stromingen hebben een netto beweging richting zee. De eerste stadia (i.i.g. I & III) hebben nog een dagelijkse verticale migratie in de waterkolom, waarbij 's nachts diepere lagen worden opgezocht. Hierdoor kunnen de larven de netto-migratie richting zee beïnvloeden. Van de larven van de Chinese wolhandkrab wordt verwacht dat ze in de estuaria of in de nabijheid van de kust blijven (Hanson & Sytsma, 2005). In het zoëa V-stadium is de verticale migratie afwezig en blijft de larf permanent bovenin de waterkolom (Hanson & Sytsma, 2005).



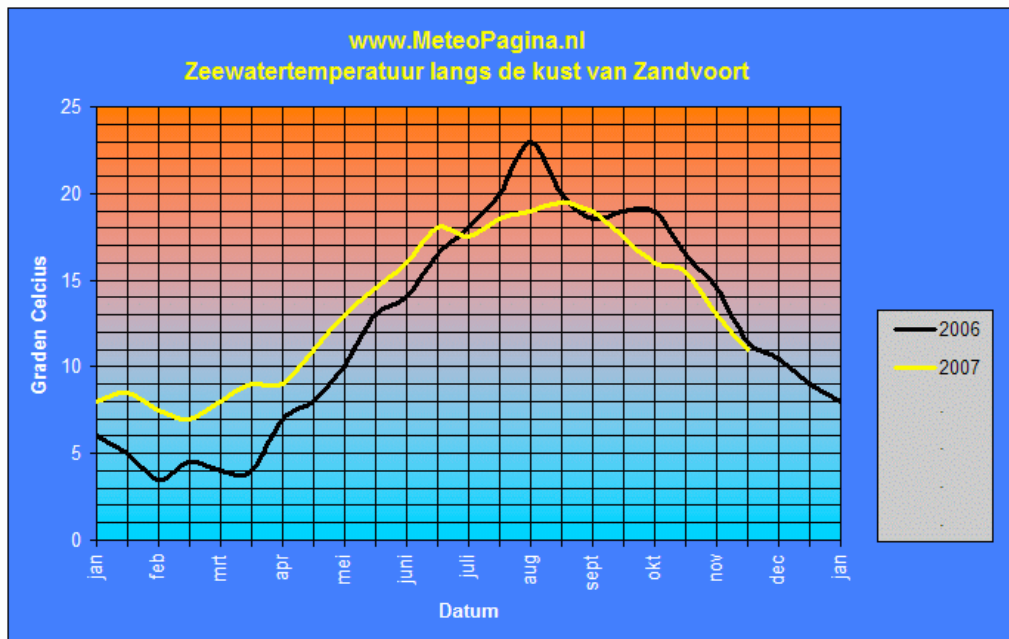
Figuur 3.2 Tekeningen van de verschillende larvale stadia (zoëa I-V & megalopa) van de Chinese wolhandkrab. Bron: Kim & Hwang (1995).

In het eerste zoëa-stadium is de larf nog tolerant voor lagere zoutgehaltes (figuur 3.3). In de opvolgende larvale stadia wordt de larve hiervoor steeds minder tolerant. De laatste stadia hebben een optimale ontwikkeling in zeewater (Anger, 1991). Zowel Anger (1991) als de dagelijkse praktijk van de kweek van Chinese wolhandkrab geven waarden van 20-25 ‰ als een goede saliniteit voor het volledig doorlopen van alle larvale stadia, (figuur 3.3). Zeewater is misschien voordelig voor het zoëa V-stadium, noodzakelijk is het in ieder geval niet (Cheng *et al.*, onbekend).



Figuur 3.3 De cumulatieve overleving voor alle larvale stadia (zoëa & megalope) bij verschillende temperaturen en saliniteiten. Uit Hanson & Sytsma, 2005.

De snelheid waarmee de zoëa-stadia zich ontwikkelen is zowel afhankelijk van de temperatuur en het hierboven besproken zoutgehalte. Voor elk stadium wordt een ontwikkelingsduur gegeven van 4 tot 15 dagen (Hanson & Sytsma, 2005). De ontwikkeling heeft een optimum tussen de 18 en 25 graden. Onder de 12 graden zou geen larvale ontwikkeling mogelijk zijn en een langere blootstelling aan negen graden of minder zelfs dodelijk (Anger, 1991). Larvale stadia zijn in de Nederlandse kustzone globaal van maart tot juni aanwezig zijn (figuur 3.1) (Adema, 1991). Wanneer de gemiddelde temperaturen gedurende de zoëa-stadia relatief laag zijn, zal de ontwikkeling relatief langzamer. Bovendien zal bij een kouder voorjaar de overleving lager liggen (Rudnick *et al.*, 2005; Anger, 1991). Dit betekent dat de temperatuur van het zeewater in de Nederlandse kustzone in 2007 een stuk gunstiger was dan in 2006 (figuur 3.4). Op basis van de bevindingen van Anger (1991) zou men in 2007 dan ook een grotere en sterkere jaarklasse verwachten dan in 2006 en vroegere intrek richting zoet water.



Figuur 3.4 Temperatuur zeewater bij Zandvoort in 2006 en 2007 (gemeten op 1 m diepte). Bron: www.meteopagina.nl. De grafiek laat de verschillen zien tussen jaren qua temperatuur van het zeewater.

De invloed van temperatuur op de ontwikkeling is vastgesteld in de Elbe voor de metamorfose van zoëa V naar de het volgende stadium; de megalope (Panning 1952). De megalope heeft tussen de 20 en 30 dagen nodig om tot juveniel te metamorfosereren (Hanson & Sytsma, 2005). In jaren met koude winters wordt de megalope later in het jaar gevonden en is ze soms wel de helft kleiner. De megalope is meer benthisch georiënteerd en beweegt onder invloed van de stromingen die een netto verplaatsing richting het estuarium kennen. Lange tijd is dan ook verondersteld dat de megalope zich actief richting estuarium beweegt. Dit lijkt te worden ondersteund door grote vangsten van megalope-stadia in de monding van de Elbe. Door Hanson & Sytsma (2005) konden hiervoor tijdens hun onderzoek geen aanwijzingen worden gevonden. De megalope zou sterk benthisch zijn en niet geneigd zijn tot actief zwemmen, waardoor ze amper onder invloed van de stromingen zou komen. Zij betwijfelen dan ook de bijdrage van dit stadium in de horizontale migratie richting zoet water. Zij vermoeden dat deze pas echt goed opgang komt in het volgende stadium: de juveniele krab. De vraag is echter of de megalope-larven wel aan de goede prikkels zijn blootgesteld. De vangsten in de Elbe wijzen namelijk wel erg overtuigend richting een actieve migratie van de megalope richting de estuaria.

3.1.2 Juvenielen

In het begin groeien de jonge krabben erg snel. Onder optimale condities kan het gewicht van de juvenielen bij iedere vervelling verdubbelen. De belangrijkste factoren hierbij zijn voedselbeschikbaarheid en temperatuur. Voor de groei ligt de optimale temperatuur tussen de 20 en 30 graden (Jin *et al.*, in lit.).

In 1980 zijn op 15 augustus bij IJmuiden massaal vervellingshuidjes aangetroffen met een carapaxbreedte van 8 tot 16 millimeter. Op 29 augustus zijn 12 kilometer landinwaarts bij Nauerna honderden huidjes gevonden. Deze hadden een breedte van 17 tot 27 millimeter. Deze vervellingshuidjes waren vrijwel zeker afkomstig van dezelfde populatie. Met andere woorden, de dieren waren in twee weken tijd bijna twee keer zo groot geworden (Adema, 1991).

Na drie jaar en circa 15 vervellingen bereiken de dieren in Nederland een gemiddelde breedte van 70 millimeter. Bij een breedte van 28-40 millimeter zijn de dieren geslachtsrijp, maar pas bij een breedte van 50 millimeter trekken de meeste dieren naar zee en nemen deel aan de voortplanting. Onder gunstige omstandigheden bereiken de krabben al in het tweede levensjaar een grootte van 50 millimeter of meer. Dit geldt voornamelijk voor dieren die opgroeien in ondiep, relatief warm water (Kamps, 1937; Adema, 1991). Chinese wolhandkrabben die opgroeien in het diepere water van de grote rivieren groeien langzamer en kunnen pas in hun derde levensjaar deelnemen aan de voortplanting. In de rest van Europa varieert de leeftijd waarop de Chinese wolhandkrab volwassen wordt van twee tot vijf jaar (Kamps, 1937).

3.1.3 Migratie

Stroomopwaarts

Naast de bekende stroomafwaartse trek in het najaar, kent de Chinese wolhandkrab ook een opvallende migratiepiek in het voorjaar en de vroege zomer. De trek in deze tijd van het jaar is stroomopwaarts en moet worden opgevat als een vorm van dispersie. Deze trek kan grootste vormen aannemen. Bij de monitoring van de nieuw aangelegde vistrap bij Hagestein zijn op 31 maart 2006 naar schatting meer dan 30.000 Chinese wolhandkrabben in de fuik gevangen. Deze piek viel samen met de start van een periode met hoge rivierafvoer (Winter, 2006). Ook in Duitsland is een relatie gelegd tussen het optreden van maxima in stroomopwaartse trek en hoge waterafvoeren (Gollasch, in lit). Ook in de landelijke passieve monitoring zien we in april – juni dergelijke pieken terug (figuur 3.5).

Stroomafwaarts

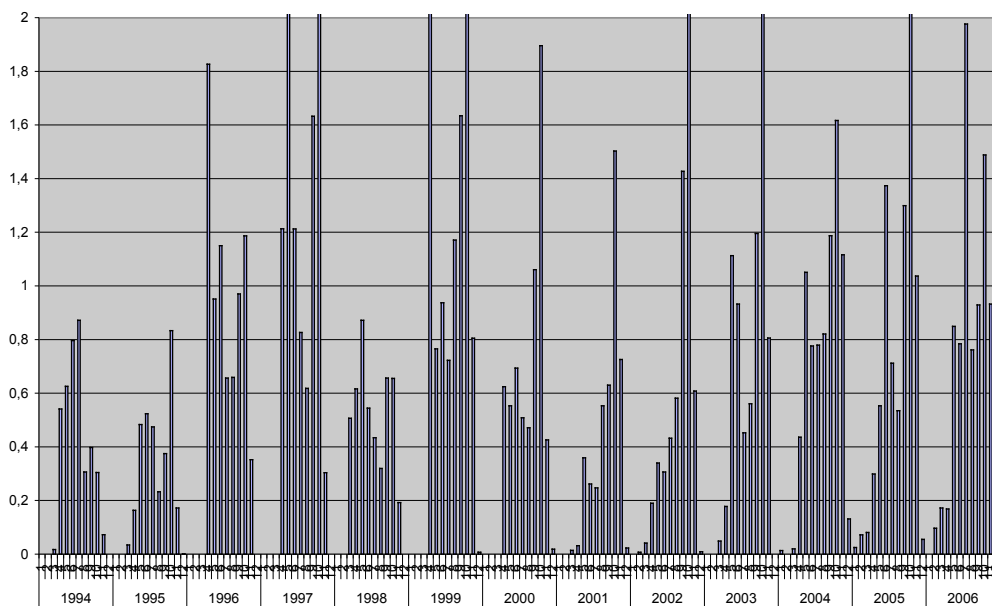
De vangst van Chinese wolhandkrabben bij de passieve monitoring kent een jaarlijkse piek in de maanden september-november (figuur 3.5). Dit is het moment van de jaarlijks trek naar zee. De toename in de vangsten zet in augustus in en kan worden opgevat als de start van deze trek. Deze trek komt geheel op conto van geslachtsrijpe dieren die gaan deelnemen aan de voortplanting. Deze trek verschilt regionaal in zijn timing. De piek in Nederland ligt op basis van de monitoringgegevens in oktober en die in de Elbe een maand eerder (Fladung, 2000).

Peters & Panning (1933) beschrijven dat de vrouwtjes later in het najaar in het estuarium verschijnen. Het kan zijn dat de mannetjes eerder op trek gaan dan de vrouwtjes of dat de vrouwtjes langzamer trekken en daardoor later in het estuarium verschijnen. Recent onderzoek in het stroomgebied van de Elbe geeft geen eenduidig antwoord op de vraag

welk mechanisme voor het later verschijnen van de vrouwtjes verantwoordelijk is (Fladung, 2000). De najaarstrek verloopt in een tempo dat kan oplopen tot circa 18 kilometer per dag (Herborg *et al.*, 2003).

De trek van de dieren vindt voornamelijk 's nachts plaats. Met name wanneer het water wordt verlaten om een obstakel te omzeilen, wordt het daglicht vermeden. Door de sterke 'trekdrift' worden Chinese wolhandkrabben regelmatig in sterk mafwijkend habitat aangetroffen. Er zijn verslagen van dieren die tegen gevels waren opgekropen, over daken liepen en zelfs huizen binnen kwamen. In 1981 haalde de Chinese wolhandkrab de krant omdat een krab paniek had veroorzaakt door in een bed te kruipen (Adema, 1991).

Wat de trek van de krabben initieert is niet onderzocht. Het meest waarschijnlijk is de afname van de daglengte (Rudnick *et al.*, 2005). Voor de start van de trek zijn de geslachtsorganen nog weinig ontwikkeld. In de loop van de 1,5-2 maanden durende migratie ontwikkelen deze zich. Pas bij een saliniteit van > 6‰ komen de organen tot volle ontwikkeling. De mannetjes zijn ongeveer een maand eerder geslachtsrijp dan de vrouwtjes (Peters, in lit).



Figuur 3.5 Het aantal Chinese wolhandkrabben per jaar per maand per fuikuur geregistreerd bij de passieve monitoring in Nederland (blauwe en zwarte staven hebben geen verschillende betekenis).

3.1.4 Voortplanting

De paring vindt plaats in brak- en zoutwater gedurende de maanden oktober – februari/maart (Herborg *et al.*, 2006). In het zoete water worden geen vrouwtjes aangetroffen met bevruchte eieren of sperma in het receptaculum. Het receptaculum is een orgaan dat bedoeld is voor de opslag van sperma (Rudnick *et al.*, 2005). Voor de

Elbe is beschreven dat de mannetjes, die eerder in het estuarium verschijnen dan de vrouwtjes, een 'linie' ter hoogte van Cuxhaven bezetten. Hier worden de vrouwtjes, net voordat ze de Bocht van Helgoland zouden binnenlopen, opgevangen en vindt de paring plaats (Peters, in lit). Deze 'linie' dient men niet al te letterlijk op te nemen en wordt soms als een fabeltje omschreven (Adema, 1991). Na de paring trekken de vrouwtjes verder richting zee om de wateren met optimale zoutgehaltes (>25 ‰) te bereiken voor de ontwikkeling van de eieren (Peters, in lit).

De meeste krabbensoorten gebruiken feromonen die op afstand werken voor de soortherkenning. Dergelijke feromonen spelen bij de Chinese wolhandkrab geen rol. De herkenning bij de Chinese wolhandkrab gebeurt vermoedelijk door zogenaamde contactferomonen die worden afgegeven nadat het mannetje het vrouwtje vastgegrepen heeft (Herborg *et al.*, 2006).

Bij veel krabbensoorten vindt de paring direct na een vervelling van het vrouwtje plaats, wanneer het pantser nog zacht is. De paring van Wolhandkrabben geschiedt in harde toestand (Peters & Panning, 1933; Adema, 1991). Hierbij zijn de achterlijven van beide geslachten 'opengeklapt', en brengt het mannetje zijn gonopoden in de geslachtsopening van het vrouwtje. Hiermee wordt het sperma met behulp van een spermatofoor overgedragen. Na de paring worden de eitjes binnen 24 uur gelegd (Peters & Panning, 1933). De paringsactiviteit wordt bepaald door maanlicht en/of de getijden (Herborg *et al.*, 2006).



Figuur 3.6 Tekening van de paring van de Chinese wolhandkrab. Licht gekleurd is het mannetje, donker gekleurd het vrouwtje. Tekening van F. Diehl overgenomen uit Peters & Panning (1933).

Eén vrouwtje produceert, afhankelijk van de grootte van het vrouwtje, een legsel van 250.000 tot 1.000.000 eieren. De meeste vrouwtjes hebben één legsel, enkele produceren een tweede. Het succes van een dergelijk tweede legsel ligt lager dan het eerste vanwege een lager percentage bevruchte eieren (Hanson & Sytsma, 2005; Rudnick *et al.*, 2005).

De vrouwtjes houden de eitjes na het leggen nog een tijd vast. Ze laat ze vrij op het moment dat ze uitkomen. Deze eieren worden gedragen onder de abdominale flap. Hoe lang de eieren worden vastgehouden is gerelateerd aan de ontwikkeling van de eieren die temperatuurafhankelijk is. Dit kan een tot twee maanden zijn, maar onder ongunstige omstandigheden langer. Voor het estuarium van de Elbe wordt op basis van literatuurgegevens door Fladung (2000) een ontwikkelingstijd gegeven van circa vier maanden. Het uitkomen van de eieren vindt hier plaats in maart-juni (Buhk, in lit), met de hoofdmoot in april-mei (Peters, in lit).

De mannetjes sterven nadat de paring heeft plaatsgevonden en de vrouwtjes na het uitkomen en loslaten van de larven (Zhao, in lit). Strandvondsten van Chinese wolhandkrabben aan de Nederlandse kust worden vooral gedaan in de maanden maart t/m juni, met een duidelijke piek in mei (Adema, 1991).

3.2 Habitat juvenielen en adulten

Tijdens het juveniele en adulte stadium zijn de Chinese wolhandkrabben weinig kieskeurig in hun habitatkeuze. Ze worden zowel aangetroffen in stilstaande wateren als in sterk stromende wateren. Ze bewonen zowel sloten, kanalen, rivieren, als meren (Adema, 1991; Kamps, 1937). Omdat de dieren bij de zoektocht naar geschikt opgroei gebied het water niet verlaten is bereikbaarheid misschien wel de belangrijkste voorwaarde. In de polders tussen Utrecht, Uithoorn en Woerden wordt het aantal Chinese wolhandkrabben dat door beroepsvissers met fuiken wordt gevangen bepaald door de hoeveelheid water dat wordt ingelaten (P. Branthorst, mond. med.).

Door zijn voorkeur voor de aanwezigheid van schuilgelegenheid, zoals vegetatie, stenen en andere bodemstructuren, en vermoedelijk ook de beschikbaarheid van voedsel zijn de dichtheden van Chinese wolhandkrabben in de oeverzone veelal hoger dan in het open water (Hanson & Sytsma, 2005; Heukels, 2006). Desondanks kunnen de dichtheden in bijvoorbeeld de Neder-Rijn over de gehele breedte van het rivierbed hoog zijn. Hengelsporters in de Neder-Rijn ondervinden zowel hinder in de buurt van kribben, in het ondiepe water tussen de kribben als in de vaargeul (D.M. Soes, eigen waarneming).

Om de winter door te komen is het voor de Chinese wolhandkrab meestal niet nodig andere wateren op te zoeken. Ze is in staat om in watertemperaturen van vier graden te overleven (Hymanson *et al.*, 1999).

3.3 Voedsel

De grotere *decapoden* van het zoete water zijn over het algemeen opportunistische omnivoren (Hobbs III, 1993). Dit geldt zowel voor rivierkreeften als voor zoetwaterkrabben. De diverse *Potamon*- en *Sesarma*-soorten, beide grote genera van zoetwaterkrabben, worden in de aquaria gevoerd met afwisselend plantaardig en dierlijk materiaal (Werner, 2003). Wel kennen ze een duidelijke voorkeur voor dierlijk voedsel. Wel doorvoede rivierkreeften en krabben laten planten vaak met rust (H. van der Willik, pers. med.).

Bij maaganalyses blijkt meestal dat de bulk van het voedsel bij de Chinese wolhandkrab bestaat uit plantaardig materiaal en detritus. Het gaat naast de detritus dan om kiezelalgen (diatomeeën) en draadalgen, vrijwel alle hogere waterplanten alsook bladmateriaal van bomen en struiken (Thiel, 1938; Rogers, 2000). Tot de waterplanten die door de Chinese wolhandkrab worden gegeten, behoren onder andere fonteinkruiden (*Potamogeton*), waterpest (*Elodea*) en diverse kroossoorten (*Lemna*) (Peters & Panning, 1933).

Ook bij de dierlijke componenten in het voedsel toont de Chinese wolhandkrab weinig voorkeur: vis, rivierkreeften, (wolhand)krabben, insecten en hun larven (vooral *Chironomus*-larven), vlokreeften (*Gammaridae*), mosselen, slakken, mosdiertjes (Bryozoa), zoetwaterpoliepen (*Hydra*) en wormen (Peters & Panning, 1933; Thiel 1938; Rogers 2000). De nadruk ligt hierbij op minder mobiele soorten (Rogers, 2000).

Een grote voorliefde blijkt de soort te hebben voor kleine mosselsoorten (*Sphaerium*, *Musculium* en *Pisidium*). Deze worden systematisch opgezocht en worden geheel verorberd. Ook grotere mosselen (*Unio* en *Anodonta*) worden gegeten. Deze worden vanaf de rand opengebroken waarna het vlees wordt geconsumeerd (Peters & Panning, 1933). In San Pablo Bay (VS) bestond het dieet van Chinese wolhandkrabben van 30 tot 100% uit dierlijk voedsel, waarvan de meerderheid weer bestond uit erwtenmosseltjes (*Sphaeriidae*) (Rogers, in lit). Gollasch (in lit) meldt dat in het Elbe-gebied de Chinese wolhandkrabben de oorzaak zijn van het lokaal verdwijnen van *Sphaeriidae*. In de literatuur is geen informatie aanwezig over predatie van wolhandkrabben op driehoeksmosselen (*Dreissena*). Blauwe zwemkrabben *Callinectes sapidus*, zowel grote (110-130 mm) als kleine (60-80 mm), prederen op driehoeksmosselen (Boles & Lipcius, 1994). Enige predatie van de Chinese wolhandkrab op driehoeksmosselen lijkt zo voor de hand te liggen.

Een belangrijk, steeds weer terugkerend, discussiepunt is in hoeverre Chinese wolhandkrabben in staat zijn levende vissen te vangen. Bij diverse onderzoeken waarbij wolhandkrabben samen met vis in aquaria zijn geplaatst bleek telkens dat de krabben gezonde vissen niet te pakken kregen. Het aandeel vis dat soms bij maaganalyses wordt aangetroffen is dan ook afkomstig van vis die in netten van beroepsvissers terecht zijn gekomen of kadavers van vis die bijvoorbeeld aan een ziekte zijn overleden. Ook sterk

verzwakte vissen zullen ten prooi kunnen vallen aan Chinese wolhandkrabben (Peters & Panning, 1933; Thiel, 1938; Panning, 1952; Fladung, 2000). Bij de experimenten van Rogers (2000) was het opmerkelijk dat de Chinese wolhandkrabben in staat bleken levende 'ghost shrimps' (*Palaemonetes paludosus*) te vangen. Dit is een vijf centimeter grote steurgarnaal (*Palaemonidae*), onder andere vergelijkbaar met de in Nederland voorkomende brakwatersteurgarnaal (*Palaemonetes varians*) en langneussteurgarnaal (*Palaemon longirostris*). Van dergelijke bewegelijke dieren mag worden verwacht dat ze kunnen ontkomen aan de vrij trage Chinese wolhandkrabben. Mogelijk is dit een effect van het aquarium, bijvoorbeeld door het bieden van ongeschikte omstandigheden voor de steurgarnaal waardoor deze kwetsbaarder is dan normaal. Predatie van wolhandkrabben op de steurgarnaal is in het veld nog niet aangetoond.

In oudere literatuur wordt sterk in twijfel getrokken of de Chinese wolhandkrab daadwerkelijk visseneieren eet. Beroepsvissers geven geregeld aan dat consumptie van eieren door wolhandkrabben een negatief effect heeft op hen bekende vispopulaties. Bij enkele oudere experimenten in aquaria, waarbij visseneieren werden aangeboden, zouden deze door de Chinese wolhandkrabben niet zijn gegeten (Peters & Panning, 1933). Recente experimenten van Fladung (2000), waarbij eieren van baars (snoeren) en kwabaal (losse eieren) zijn aangeboden, toonden aan dat eieren van vis wel degelijk worden gegeten. De waarneming van Chinese wolhandkrabben in het Zuidlaardermeer die legsels van brasem eten (H. Wanningen, mond. med.), lijkt hiermee bevestigd.

De voedselkeus van wolhandkrabben op zeker moment wordt bepaald door zowel de voorkeur van het individu als het aanbod. Uit maaganalyses blijkt dat vooral plantaardig voedsel en detritus worden geconsumeerd. Dit lijkt haaks te staan op de voorkeur voor dierlijk voedsel die de Chinese wolhandkrab tentoonspreidt bij voedselexperimenten (Rogers, 2000). Bovendien blijkt uit onderzoek in dienst van de aquacultuur dat ze beter groeien op dierlijke eiwitten (Mu *et al.*, 2000). Met andere woorden: de maaganalyses geven aan dat in de vrije natuur het aanbod aan dierlijk voedsel voor de krabben veelal onvoldoende is uitsluitend of voornamelijk van dierlijk voedsel te leven. In het vrije veld wordt blijkbaar probleemloos overgeschakeld op plantaardig voedsel en detritus. Hierin verschilt de Chinese wolhandkrab niet van andere grotere zoetwater-decapoden en deze soort moet dan ook als een opportunistische omnivoor worden gekarakteriseerd (Rogers, 2000; Fladung, 2000; Rudnick *et al.*, 2000).

3.4 Predatoren

De Chinese wolhandkrab wordt door een grote variatie aan predatoren gegeten. Door Fladung (2000) is een overzicht opgesteld van de uit Duitsland bekende predatoren. De nadruk in dit overzicht ligt hierbij op het Havel-Gebied:

- zoogdieren: bruine rat, zwarte rat, bunzing en visotter;
- vogels: blauwe reiger, ooievaar, eenden (onder andere zaagbekken), kraaiachtigen en grote meeuwen;
- vissen: aal, beekforel, barbeel, baars, winde, kabeljauw, snoek, pos, kwabaal, snoekbaars en grote brasem.

Bij een onderzoek van braakballen van een reigerkolonie in Harburg (omgeving Hamburg, rond 1930) hadden de wolhandkrabben een aandeel van 15-20% in het voedsel (Peters & Hope, in lit). Maagonderzoeken uit het Havel-Gebied, gedurende een periode met hoge dichtheden aan Chinese wolhandkrabben leverde drie windes op die daadwerkelijk Chinese wolhandkrab hadden gegeten. De overige onderzochte vissen, 19 snoeken, 28 snoekbaarzen, 20 roofbleien, 15 windes en 15 kwabalen, hadden geen resten van Chinese wolhandkrab in hun maag (Fladung, 2000).

Van larvale en juveniele stadia van Chinese wolhandkrabben mag worden verwacht dat ze door een breed spectrum aan vissoorten worden belaagd. Naarmate de krabben groter worden, neemt het aantal vissoorten dat de krabben kan prederen sterk af. De kleinste krabben zullen in Nederland door vrijwel alle bentisch foeragerende vissoorten, als blankvoorn, baars en aal, worden gegeten. Volwassen krabben met een schildbreedte van zeven of meer centimeter zullen alleen gegeten kunnen worden door grote snoeken en de Europese meerval. Zowel grote snoek als Europese meerval zijn in de meeste Nederlandse wateren (nog) niet erg talrijk. De Europese meerval breidt zich de laatste jaren wel sterk uit (Van Emmerik & De Nie, 2006) en in de grote rivieren is ze mogelijk al een belangrijke predator van de Chinese wolhandkrab. Een indicatie hiervoor is intensieve predatie van de Europese meerval op gevlekte Amerikaanse rivierkreeft (*Orconectes limosus*) bij een Poolse studie (Czarnecki *et al.*, 2003)

In het natuurlijk verspreidingsgebied is de diversiteit aan predatoren veel groter. China kent meer dan 6.000 soorten gewervelden (National Environment Protection Agency of China, 1997), waaronder meer dan 1.465 soorten zoetwatervissen (www.fishbase.org). Hieronder zitten verschillende soorten grotere zoetwatervissen als de Chinese steur (*Acipenser sinensis*), de slangenkopvis (*Channa micropeltes*) en Yangtze meerval (*Silurus meridionalis*). Daarnaast zullen ook soorten als de Yangtze rivierdolfijn (*Lipotes vexillifer*), Cantors reuzenweekschildpad (*Pelochelys cantorii*) en de Chinese alligator (*Alligator sinensis*) volop op de Chinese wolhandkrab prederen. Veel van deze grotere soorten zijn echter sterk achteruitgegaan en in het huidige China is de mens vermoedelijk dan ook de belangrijkste 'vijand' van de Chinese wolhandkrab, zie box.

Chinese wolhandkrabben op de menukaart

Yangchang krabben voor de verkoop. Bron: Shanghai Daily.



In Noord-Amerika en Europa wordt de Chinese wolhandkrab niet of nauwelijks gegeten door de oorspronkelijke bewoners. Wel wordt ze, net als in hun land van herkomst, gegeten door met name Chinezen en Koreanen. In China worden de wolhandkrabben als een ware delicatessie beschouwd. Elk najaar komen de tradities weer boven, waarbij de wolhandkrabben afkomstig uit het Yangcheng Meer tot een ware cultus zijn verheven. Rond het meer zijn dozijnen restaurantjes gevestigd die de wolhandkrab op allerlei manieren serveren. Gestoomd heeft het eenieders voorkeur omdat dan de uniek zijnde smaak en geur het beste tot zijn recht zou komen (Chen & Zhang, 2006).

De China Daily melde in 2003 dat in dat najaar meer dan 100.000 ton aan 'Yangcheng krab' was verkocht, terwijl de werkelijke productie van het meer

een schamele 1.500 ton was. De krabben uit het Yangcheng Meer worden voorzien van een label dat de herkomst zou moeten garanderen. Echter is het voor verkopers zo lucratief om wolhandkrabben van elders als 'Yangcheng krab' te verkopen dat men fraude niet uit de weg gaat. Op grote schaal worden wolhandkrabben uit andere wateren dan ook voorzien van het Yangcheng-label. Hoe relevant de herkomst eigenlijk is laat zich raden: zelfs de verkopers zelf zien het verschil niet.

De prijs van een portie Chinese wolhandkrabben wordt sterk bepaald door de grote en het geslacht. In september worden bijvoorbeeld het liefst vrouwtjes met eieren gegeten. Voor de hogere gewichtsklasse kan de prijs in Shanghai oplopen tot 100 dollar per pond. In het voor Yangchang Meer bekende krabben restaurant van Central Hotel in Shanghai koste een portie bestaande uit twee gestoomde krabben 46\$ (Bean, 2004). Een groter contrast met een Hollandse beroepsvisser die in 1954 de krabben stuk trapte of sloeg (Adema, 1991) is haast niet denkbaar.

3.5 Parasieten en ziektes

Voor de Chinese wolhandkrab zijn verschillende ziektes beschreven, waaronder virussen, bacteriën, epifytische parasieten en een krabbenzakje.

Krabbenzakjes (*Rhizocephala*) zijn een aan zeepokken en eendenmossels (Adema, 1991) verwante groep van parasieten. Een volwassen krabbenzakje is amper als een kreeftachtige te herkennen, door de extreme reductie van verschillende organen. Het dier kan worden opgedeeld in een uitwendige en ongesegmenteerde zak waarin het voortplantingsorgaan van het dier zich bevindt en een inwendig stelsel van 'wortels' bedoeld voor voedselopname. De voor een kreeftachtige gebruikelijke segmentatie, darmstelsel, centraal zenuwstelsel en extremiteiten ontbreken geheel (Glenner *et al.*, 2006). Het krabbenzakje tast de geslachtsorganen van de gastheer aan, een zogenaamde parasitaire castratie. Een geparasiteerde krab vervelt ook niet meer, waardoor de groei stopt (Adema, 1991). Ook van de wolhandkrabben is een krabbenzakje bekend: *Polyascus gregaria*. Deze voorheen als *Sacculina gregaria* bekende soort (Glenner *et al.*, 2003), is tot op heden alleen bekend uit het oorspronkelijk leefgebied van de wolhandkrabben.



Figuur 3.7 De bouw van een krabbenzakje. In het linker deel is het 'wortelstelsel' dat voor de voedselopname wordt gebruikt, getekend. Overgenomen uit Delage (1884).

Van de Chinese wolhandkrab is een groot aantal epifytische parasieten bekend. Deze parasieten behoren tot genera zoals *Zoothamnium*, *Vorticella* en *Epistylis*. Dit zijn eencellige parasieten die zich vestigen op de uitwendige delen van de krab, inclusief gewrichten en kieuwen. Hierdoor ontstaan bijvoorbeeld problemen bij de ademhaling

(www.fao.org). Ook verschillende op de Chinese wolhandkrab commensaal levende diersoorten zijn gevonden: nematoden, wormen, weekdieren (slakken en mossels), kreeftachtigen (*Harpacticoida* en *Amphipoda*), watermijten (*Halacarida*) en *chironomiden*. Geen van de genoemden is strikt aan de Chinese wolhandkrab gebonden. Ze worden vooral gevonden tussen de haren op de poten. Vermoedelijk ondervindt de Chinese wolhandkrab geen hinder van deze epifytische parasieten (Normant *et al.*, 2007).

Door virussen en bacteriën veroorzaakte ziektes zijn onder andere (www.fao.org);

- *shiver disease*: een ziekte veroorzaakt door een combinatie van een retrovirus en een bacterie. De ziekte is genoemd naar het ziekteverschijnsel bestaand uit trillende poten.
- *vibriosis*: een door bacteriën veroorzaakte ziekte die leidt tot het afsterven van poten en achterlijf.
- *shell ulcer disease*: in eerste instantie veroorzaakt door chitine-oplossende bacteriën, snel gevolg door secundaire infecties.
- *black gill disease*: een bacterieziekte die de kieuwen doet verkleuren. Uiteindelijk ontstaan problemen met de ademhaling.

Uit experimenten is gebleken dat de Chinese wolhandkrab besmet kan raken door de kreeftenpest (*Aphanomyces astaci*). Deze schimmel is afkomstig uit Noord-Amerika en voor de in Europa inheemse rivierkreeften dodelijk. De in Nederland inheemse Europese rivierkreeft heeft sterk te leiden van deze schimmel. Bij de Chinese wolhandkrab leidt infectie van de krab door deze schimmel niet tot ernstige verschijnselen (Benisch, in lit.). Het feit dat de Chinese wolhandkrab wel als drager kan functioneren kan wel tot besmetting van rivierkreeften leiden (Fladung, 2000).

Voor zijn experimenten heeft Anger (1991) eidragende vrouwtjes gevangen in het Elbe-estuarium. Hierbij bleek dat een groot aantal eieren geïnfecteerd was met een schimmel. Een groot aantal van de eieren kwam dan ook niet uit. Ook Kamps (1937) vermeldt een groot aantal wijfjes waarbij de eieren waren verschimmeld. Deze dieren waren afkomstig uit het Lauwerszeegebied. Ook dit kan als een ziekte worden beschouwd.

4 Voorkomen en verspreidingsmechanismen

4.1 Wereldwijde verspreiding

De Chinese wolhandkrab (*Eriocheir sinensis*) kwam van oorsprong alleen voor in de rivieren en kustwateren van Noord-China en Korea. De soort komt bijvoorbeeld voor in de meest bekende rivier van China: de Yangtze. De Japanse wolhandkrab (*E. japonicus*) heeft een bredere verspreiding: Japan, Zuid-China, westkust van Taiwan, Hong Kong en het zuidoosten van Zuid-Korea (Guo *et al.*, 1997). De Japanse wolhandkrab is één maal gemeld uit de Columbia rivier, VS (Hanson & Sytsma, 2005). Gezien de taxonomische problemen is deze waarneming niet erg zeker (hoofdstuk 2).

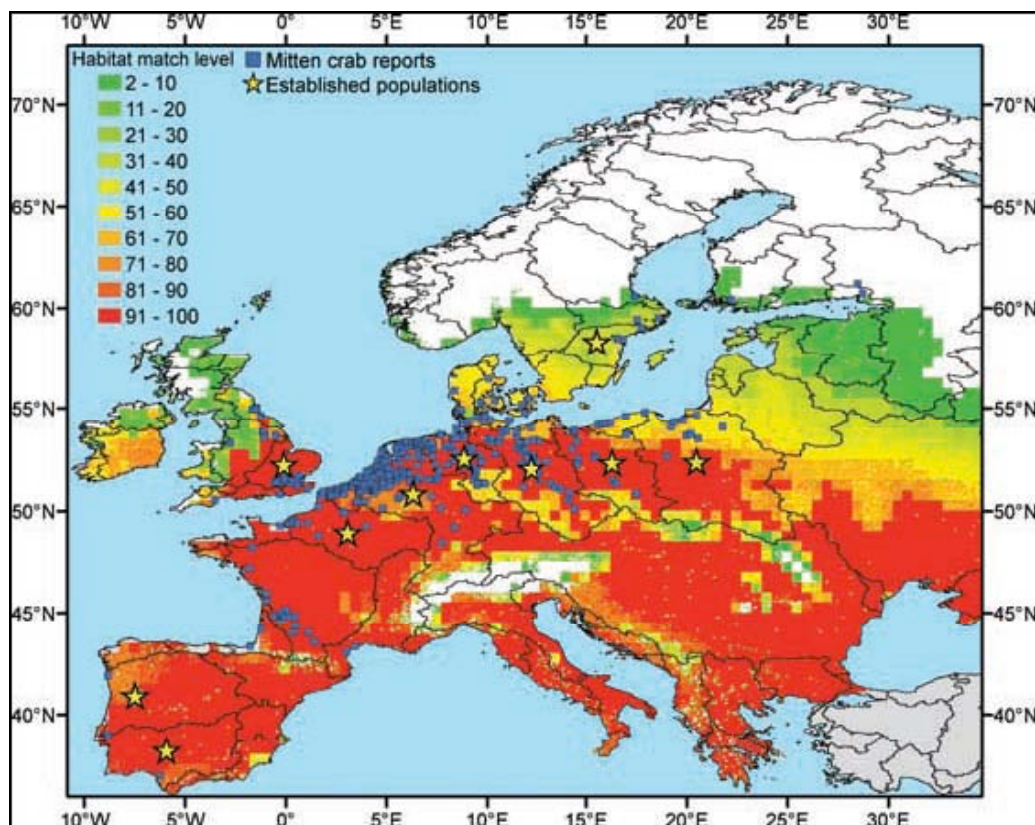


Figuur 4.1 Oost-Azië is het oorspronkelijk leefgebied van de Chinese wolhandkrabben. Overgenomen uit Rudnick *et al.*, 2000

Na de eerste melding van Chinese wolhandkrabben buiten het oorspronkelijk leefgebied in Duitsland (1912), is de soort in een groot aantal landen aangetroffen. Vanuit Duitsland zijn Nederland en Polen gekoloniseerd, vermoedelijk door dispersie (zie ook § 4.3). Grotere sprongen zijn gemaakt naar Frankrijk, Groot-Brittannië, Portugal, Spanje en Zweden (tabel 4.1).

Tabel 4.1 Overzicht van watersystemen in Europa met populaties Chinese wolhandkrab. Data gebaseerd op Herborg et al. (2007) & Vincent (1996). De Garonne, waar in de jaren vijftig en jaren zestig Chinese wolhandkrabben zijn aangetroffen, is niet opgenomen gezien het ontbreken van recente data.

land	watersysteem	eerste melding
Duitsland	Weser	1912
Duitsland	Elbe	1914
Duitsland	Havel	1924
Duitsland	Ems	1929
Polen	Odra	1929
Duitsland/Nederland	Rijn	1931
Nederland	Maas	1931
Nederland/België	Schelde	1931
Polen	Vistula	1932
Frankrijk	Seine	1943
Groot-Brittannië	Thames	1973
Portugal	Tagus/Tajo	1988
Zweden	Mälaren	1994
Spanje	Guadalquivir	1997



Figuur 4.2 Modelberekening die van vrijwel geheel Europa geeft in welke mate habitat overeenkomt met de habitateisen van de Chinese wolhandkrab. Overgenomen uit Herborg et al., 2007.

Het einde van de kolonisatie in Europa lijkt nog niet inzicht. De populatie in de Elbe wordt als de belangrijkste bronpopulatie voor de Europese verspreiding beschouwd. Op basis van een habitatmodel is door Herborg *et al.* (2007) de inschatting gemaakt dat grote delen van Europa potentieel habitat bieden, waarbij de grootste uitbreidingen langs de kusten van de Middellandse Zee zijn te verwachten. Grote delen van de kustgebieden van de Oostzee zouden, door een te laag zoutgehalte, niet geschikt zijn voor de larven van de Chinese wolhandkrab (figuur 4.2). Toch wordt de soort hier regelmatig in aanmerkelijke aantal aangetroffen. Het is echter niet uit te sluiten dat de Chinese wolhandkrab zich onder veel lagere zoutgehalten weet voort te planten dan tot nu toe wordt aangenomen. Dergelijke aanpassingen zijn bij andere kreeftachtigen daadwerkelijk aangetoond. (Ojaveer *et al.*, 2007; Panov, 2006).

In Noord-Amerika is de Chinese wolhandkrab voor het eerst aangetroffen in 1965 in de Detroit rivier in Canada. In 1973 zijn de drie eerste exemplaren gevonden Lake Erie, op de grens van Canada en de Verenigde Staten. Tot in de jaren negentig is deze soort in dit meer gemeld. Het ging hierbij steeds om één of enkele dieren waarvan werd verondersteld dat ze afkomstig waren uit ballastwater of andere vormen van verschepping. In 1987 is een Chinese wolhandkrab gevangen in de Mississippi, daarna is de soort langs deze rivier niet meer gemeld. In geen van de bovengenoemde wateren is een populatie ontstaan (Rudnick *et al.*, 2000). De eerste populatie van Noord-Amerika is ontstaan in San Francisco Bay. De eerste dieren, vrouwtjes met eieren, zijn aangetroffen in 1992. Binnen enkele jaren na de eerste vondsten, kwam de soort algemeen voor en was sprake van een stabiele populatie. Hierna zijn op verschillende plekken langs de westkust van de Verenigde Staten Chinese wolhandkrabben aangetroffen. Bevestigde populaties, buiten die van de San Francisco Bay, zijn nog niet gemeld (Cohen, 2001; Ruiz *et al.*, 2006).

In Azië zijn populaties bekend uit de Wolga, de Zee van Azov en de Zwarte Zee-kust van Turkije, (Shakirova *et al.*, 2007; Clark *et al.*, 2006). Recentelijk zijn exemplaren gevonden in Iran en Irak (Clark *et al.*, 2006; Robbins *et al.*, 2006). In Vietnam is de Chinese wolhandkrab voor consumptie bewust uitgezet (Hymanson *et al.*, 1999)

4.2 Verspreidingsmechanismen

De wijze van kolonisatie van onbezet gebied kan voor de Chinese wolhandkrab langs onnatuurlijke en natuurlijke weg geschieden:

- lange afstand (introducties): bijvoorbeeld van het oorspronkelijke verspreidingsgebied naar Duitsland en Californië;
- korte afstand (dispersie): bijvoorbeeld de kolonisatie van Nederland vanuit Duitsland langs natuurlijke weg.

Introducties

Voor succesvolle introducties van Chinese wolhandkrabben buiten hun oorspronkelijk gebied worden twee manieren genoemd: bewuste uitzettingen en passief transport met ballastwater van schepen (Rudnick *et al.*, 2000; Cohen & Carlton, 1997). Van de eerste

Europese introductie van de Chinese wolhandkrab in Duitsland wordt algemeen aangenomen dat ze is meegekomen met ballastwater (Panning, 1952; Fladung, 2000). Ook bij recente ontdekkingen van de Chinese wolhandkrab in Iran, Irak en de oostkust van de USA, is elke keer een direct verband gelegd met havens en ballastwater (Robbins *et al.*, 2006; Clark *et al.*, 2006; Ruiz *et al.*, 2006). Door Gollash & Leppäkoski (1999) is bepaald dat een zeewaardig vrachtschip met zijn ballastwater gemiddeld circa 4 miljoen organismen inneemt. Dat de introductie is gebeurd met Chinese wolhandkrabben in de larvale stadia (zoea en/of megalopa) of juvenielen lijkt het meest waarschijnlijk omdat dat de stadia zijn waarin relatief makkelijk grote aantallen kunnen worden ingenomen met het ballastwater (Fladung, 2000; Cohen *et al.*, 1997). Larven van krabben zijn meerdere keren in het ballastwater van schepen aangetoond (Cohen & Carlton, 1997). Door Lenz *et al.* (1996) zijn bij het bemonsteren van het ballastwater daadwerkelijk Chinese wolhandkrabben aangetroffen. Het ging hierbij om twee exemplaren.

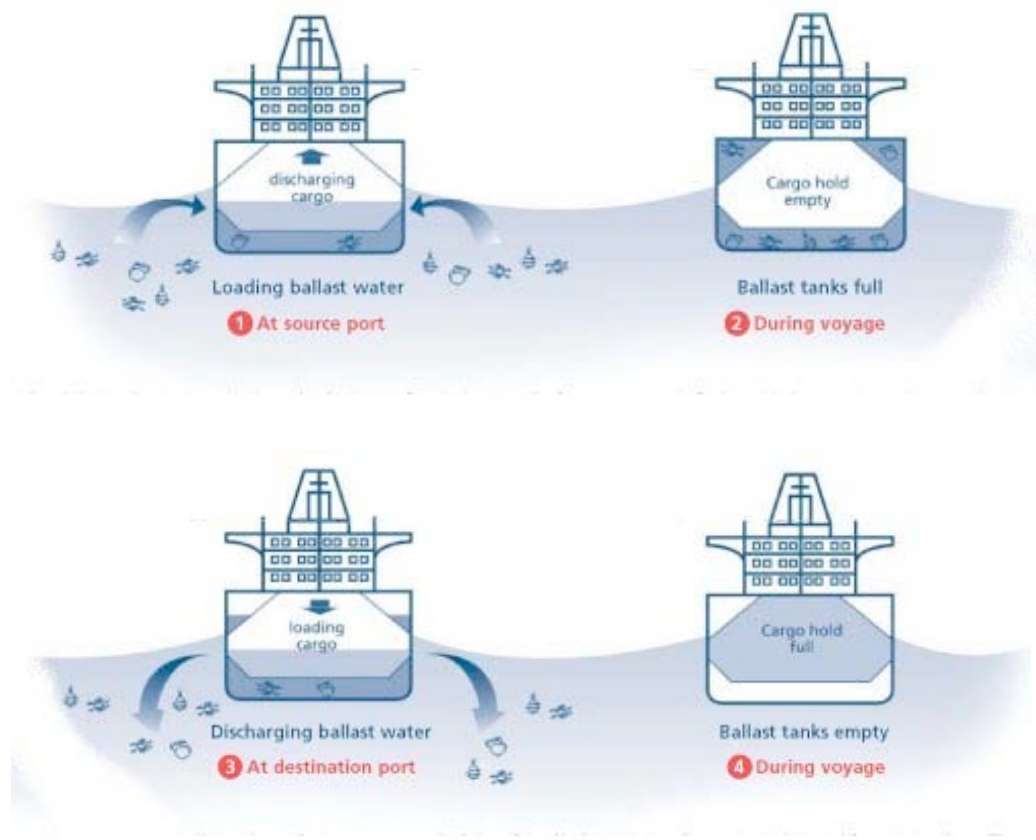
Over de wijze waarop de Chinese wolhandkrab in Californië terecht is gekomen, zijn de meningen verdeeld. Voordat het federale besluit in 1987 was genomen dat verhinderde dat de Chinese wolhandkrab kon worden geïmporteerd en verhandeld, was de Chinese wolhandkrab regelmatig te vinden op de Aziatische markten in Californië. Het wordt dan ook mogelijk geacht dat de Chinese wolhandkrab bewust is losgelaten met het doel een populatie te krijgen waarop kon worden gevestigd. Bewijzen lijken hiervoor echter niet te bestaan. Transport met ballastwater lijkt, gezien de grootschalige scheepvaartindustrie in California Bay, minimaal een gelijkwaardig alternatief (Rudnick *et al.*, 2000; Reaser, 2003).

Dispersie

Nadat de Chinese wolhandkrab in 1912 was gesignaleerd in de Weser heeft het een kleine 20 jaar geduurd om Duitsland en Nederland grotendeels te koloniseren. Van Polen zijn alleen de westelijke waterlopen gekoloniseerd. In de oudere literatuur wordt er vanuit gegaan dat dit op een natuurlijke wijze is gebeurd. De twee manieren waarop dit kon plaatsvinden waren:

- passief transport van larven in het zoute milieu;
- actieve dispersie door de trek van juvenielen en/of adulten.

De Chinese wolhandkrab kunnen grote afstanden afleggen bij het intrekken van zoet water. Uit het stroomgebied van de Elbe zijn afstanden van 700 tot 750 kilometer bekend, waarbij de omgeving van Praag in Tsjechië werd bereikt. In China zijn zelfs afstanden tot 1.300 kilometer vastgesteld (Adema, 1991). Omdat in Europa de verschillende stroomgebieden intensief met elkaar zijn verbonden door kanalen, biedt dit de Chinese wolhandkrabben prima dispersie routes om snel een groot gebied te koloniseren (Kamps, 1937). De makkelijke bereikbaarheid van verschillende riviersystemen door onderlinge verbinding in de bovenloop heeft ongetwijfeld bijgedragen aan de snelle kolonisatie van West-Europa. Dat kanalen een belangrijk aspect zijn in de dispersie van de wolhandkrab lijkt te worden bevestigd door de situatie in Noord-Amerika. Hier zijn kanalen die stroomgebieden verbinden veel minder aanwezig en verloopt de kolonisatie dan ook trager.



Figuur 4.3: Het principe van de verspreiding van organismen door ballastwater.
Bron: <http://globallast.imo.org>.



Figuur 4.4 Een partij in beslag genomen wolhandkrabben in San Francisco.
Bron: Tideline.

Naast de dispersie via het zoete water speelt ook de trek van juvenielen en volwassen dieren in zee, al dan niet langs de kust, een rol. Dit wordt duidelijk aan de hand van de verspreiding van de Chinese wolhandkrab in de landen rondom de Oostzee. Er worden

redelijke aantallen volwassen Chinese wolhandkrabben gevangen in de landen die grenzen aan de oostzijde van de Oostzee. Het aangrenzende water langs deze kusten is te zoet om de ontwikkeling van larven mogelijk te maken. De hier aanwezige Chinese wolhandkrabben zijn dan ook afkomstig uit populaties in het westelijk deel van de Oostzee of de Waddenzee. Passief transport van de larven lijkt hier een onwaarschijnlijk verspreidingsmechanisme, juist omdat het laatste stadium waarin dit plaats zou moeten vinden een slechte tolerantie kent voor lage zoutgehaltes. Willen Chinese wolhandkrabben bijvoorbeeld de Russische kust bereiken dan zal dat moeten door actieve trek van de megalopa-larven en de juveniele krabben (Ojaveer *et al.*, 2007).

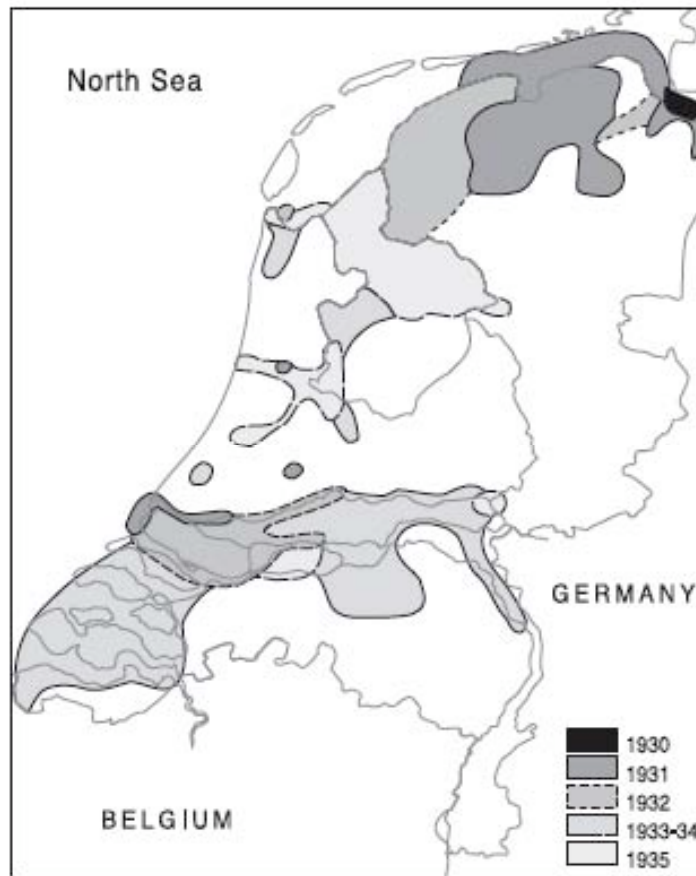
Over passief transport van larven zijn geen gegevens bekend. Er zijn vrijwel nooit larven van de Chinese wolhandkrab gevangen, waardoor het onduidelijk is hoever de larven zich buiten de kust begeven en onder invloed kunnen komen van stromingen langs de kust. Hierdoor blijft het gissen naar het belang van het passieve transport, al wordt het door verschillende auteurs wel als een belangrijk mechanisme gezien (Herborg *et al.*, 2005).

Naast de natuurlijke dispersie speelt transport met ballastwater vermoedelijk ook over kortere afstand een rol in de verspreiding. Herborg *et al.* (2007) vonden dat de mate van overeenkomst qua genetische variatie tussen populaties positief was gecorreleerd met de hoeveelheid schipverkeer tussen deze populaties. Dit geldt ook voor populaties, zoals die van de Elbe en de Schelde, die op meer manieren dan alleen scheepvaartverkeer met elkaar in verbinding staan.

4.3 De kolonisatie van Nederland

In 1931 is in Nederland de aanwezigheid van de Chinese wolhandkrab voor het eerst met zekerheid vastgesteld. In 1931 zijn meldingen gedaan uit Groningen, Friesland, Zaandam, Brielse Maas, Reeuwijkse plassen, 'Zuidhollandsche stromen' en de Haven van Rotterdam. In de jaren daarna was de kolonisatie van een groot deel van Nederland al snel een feit (figuur 4.5). Onbevestigde waarnemingen stammen al van voor 1932, ondermeer uit Oost-Groningen. Aangezien door Duitse vissers in de jaren 1929-1930 Chinese wolhandkrabben zijn gevangen in het Eems- en Dollardgebied, zijn er geen gegronde redenen om aan deze meldingen uit Groningen te twijfelen. In 1931 zijn direct redelijke aantallen krabben gevangen, die op basis van de carapaxbreedte in 1930 uit het ei moeten zijn gekomen.

De snelheid waarmee de soort opdook in verschillende gebieden doet vermoeden dat hier één gebeurtenis verantwoordelijk voor was. Ondanks uitgebreide speculaties blijft het onduidelijk hoe een en ander is gebeurd. Gebrek aan inzicht over die delen van de levenscyclus die in het zoute water afspelen is hier verantwoordelijk voor. De bronpopulatie was vrijwel zeker die van de Weser in Duitsland (Kamps, 1937).



Figuur 4.5 De kolonisatie van Nederland in de periode 1930-1935.
Bron: Kamps, 1937.

4.4 Huidig voorkomen in Nederland

De Chinese wolhandkrab is tegenwoordig bekend uit iedere provincie. Er zijn wel duidelijk verschillen in voorkomen. In de kustprovincies Groningen, Friesland, Noord-Holland, Zuid-Holland en Zeeland is de soort veel meer verspreid als in Drenthe, Overijssel, Gelderland, Utrecht en Noord-Brabant. De provincie Flevoland lijkt een middenpositie in te nemen.

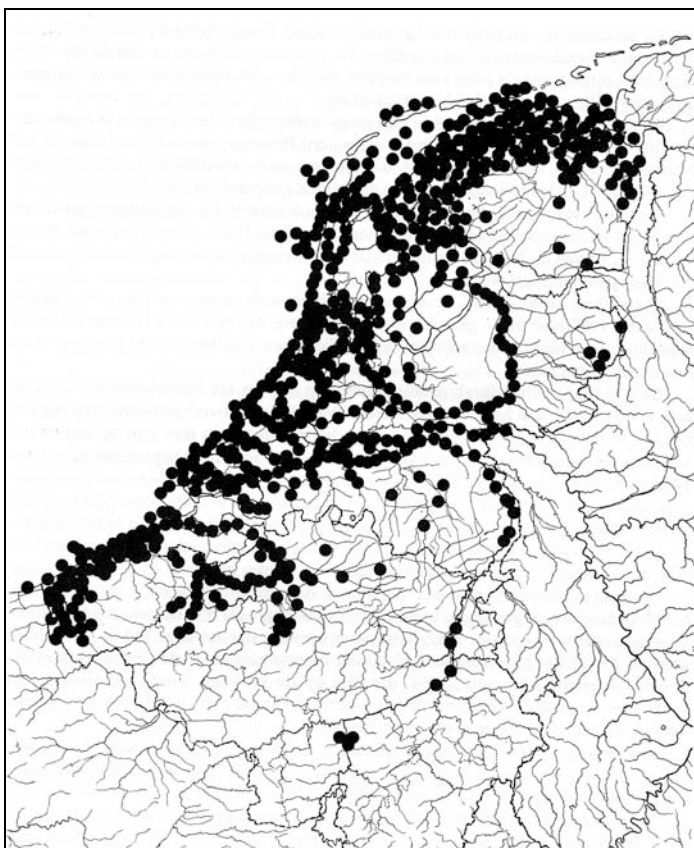
Zoals te zien is in figuur 4.6 houdt de Chinese wolhandkrab zich vooral op in de grote rivieren en allerlei wateren in de kustprovincies. De verdeling wordt sterk bepaald door de afstand tot de zee, en daarmee ook het aantal obstakels dat moet worden overwonnen. Zou men echter alle meldingen van de Chinese wolhandkrab kennen dan zou de kaart in figuur 4.6 veel meer dichtlopen. Door de sterke trekdrang en het inlaten van water weet de Chinese wolhandkrab vrijwel alle geschikte gebieden te bereiken.

De aantallen Chinese wolhandkrabben liggen het hoogst in Haringvliet, Nieuwe Waterweg, Hollands Diep, Amer, Noordzeekanaal en het IJsselmeer in de nabijheid van

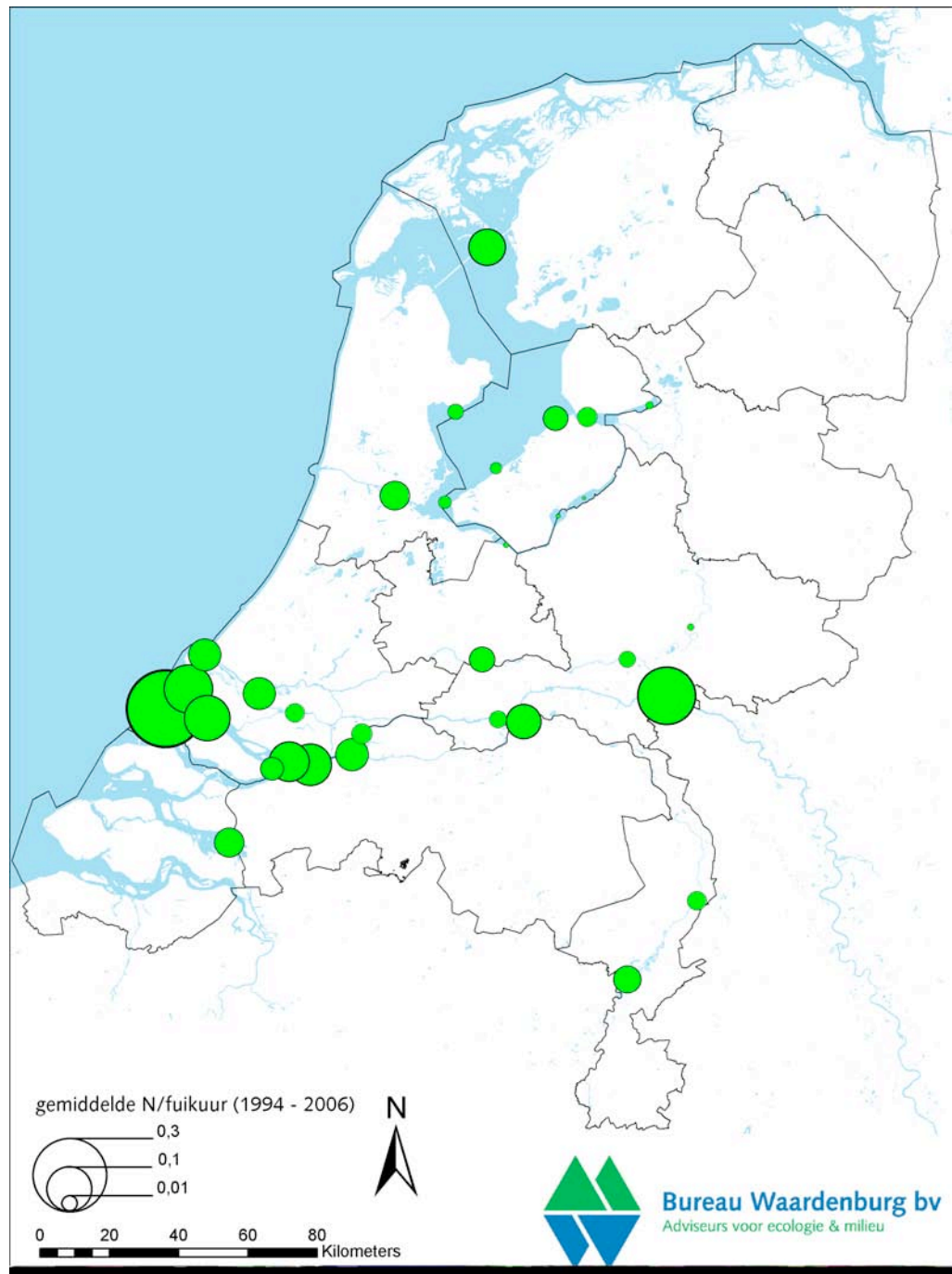
de Afsluitdijk, zie de figuren 4.7 & 4.8. In figuur 4.6 lijkt de Rijn relatief hoge dichtheden te herbergen. Van deze rivier zijn slechts van een beperkt aantal jaren gegevens beschikbaar, waarvan één piekjaar. Verder zijn de lage aantallen van de Chinese wolhandkrab in de IJssel opvallend.

De verspreiding van de Chinese wolhandkrab is vergelijkbaar met die van andere gebieden, zoals bijvoorbeeld de Thames, de Elbe en San Francisco Bay. De hoogste dichtheden aan Chinese wolhandkrabben worden ook hier gevonden in de estuaria en de benedenstroomse delen van de rivieren. Bij hogere dichtheden worden grote aantallen ook hogerop gevonden, zoals 90 kilometer stroomopwaarts in de Thames en 450 kilometer stroomopwaarts in de Elbe (Hanson & Sytsma, 2005).

Over de dichtheden waarin de Chinese wolhandkrab voorkomt zijn weinig gegevens beschikbaar. Een eerste schatting is door Heukels (2006) gedaan voor het Zuidlaardermeer dat een oppervlakte heeft van circa 600 hectare. Ze kwam hierbij uit op 7,7 krabben per meter oever, wat een totaal gaf van 115.500 Chinese wolhandkrabben gedurende de maanden mei en juni. Vissers, zowel beroeps als hengelaars, die op de Rijkswateren vissen, zijn het er allemaal over eens dat de dichtheid hoog is. Een inschatting van de dichtheid geven lijkt met de huidige gegevens echter niet mogelijk.



*Figuur 4.6 Verspreiding Chinese wolhandkrab.
Met toestemming uit Adema (1991).*



Figuur 4.7 Het gemiddeld aantal krabben per fuikuur per jaar over de periode 1994-2006. Deze figuur is gebaseerd op de gegevens van de passieve monitoring van Rijkswaterstaat-Waterdienst.



Figuur 4.8 Het gemiddeld aantal krabben per 100 meter per jaar over de periode 1994-2006. Deze figuur is gebaseerd op de gegevens van de actieve monitoring met een kor van Rijkswaterstaat-Waterdienst.

4.5 Trends

De populaties van de Chinese wolhandkrab worden gekenmerkt door grote fluctuaties. Dit is bekend uit de oorspronkelijke leefgebieden in China alsook uit Duitsland. In piekjaren kunnen Chinese wolhandkrab in zeer grote aantallen voorkomen. In 1939 zijn in de Duitse rivieren Elbe, Ems, Havel, Saale en Weser, in totaal 21 miljoen juveniele krabben gevangen (Gollasch, in lit.). Jaren met lage aantallen worden in verband gebracht met vervuiling, predatie en larvale sterfte door lage zeewatertemperaturen in het voorjaar of grote waterafvoeren. In China worden de fluctuaties in verband gebracht met droogtes en overstromingen. In de Thames viel een sterke toename van de Chinese wolhandkrabben in 1989-1992 samen met serieuze droogtes in deze periode (Hanson & Sytsma, 2005).

Gedurende 1989-1992 heeft de Thames veel minder water afgevoerd dan in andere jaren. Stroomsnelheden in het estuarium lagen hierdoor lager, wat een verminderde wegspoeling van larven richting zee kan hebben betekend. Een andere consequentie was dat het zoute water verder het estuarium binnendrong. Allerlei soorten die minder tolerant waren voor zeewater verdwenen in de benedenstroomse delen van het estuarium. Hierdoor was het estuarium vermoedelijk geschikter voor een volledige ontwikkeling van de larven van de Chinese wolhandkrab. De larven zouden hierdoor dicht in de buurt (kunnen) blijven van de Thames waardoor een relatief groot aantal juvenielen de Thames wisten te bereiken (Herborg *et al.*, 2005).

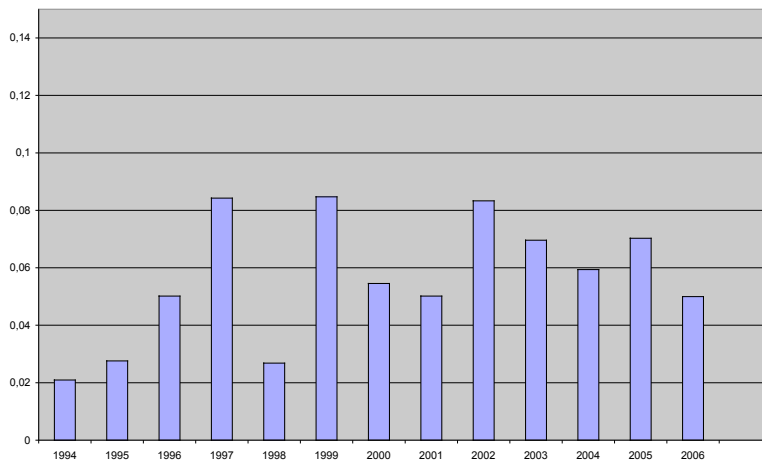
Nadat de Chinese wolhandkrab in Nederland in de jaren dertig voet aan de grond had gekregen, ontwikkelde zich snel grote populaties die veel hinder veroorzaakten. Eind jaren dertig nam de soort in aantal af en had men de hoop dat ze in de toekomst minder overlast zou veroorzaken. Hierbij werd gewezen op andere exoten, zoals kroosvaren en waterpest, die direct na introductie een grotere overlast veroorzaakten dan in latere jaren. Dit bleek ijdele hoop met grote 'plagen' van de krabben in 1942, 1949, 1953, 1954, 1971, 1972, 1977, 1978 en 1981-1985 (Adema, 1991). Hierna is de Chinese wolhandkrab wel algemeen gebleven, maar echt grote plagen bleven nadien uit. Hiermee is niet gezegd dat bij de huidige dichtheden geen (grote) hinder kan optreden, zie § 5.

De huidige situatie zal worden vergeleken met het voorkomen in 1954. In het Noordzeekanaal ving een beroepsvisser in de nacht van 10 op 11 juni 1954 in 10 fuiken 124,5 kilo juveniele wolhandkrabben. Met circa 34 krabben per pond kwam het aantal krabben op ongeveer 850 per fuik (Adema, 1991). Dit is hoger dan de hoogste maandvangst in het Noordzeekanaal in de periode 1998-2006. De hoogste geregistreerde maandvangst was die van oktober 1999, waarbij er een variabel aantal fuiken was ingezet dat varieerde van 1 tot 4. De bulk van de vangst is met 2 tot 4 fuiken gerealiseerd. In oktober 1999 zijn daarmee in totaal 700 krabben gevangen, veel minder dan de circa 2.500 in een nacht in 1954.

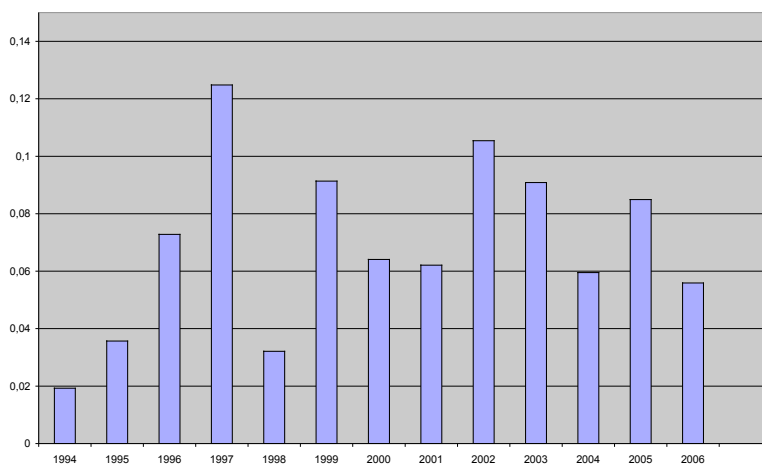
In de figuren 4.9 t/m 4.12 is het gemiddeld aantal krabben per fuikuur uitgezet, voor respectievelijk geheel Nederland, het Rivierengebied, het Noordzeekanaal en het

IJsselmeergebied. Hierbij zijn alleen de maanden september, oktober en november meegenomen. De gegevens over de andere maanden zijn weggelaten omdat deze onregelmatig zijn verzameld. Met name de late start in het voorjaar op veel locaties zorgt ervoor dat vroege pieken in de trek zijn gemist. Dit heeft grote invloed op de vergelijkbaarheid en is bijvoorbeeld verantwoordelijk voor het relatief veel te hoge gemiddelde op de locatie Rijn (zie figuur 4.6).

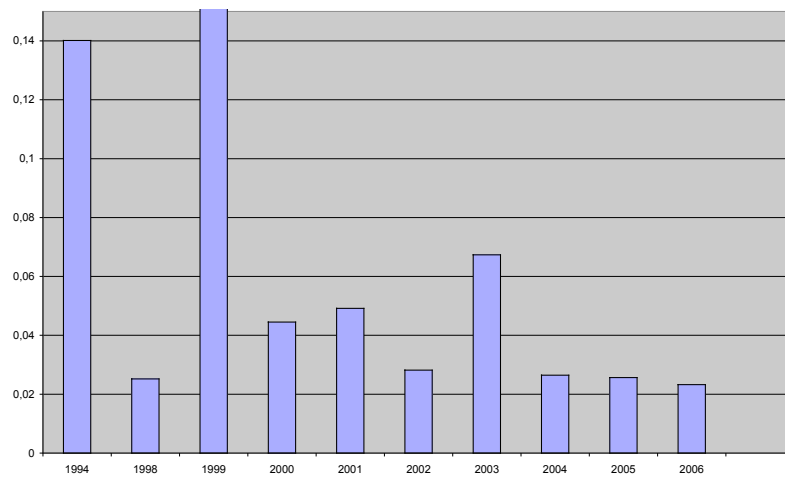
Uit gegevens van Adema (1991) volgt dat in 2000 de Chinese wolhandkrab in zijn populatiegrootte veel meer fluctueerde dan in de periode daarna. Verder is gemeten over de maanden september-november de gemiddelde populatiegrootte na 2000 hoger dan voor 2000. Dit lijkt alleen niet te gelden voor het Noordzeekanaal, maar hier zijn gegevens uit de jaren negentig schaars.



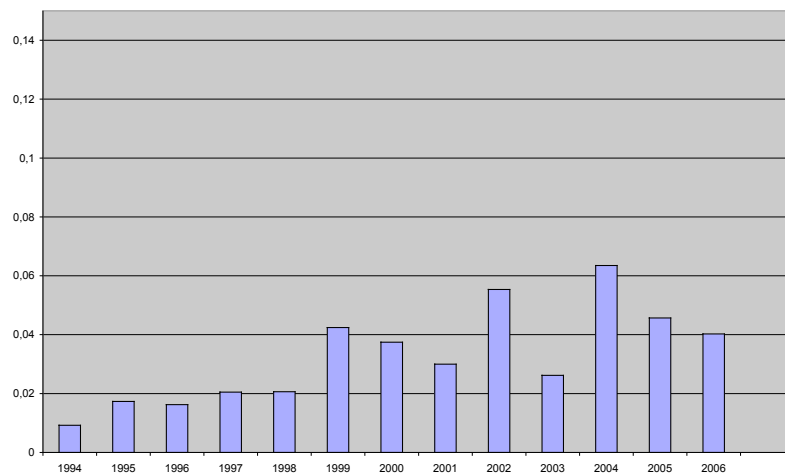
Figuur 4.9 Gemiddeld aantal krabben per fuikuur per jaar over de maanden september-november voor geheel Nederland.



Figuur 4.10 Gemiddeld aantal krabben per fuikuur per jaar over de maanden september-november voor het Rivierengebied.



Figuur 4.11 Gemiddeld aantal krabben per fuikuur per jaar over de maanden september-november in het Noordzeekanaal. In 1999 was het gemiddeld aantal 0,34 krabben/fuikuur. Een waarde die buiten de schaal valt.



Figuur 4.12 Gemiddeld aantal krabben per fuikuur per jaar over de maanden september-november in het IJsselmeergebied.

5 Effecten

5.1 Inleiding

Met de introductie van een soort als de Chinese wolhandkrab verscheen in de Nederlandse wateren een soort waarvan hier geen inheems equivalent voorkomt. Gezien de grootte biomassa die de Chinese wolhandkrab soms weet te bereiken, mogen zeker effecten worden verwacht. In de eerste plaats kan worden gedacht aan ecologische effecten, zoals bioturbatie of predatie. Daarnaast mag vanwege het massale voorkomen in sommige jaren worden verwacht dat visserij hinder ondervindt of juist profijt heeft (verkoop krabben). Daarnaast worden van de Chinese wolhandkrab meer specifieke effecten genoemd zoals gevaar voor de gezondheid van mens en dier (tussengastheer voor longbot) en het ondergraven van oevers.

5.2 Chinese wolhandkrab als tussengastheer

In Noord-Amerika wordt de Chinese wolhandkrab onder andere als zeer ongewenst beschouwd vanwege de mogelijkheid dat de longbot (figuur 5.1) wordt overgebracht. De krab is voor deze parasiet een tussengastheer (Texas Parks and Wildlife Department, 2005; Cohen & Weinstein, 2001). De longbot (*Paragonimus westermani* (Kerbert, 1878)) behoort tot de *Trematoda*, een groep van parasitaire platwormen. Ze is in 1878 door Coenraad Albert, de latere directeur van Artis, beschreven aan de hand van materiaal uit de longen van een tijger die afkomstig was uit de collectie van Artis (Cohen, 2003).

Voor de volledige levenscyclus gebruikt de longbot drie typen gastheren:

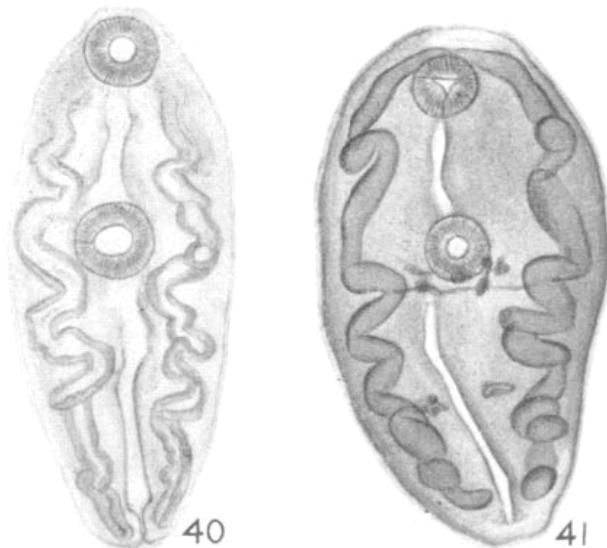
- primaire tussengastheer: slakken;
- secundaire tussengastheer: rivierkreeften en krabben;
- eindgastheer: zoogdieren.

De eindgastheer kan worden geïnfecteerd wanneer deze rauw of slecht gekookt rivierkreeften- of krabbenvlees binnenkrijgt en, vermoedelijk in veel mindere mate, door het drinken van (ongekookt) water. De eindgastheren zijn dan ook voornamelijk allerlei roofdieren, maar ook de Java-aap (*Macaca fascicularis*), wilde varkens en mensen kunnen eindgastheer zijn. De longbot veroorzaakt onder andere bloedingen en aantasting van het longweefsel. Wanneer dit niet wordt behandeld kan dit ernstige gevolgen hebben en zelfs sterfte (Nakagawa, 1916). De krabben door wie de eindgastheer geïnfecteerd raakt, zijn soorten van het zoete en brakke water. Naast diverse *Potamon*- en *Sesarma*-soorten zijn ook de wolhandkrabben een belangrijke secundaire tussengastheer (Cohen, 2003). De derde schakel voor de cyclus zijn slakken van de families *Thiaridae* en *Pleuroceridae* waarvan soorten wijdverspreid worden gevonden in zowel zoet- als brakwater (Blair *et al.*, 2001).

De longbot heeft zijn oorspronkelijke verspreiding in Oost- en Zuidoost-Azië, waar ze bekend is uit onder andere Japan, China en Thailand. Daarnaast is de ziekte die door de longbot wordt veroorzaakt, *paragonimiasis*, ook gemeld uit Afrika, India, Zuid- en Midden-Amerika (Yee *et al.*, 1992). In hoeverre het hierbij daadwerkelijk gaat om *P. westermani* is echter onduidelijk.

De kans op vestiging van longbot in Noordwest-Europa lijkt vooralsnog klein (Rainbow *et al.*, 2003; Normant & Skorá, 2002). Vooralsnog zijn er een groot aantal onbeantwoorde vragen over het dispersievermogen van de parasiet. Voorts ontbreken in West-Europa soorten slakken die nodig zijn als tussengastheer. Zowel de *Thiaridae* als de *Pleuroceridae* komen in West-Europa van oorsprong niet voor (Banarescu, 1990). Wel wordt één (sub-)tropische *Thiaridae*-soort, *Melanoides tuberculatus*, regelmatig in Europa aangetroffen (Fechter & Falkner, 1989; Glöer, 2002; Zettler *et al.*, 2006). In Nederland is deze soort slechts enkele malen gevonden (Gittenberger *et al.*, 1998; Bruyne *et al.*, 2003) en weet ze zich alleen te handhaven bij koelwateruitlaten omdat ze de Nederlandse winters anders niet doorstaat (Vaate *et al.*, 1994, D.M. Soes, eigen waarneming). Een algemeen voorkomen van *Melanoides tuberculatus* ligt dan ook niet voor de hand.

Dat zich in de toekomst op enig moment wel een potentiële gastheer in Nederland weet te vestigen, is zeker niet uitgesloten. Door de toegenomen interesse in het houden van slakken in aquaria worden steeds meer soorten, waaronder *Thiaridae* en *Pleuroceridae*, voor de handel naar Europa gehaald. Een onbedoelde vestiging van een soort die de Hollandse omstandigheden wel aan kan is zo niet uitgesloten.



Figuur 5.1 Longbotten uit de longen van de eindgastheer (Overgenomen uit Nakagawa, 1916).

5.3 Bioturbatie

Bioturbatie is het proces waarbij de bovenlaag van de bodem door planten of dieren wordt verstoord. Dit kunnen activiteiten zijn als ingraven, opnemen van sediment, defaecatie, graven van onderkomens, foerageren, etc. Ook het opwoelen en het opnemen van bodem door benthivore vissen zoals brasem en karper vallen hieronder (De Lange *et al.*, 2006). Belangrijke effecten die dit kan hebben, zijn een verhoogde nalevering van stoffen als fosfaat uit de bodem en een vertroebeling van het water, waardoor in sommige gevallen zelfs plantengroei onmogelijk wordt gemaakt (Smolders & Brouwer, 2006). Een belangrijk aspect van het actief biologisch beheer zoals dat regelmatig wordt uitgevoerd in Nederlandse plassen, bestaat dan ook uit het terugdringen van de bodemverstoring door het wegvangen van benthivore vissoorten (Meijer, 2000).

Ook van rivierkreeften is beschreven dat ze door omwoeling een vermindering van het doorzicht veroorzaken (Angeler *et al.*, 2003). Rivierkreeften foerageren immers grotendeels op de bodem en zoeken hier systematisch naar voedsel. In Nederland is op verschillende locaties vastgesteld dat daar waar de geknobbelde Amerikaanse rivierkreeft (*Orconectes virilis*) zeer talrijk is, het doorzicht sterk afneemt (Soes, 2007). Het foerageergedrag van de Chinese wolhandkrab kan worden vergeleken met dat van rivierkreeften. Ondanks dat in de literatuur geen directe aanwijzingen beschikbaar zijn, kan in het verlengde hiervan worden aangenomen dat bij hogere dichtheden aan Chinese wolhandkrab het doorzicht kan verminderen en de nalevering van bijvoorbeeld fosfaat kan worden verhoogd.

In hoeverre nalevering van stoffen vanuit de bodem door Chinese wolhandkrabben van invloed is op de chemische waterkwaliteit (en daarmee het behalen van de KRW doelstellingen) is nooit onderzocht en zal sterk afhankelijk zijn van de dichtheden waarin ze voorkomen en de aanwezigheid van (milieuverontreinigende) stoffen in de bodem. Modelberekeningen aan transportsnelheden laten zien dat in laag dynamische systemen (zoals rivieren en estuaria) bioturbatie de grootste bijdrage levert aan de naleveringsflux (Reible *et al.*, 1991 in De Lange *et al.*, 2006). Labexperimenten met drie PAK-congeneren waarin het effect van bioturbatie door *tubificidae* werd bestudeerd, lieten een toename van de naleveringsflux zien met een factor 4 tot 6 (Reible *et al.*, 1996 in De Lange *et al.*, 2006). Labexperimenten van verschillende PCB's en bioturbatie door *tubificidae* laten een maximale toename van flux zien door bioturbatie met een factor 1,5 tot 2 (Koelmans *et al.*, in prep. in De Lange *et al.*, 2006).

5.4 Effecten op het voedselweb

Legio auteurs schatten in dat de Chinese wolhandkrab negatieve gevolgen heeft op ecosystemen waar ze niet thuishoort. Er zijn evenwel geen studies die daadwerkelijk effecten aantonen. De experimenten van Koeman & Bijkerk (Loonen *et al.*, 2005) komen hier nog het dichtst bij in de buurt. Bij proeven in bakken van 30 liter bleek dat de Chinese wolhandkrabben de groei van vegetatie geheel verhinderde door de

waterplanten te consumeren. Alleen emerse waterplanten wisten zich, zij het uitgedund, te handhaven. Het nadeel van dit soort experimenten is dat niet is aan te geven of deze resultaten zich laten doorvertalen naar de situatie in het veld.

De Chinese wolhandkrab is een omnivoor waarvan mag worden verwacht dat ze hierdoor effecten heeft op verschillende trofische niveaus. Naast consumptie van waterplanten, algen en detritus, is ze ook een predator die bijvoorbeeld door haar voorkeur voor erwtenmosseltjes een macrofaunagemeenschap danig kan veranderen.

Het omnivore dieet maakt de Chinese wolhandkrab vergelijkbaar met rivierkreeften. Van deze groep zijn effecten bekend die uiteenlopen van het doen verdwijnen van waterplanten en het veranderen van macrofaunagemeenschappen (Soes, 2007). Aangezien ze niet in staat is op vis te prederen, zullen effecten op de visfauna veelal indirect zijn; bijvoorbeeld door concurrentie of habitatveranderingen. Het lijkt dan ook waarschijnlijk dat de Chinese wolhandkrab bij hogere dichtheden ook dergelijke effecten zal hebben. Bij welke dichtheden en onder welke milieuomstandigheden dergelijke effecten zullen optreden, is moeilijk te voorspellen door de afwezigheid van basale gegevens.

5.5 Ondergraven oevers

De Chinese wolhandkrab graaft gangen in de oever van wateren. De gangen liggen met de ingang rondom de waterlijn en lopen schuin naar beneden, waardoor ook bij het droogvallen van de opening water in de gang blijft staan. In het getijdengebied ligt de openingen veelal tussen de hoogwater- en de laagwaterlijn. De lengte varieert van circa 20 centimeter tot circa 80 centimeter. De opening is 2 tot 12 centimeter groot, afhankelijk van de grootte van de bewoner. De vorm van de opening is meestal ovaal-trechtersvormig. De vorm van de gang is meestal een simpele rechte gang, echter kan ze ook meer ingewikkelde vormen hebben. Met name bij de aanwezigheid van grind, stenen, en dergelijke wordt de vorm meer onregelmatig. Bij hogere dichtheden kunnen gangen met elkaar in contact komen en ontstaan ingewikkelder constructies. In een dergelijke complexen met verschillende gangen zijn vaak meerdere juvenielen aanwezig (Rudnick *et al.*, 2005; Peters & Panning, 1933; Adema, 1991).

Gangen worden vooral veel gegraven door jonge juveniele krabben. Hiervoor worden bijvoorkeur oevers met zachte sedimenten gebruikt. In San Francisco Bay zijn de gangen van dieren met een breedte van 0,4 tot 4,5 cm aangetroffen in dichtheden tot 20 per m². Dergelijke gangen hadden een doorsnede van zo'n vier centimeter (Rudnick *et al.*, 2005). In Duitsland zijn dichtheden van gangen vastgesteld van soms wel 30 per m². Dergelijke dichtheden zijn alleen vastgesteld in het getijdengebied. De gemiddelde dichtheid lag hier een stuk lager dan de eerdergenoemde 30 per m². Ook in binnenwateren zijn gangen gevonden, echter in veel lagere dichtheden (Peters & Panning, 1933).



Figuur 5.2 Overzichtstekening van een eenvoudige gang van een Chinese wolhandkrab. Uit Rudnick et al., 2000.

Op basis van onderzoek waarbij de krabben worden uitgegraven, blijkt dat Chinese wolhandkrabben met name gangen graven op het moment dat ze gaan vervellen. Wanneer een Chinese wolhandkrab net is verveld, is het nieuw pantser zeer week; vandaar het Duitse woord Butterkrebse. Vanwege de beperkte bescherming tegen predatoren direct na de vervelling zoekt een Chinese wolhandkrab wanneer ze moet vervellen een beschutte plaats. Dit doet ze door zelf een passende schuilplaats te graven. Daarnaast kruipen vooral de kleinere exemplaren overdag weg in verlaten gangen. Pas als ze gaan vervellen graven ze een eigen gang. (Kamps, 1937). Dit verklaart ook dat veel meer gangen worden gevonden van jonge juveniele krabben. Naast dat deze in grotere aantallen voorkomen, hebben ze ook een veel hogere frequentie van vervellen.

Rudnick et al. (2005) rekenen ons voor dat op hun onderzoekslocatie in South San Francisco Bay over vier kilometer oever door de juveniele krabben circa 90 m³ sediment bij het graven uit de oever was verwijderd. Op enkele plaatsen werd waargenomen dat de graafactiviteiten de afslag van de oever had bevorderd. Ook uit Duitsland zijn dergelijke waarnemingen bekend (Peters & Panning, 1933). Hierdoor wordt gevreesd dat de graafactiviteit van de Chinese wolhandkrab schade kan toebrengen aan de Hollandse dijken. In de praktijk blijkt dit mee te vallen (Adema, 1991).

Kamps (1937) heeft in de Kommerzijlster Rijt in Groningen de gangen van de Chinese wolhandkrab onderzocht. De gangen zijn vooral aangetroffen in oevers waar waterriet ontbrak. Deze oevers verliepen vertikaal of hadden een sterke helling. De gangen werden hier bij voorkeur op geringe diepte onder de waterspiegel gegraven: 18% tussen 0 en 5 cm, 41% tussen 5 en 10 cm, 27% tussen 10 en 15 cm, 11% tussen 15 en 20 cm en 3% op meer dan 20 cm diepte. De verdeling van de gangen was erg onregelmatig, sommige delen van de oever hadden een hoge dichtheid afgewisseld met onbewoonde trajecten. Een duidelijk verband met bijvoorbeeld bodemgesteldheid kon niet worden vastgesteld. Opvallende schade aan oevers is zowel in de Kommerzijlster Rijt als in andere delen van Nederland tot op heden niet waargenomen.

5.6 Beroepsvisserij

Schade

De beroepsvisserij ondervindt grote hinder van de Chinese wolhandkrab bij de passieve visserij. De impact van de Chinese wolhandkrab is drieledig:

- aanvreten van de vangst;
- vernielen van vistuig;
- tijdverlies door de grotere handelingstijd bij het sorteren van vangst.

In de praktijk wordt hinder met name ondervonden bij het vissen met staand want en met fuiken. Bij het vissen met staand want is de vis geïmmobiliseerd en een makkelijke prooi voor de Chinese wolhandkrab. Aangevroten vis is onverkoopbaar. Ook in fuiken vreten de krabben de vis aan, vooral wanneer de vangst zo groot is dat de vis in de kubbe (het 'eindstation' van de fuik) geen kant meer op kan. Vaak blijven er niet meer dan een paar graten over (Kapps, 1937; Adema, 1991; Peters & Panning, 1933).

Met zijn krachtige monddelen is de Chinese wolhandkrab in staat zich dwars door een fuik of een want heen te vreten. De schade die wordt aangebracht is in veel wateren dusdanig dat het noodzakelijk is om fuiken in te zetten van polyethyleen (PE). Onder normale omstandigheden worden fuiken van nylon gebruikt. Een polyethyleen fuik is duurder dan een nylonfuik, waardoor een beroepsvisser tot hogere kosten wordt gedwongen (K. Burger, pers. med.). In de praktijk blijkt dat veel palingvissers niet graag de PE-fuiken gebruikt. De fuiken zouden sneller vuil worden waardoor ze vaker schoongemaakt moeten worden. Door de grotere stugheid van een PE-fuik wordt dit type fuiken er bovendien van verdacht minder goed paling te vangen (Huver & Smit, 2005).

De extra tijd die het kost om een fuik met wolhandkrabben te legen is een kostenpost voor de beroepsvisserij. Bij de vangst moeten de krabben worden gescheiden van de vis. Bij grote aantallen Chinese wolhandkrabben kan dit zeer tijdrovend zijn. Hierdoor zien vissers zich soms genoodzaakt om of minder fuiken te zetten of de fuiken minder ver uit elkaar te zetten (Kamps, 1937).

Profijt

Door de grote vraag, de overbevissing en sterke vervuiling van de Chinese rivieren is de natuurlijke productie in China veel te klein om aan de internationale vraag naar wolhandkrab als culinaire versnapering te kunnen voldoen. Sinds de jaren negentig wordt ze dan ook in een toenemende mate gekweekt in vijvers. In 2005 was de productie uit aquacultuur in China al minimaal 438.000 ton (www.fao.org). Ondanks deze productie en de intensieve visserij blijft de marktprijs door de grote vraag constant hoog. De internationale prijs is dusdanig dat het ook voor Nederlandse vissers in toenemende mate interessant is om Chinese wolhandkrabben aan de afslag aan te bieden (Leijzer *et al.*, 2007).

In 2003-2005 was een stijgende lijn te zien in de hoeveelheid Chinese wolhandkrab die door de Nederlandse beroepsvissers aan de veiling van Den Oever is aangeleverd:

- 2003: 11 ton met een gemiddelde prijs van 3,43 euro/kg;
- 2004: 22 ton met een gemiddelde prijs van 3,68 euro/kg;
- 2005: 32 ton met een gemiddelde prijs van 4,03 euro/kg.

De Nederlandse Chinese wolhandkrabben komen uiteindelijk met name terecht bij Aziatische restaurants in Antwerpen, Parijs en Italië. Ook naar Tsjechië worden Chinese wolhandkrabben geëxporteerd (Leijzer *et al.*, 2007).

Het huidige aanbod aan de Nederlandse veilingen is niet constant, waardoor de prijs wordt gedrukt. Door IMARES is bekeken in hoeverre een opslagsysteem haalbaar zou zijn, waardoor het aanbod beter zou kunnen worden gereguleerd. Uit deze pilot is gekomen dat alleen de opslag in bestaande faciliteiten economisch haalbaar is. Daarnaast kan het interessant zijn ondermaatse Chinese wolhandkrabben op te kweken. Een goede analyse over de technische en economische mogelijkheden hiervoor ontbreekt echter nog (Leijzer *et al.*, 2007).

De belasting van Chinese wolhandkrabben met schadelijke stoffen is in het kader van de verkoopbaarheid een punt van zorg. Door Fladung (2000) wordt voor de jaren 1995 en 1998 melding gemaakt van overschrijdingen van normen voor HCB, HCH, DDT en Methoxichloride. De gecontroleerde dieren waren afkomstig uit de Elbe en de Havel. In Hong Kong is bij de wolhandkrabben een lichte overschrijding van de daar geldende normen voor zware metalen geconstateerd (Ong Che & Cheung, 1998).

5.7 Hengelsport

Vanaf het moment dat de Chinese wolhandkrab in Europese wateren is aangetroffen voelt de hengelsport zich door deze soort getergd (Peters & Panning, 1933; Kamps, 1937). Ongeacht de aasoort (vis, kaas of brood) waarmee wordt gevist, zou hinder worden ondervonden (Peters & Panning, 1933). De Chinese wolhandkrab is vooral nachtactief. Hierdoor is met het met name de avond- en nachtvisserij die hinder ondervindt. In Nederland wordt in de nacht vooral op karper, snoekbaars en paling gevist. De twee laatstgenoemde soorten worden met dierlijk aas bevestigd. Hierop reageert de Chinese wolhandkrab snel. In de nazomer wordt de hengelsport op deze soorten dan soms vrijwel onmogelijk. Ook vissers op karper, niet in de laatste plaats omdat ze over een langere tijd voerplekken aanleggen, ondervinden vaak ernstige hinder (G. Gerlach (Karperstudiegroep Nederland), pers. med.). Zie verder onderstaande box.

Aalsessie naar de knoppen

bron: www.hengelsport.com

We praten over recent oftewel 13 oktober jl. Ik besluit met om met een buurtgenoot Rob en diens zwager Dave een avondje te gaan palingvissen in het Noordzeekanaal. Omstreeks deze tijd wordt er altijd wel een visje gevangen. Het water is lekker diep en de temperatuur nog relatief hoog. We vangen in 2,5 uur 14 mooie dikke alen tot 65 cm lang. Een vreselijk domper was de aanwezigheid van die Kolere krab. Ik behoor dat niet te zeggen als biologiedocent maar als je jezelf heb verheugd om lekker een avondje op aal te vissen en die krenge zitten op je stek dan ben je nog niet jarig.

Om de acht a tien minuten moest je de hele handel ophalen en van nieuwe wormen voorzien. Het barste ervan. Ook kwam het voor dat je een mooie weliswaar diepe doorbuiger kreeg en in het luchtledige sloeg. Als allerergste nadeel van deze dingen is dat ze je lijn doorknippen. Uiteraard vingen we ook een paar van die ondingen. Toevallig zat de lijn om of in de schaar. Als je ze dan ook goed bekijkt valt gelijk op hoe ongewoon aggressief ze zijn. De poten zijn oersterk en de scharen echt scherp. Ik kon het echter weer niet over mijn hart krijgen om het dier dood te maken. Ik moet toegeven dat je er wel de neiging toe krijgt na al dat wormen, snoeren en hakenleed.

Controleer dan ook als je al een paar hebt misgeslagen absoluut de hoofdlijn want er zitten allemaal kleine kerfjes in. Als die krabben eenmaal op de stek zitten dan kun je twee dingen doen. Het voor lief nemen en gewoon doorvissen. Of naar een andere stek verhuizen en maar hopen dat deze geschaarde krenge daar niet zitten. U bent gewaarschuwd.

bron: www.totalfishing.nl

Het geweld van de Wolhandkrab is niet te geloven, op een avond vissen moet je zeker rekenen op het verlies van 25 haken en dito zijlijnen, vrijdagavond soms wel trekken van 2 tot 3 van deze slopers, 5 minuten liggen je onderlijnen in het water en het is bingo, ze vreten ook de al gehaakte vis in no-time aan.

5.8 Overig

Er is melding gemaakt van Chinese wolhandkrabben die problemen veroorzaken bij waterinlaten van elektriciteitscentrales en andere industrieën. Door de grote aantallen krabben raken roosters, pijpen, kleppen en dergelijke verstopt (Hanson & Sytsma, 2005). Uit Nederland zijn dergelijke effecten nog niet op grote schaal opgetreden of bekend geworden. Alleen de rioolwaterzuivering Franeker heeft melding gemaakt daadwerkelijk hinder te hebben ondervonden. Door plaatsing van een extra rooster was dit echter eenvoudig verholpen (Huver & Smit, 2005).

Muskusrattenvangers uit Friesland melden dat enige hinder van de Chinese wolhandkrab wordt ervaren bij het gebruik van muskusratfuiken. In gebieden met veel krabben raken de ingangen van de fuiken verstopt waardoor de fuiken niet meer werken (Huver &

Smit, 2005). Deze melding staat in contrast met het Chinese wolhandkrabben dat door muskusrattenvangers als bijvangst is gemeld (LCCM, 2007). Het probleem is dan ook waarschijnlijk van beperkte omvang.

In China richt de wolhandkrab schade aan in rijstvelden, waar ze de jonge scheuten aanvreten (Ng, in lit.). Dergelijke schade is bijvoorbeeld ook te verwachten wanneer de Chinese wolhandkrab de rijstvelden van bijvoorbeeld Spanje en Italië weet te bereiken.

6 Conclusies en aanbevelingen

6.1 Kennis van de auto-ecologie

De aspecten van de levenscyclus en ecologie van de Chinese wolhandkrab die zich afspelen in het zoete water, zoals voedsel, predatoren en migratie, zijn goed bekend. Het is met name het deel dat zich afspeelt in het brakke en zoute water, waar de bestaande inzichten beperkt zijn. Dit heeft vooral betrekking op de larvale stadia. Deze larven zijn eigenlijk nooit goed in het veld onderzocht en zijn nauwelijks gevangen. Het zijn juist deze larven waarvan wordt gedacht dat ze een cruciale rol spelen in de populatiedynamiek van de soort. Door zijn relatief beperkte omvang lijkt het Noordzeekanaal bij uitstek geschikt om meer inzicht te krijgen in de (auto)ecologie van de Chinese wolhandkrab. Relevante onderzoeksvragen kunnen zijn:

- waar verblijven de vrouwtjes van de Chinese wolhandkrab gedurende de winter?
- waar laten de vrouwtjes de eieren los?
- welke larvenstadia verblijven waar en wanneer?
- waar verblijven de eerste juveniele stadia?

6.2 Negatieve effecten

Chinese wolhandkrab als tussengastheer

Er is op dit moment geen enkele reden te veronderstellen dat de Chinese wolhandkrab in Nederland tussengastheer zou kunnen zijn voor de longbot. De voor deze soort noodzakelijke primaire tussengastheer (slakken van de families *Thiaridae* of *Pleuroceridae*) ontbreekt. Mochten geschikte tussengastheren zich vestigen in Nederland, dan is enige alertheid gewenst.

Ondergraven oevers

Recent onderzoek naar de graafactiviteiten van de Chinese wolhandkrab in bijvoorbeeld het Beneden-rivierengebied ontbreekt. Op basis van oudere onderzoeken lijkt de schade aan oevers mee te vallen. Desondanks is het zinvol om met name in het getijdengebied alert te blijven op een mogelijke toename van afslag door de graafactiviteiten van de Chinese wolhandkrab.

Bioturbatie

Studies waaruit het opwoelen van de Chinese wolhandkrabben als een probleem voor het doorzicht van een water naar voren komt zijn niet aanwezig. Op basis van dergelijke effecten van rivierkreeften, die in hun foeragegedrag overeenkomsten vertonen met de Chinese wolhandkrab en de hoge dichtheden waarin de Chinese wolhandkrab voorkomt, is zeker te verwachten dat negatieve effecten door het opwoelen optreden. De mate waarin dit zich voordoet is volstrekt onbekend.

Effecten op het voedselweb

Studies waaruit negatieve ecologische effecten van de Chinese wolhandkrabben naar voren komen zijn niet aanwezig. Op basis van vergelijking met rivierkreeften, die qua voedsel sterke overeenkomsten vertonen met de Chinese wolhandkrab, en de hoge dichtheden waarin de Chinese wolhandkrab voorkomt, is zeker te verwachten dat negatieve effecten optreden.

Beroepsvisserij

Door de aanwezigheid van grote hoeveelheden Chinese wolhandkrabben in sommige gebieden worden beroepsvisserij gedwongen materiaal in te zetten dat 'krabbestendig' is. Hiermee zullen de bedrijfskosten van een beroepsvisser stijgen. Ander kostenposten zijn een verhoogde handelingstijd en beschadiging van de vangst.

Sinds kort bieden beroepsvisserij de Chinese wolhandkrab aan op de veiling voor culinaire consumptie. Dit kan gezien worden als een zekere compensatie van de negatieve effecten voor de beroepsvisserij. Wel is voor een optimale benutting van afzetmogelijkheden een betere en constante aanvoer noodzakelijk. In dit verband kan het lonen ondermaatse dieren op te kweken.

Hengelsport

Hengelsporters ondervinden hinder door Chinese wolhandkrabben die het gebruikte aas als voedsel herkennen. In bepaalde wateren is in de zomer nauwelijks meer te vissen zonder dat haken en lijnen in de scharen van krabben verdwijnen. Enige economische schade door verminderde omzet in de hengelsportbranche is hierdoor waarschijnlijk, maar lijkt beperkt door het kleine aantal hengelsporters dat ernstige hinder ondervindt.

6.3 Chinese wolhandkrab en de KRW

In hoeverre het voorkomen van de Chinese wolhandkrab invloed kan hebben op het realiseren van KRW-doelen voor rijkswateren is afhankelijk van enerzijds de dichtheid van de Chinese wolhandkrab in de betrokken wateren en anderzijds de waterkwaliteit en (potentieel) aanwezige natuurwaarden in deze wateren waarop de Chinese wolhandkrab een effect zou kunnen hebben.

Doelstellingen met betrekking tot de chemische waterkwaliteit

In de KRW worden voor ieder waterlichaam doelstellingen voor de chemische waterkwaliteit vastgelegd. In hoofdstuk 5 is aangegeven dat verstoring van de bovenlaag van de bodem door Chinese wolhandkrabben (bioturbatie) zou kunnen leiden tot een verhoogde nalevering van stoffen uit de bodem (bijvoorbeeld fosfaat en eventueel aanwezige milieuverontreinigende stoffen) en troebeling van het water.

Doelstellingen met betrekking tot (potentieel) aanwezige natuurwaarden

Waterplanten hebben een zeer grote invloed op de biologische structuur en de waterkwaliteit van ondiepe waterlichamen. Voor veel wateren zijn KRW-doelstellingen geformuleerd die gericht zijn op behoud en uitbreiding van de aanwezige vegetaties

waterplanten. Het voedsel van de Chinese wolhandkrab bestaat voor een groot deel uit plantaardig materiaal waaronder waterplanten. Indien wolhandkrabben in groten getale aanwezig zijn, zullen ze de aanwezige waterplanten opeten en een belemmering vormen voor het behalen van de geformuleerde KRW-doelen. Eventueel genomen maatregelen om de ontwikkeling van waterplanten te stimuleren, zoals bijvoorbeeld de aanleg van natuurvriendelijke oevers, kunnen niet succesvol blijken door predatie door wolhandkrabben.

Ook voor verschillende macrofauna- en vissoorten die op het dieet van de Chinese wolhandkrab staan, zijn KRW-doelen vastgesteld. Net als bij de waterplanten kan de realisatie van deze doelstellingen in het geding komen indien wolhandkrabben in hoge dichtheden voorkomen en prederen op deze doelsoorten.

Naast het directe effect door predatie op waterplanten, macrofauna- en vissoorten kan de Chinese wolhandkrab ook indirecte effecten hebben op deze soortgroepen bijvoorbeeld door een verslechtering van de waterkwaliteit als gevolg van bioturbatie. Vermindering van het doorzicht heeft bijvoorbeeld een negatief effect op de ontwikkeling van waterplanten en significante nalevering van (milieu)verontreinigende stoffen vanuit de bodem kan effecten hebben op het voorkomen en abundantie van macrofauna- en vissoorten.

Het Noordzeekanaal uitgelicht

Aan de hand van een KRW-analyse blijken zowel de chemische als de ecologische kwaliteit van het Noordzeekanaal momenteel niet te voldoen aan de doelen zoals deze door de Europese Unie zijn opgesteld. Voor wat betreft de chemie gaat het vooral om overschrijdingen voor Bohr, koper, PCB's, trifenylytin, uranium en zilver. Voor wat betreft de ecologie blijken met name macrofyten (vaste en drijvende waterplanten) slecht en fyto-benthos (diatomeeën) en macrofauna matig te scoren (Kikkert *et al.*, 2007)¹. Rijkswaterstaat heeft dan ook een aantal maatregelen voorgesteld die ertoe moeten leiden dat (chemische en ecologische) KRW-doelen wel bereikt kunnen worden. Bij de hoge dichtheden van Chinese wolhandkrabben zoals die in het Noordzeekanaal aanwezig zijn, lijkt het goed mogelijk dat de Chinese wolhandkrab het bereiken van de doelen bemoeilijkt.

Op de volgende pagina worden maatregelen weergegeven en wordt aangegeven in hoeverre de Chinese wolhandkrab invloed kan hebben op het succes van deze maatregelen.

Maatregelen	Mogelijke invloed Chinese wolhandkrab
Vergroten van de toegang van het Noordzeekanaal en het openstellen van verbindingen met naastgelegen watersystemen (met name voor diadrome trekvis).	Door deze maatregel zullen wolhandkrabben zich makkelijker kunnen verspreiden naar naastgelegen watersystemen waar ze mogelijk effecten hebben op de daar aanwezige ecologische natuurwaarden.
Ontwikkeling van onderwater vegetatie stimuleren in natuurvriendelijke oevers en uitbreiding van natuurvriendelijke oevers.	-Predatie van waterplanten. -Omwoeling van de bodem door Chinese wolhandkrabben kan leiden tot een verhoogde troebelheid van het water hetgeen niet bevorderlijk is voor de ontwikkeling van onderwater vegetatie. -Door graafgedrag van Chinese wolhandkrabben kunnen natuurvriendelijke oevers beschadigen.
Maatregelen ten behoeve van een reductie van probleemstoffen in het Noordzeekanaal.	Door bioturbatie kan de Chinese wolhandkrab de nalevering van stoffen uit de waterbodem verhogen.

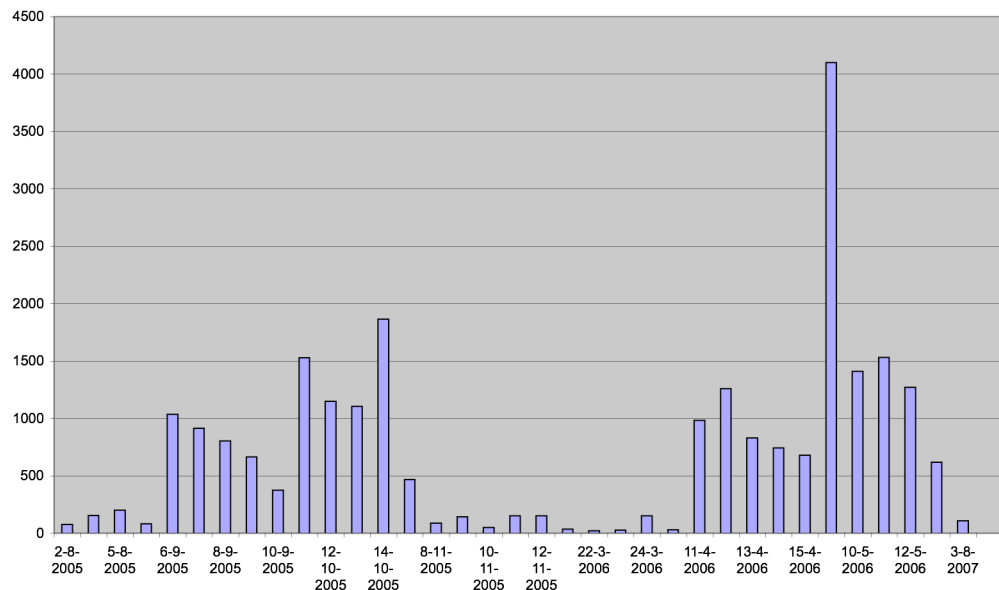
6.4 Prangende vragen en aanbevelingen

Voor de praktische toepassing van het onstaande beeld van de Chinese wolhandkrab blijft een aantal belangrijke vragen onvoldoende beantwoord:

- Hoe zijn de dichtheden en de trends?
- Bij welke dichtheden heeft de Chinese wolhandkrab substantiële effecten op inheemse soorten en soortgroepen en zijn deze effecten beperkend voor het behalen van de KRW-doelen?
- In hoeverre zijn negatieve effecten van de Chinese wolhandkrab te mitigeren door reductie van de populatiedichtheid?

Hoe zijn de dichtheden en de trends?

Uit de monitoringgegevens komt vooral over het aantal krabben in het voorjaar geen eenduidig beeld naar voren. Dit is evenwel noodzakelijk om te weten hoe de populatiedynamiek van de Chinese wolhandkrab is georganiseerd. Het kan bijvoorbeeld zijn dat juist het hoge aantal tijdens de voorjaarstrek de oorzaak is van plaatselijk grote schade aan de vegetatie. Het wordt aanbevolen het meetnet 'passieve monitoring' ten aanzien van de Chinese wolhandkrab te evalueren en eventueel te besluiten de monitoring uit te breiden. Daarnaast zou het zinvol zijn om (steekproefsgewijs) de breedte van de carapax op te meten, zodat meer informatie beschikbaar komt over de leeftijdsamenstelling van voorjaarspieken. Ook de monitoring van ingezogen dieren bij koelwaterinstallaties biedt meer inzicht in de problemen rond de wolhandkrab. Ook hier is het zeer zinvol de breedte van de carapax op te meten. In figuur 6.1. zijn verschillende pieken te zien die vermoedelijk samenvallen met het verschijnen van verschillende leeftijdsklassen. In de betrokken monsters zijn geen maten van de krabben genomen. Hierdoor is geen inzicht verkregen in de leeftijd van de krabben in de pieken.



Figuur 6.1 Ingezogen Chinese wolhandkrabben per etmaal door CORUS, IJmuiden.

Daarnaast is meer informatie over de daadwerkelijke dichtheden gewenst. Van veel wateren is bekend dat er veel Chinese wolhandkrabben aanwezig zijn. Deze aanduidingen kunnen niet worden weergegeven als dichtheid. Door Koeman & Bijkerk is hiervoor een goede aanzet gegeven, zie box. Een vervolg hierop wordt dan ook zeker aanbevolen.

Bij welke dichtheden heeft de Chinese wolhandkrab significante effecten en welke effecten zijn dat?

Op basis van de voedselkeuze van de Chinese wolhandkrab en vergelijkingen met de rivierkreeften kunnen allerlei effecten worden verwacht. Effecten zijn in het veld nooit degelijk aangetoond en een koppeling tussen dichtheden en de aard en omvang van effecten ontbreekt. Wanneer men bijvoorbeeld voornemens is een natuurvriendelijke oever in te richten is het zinvol te weten of de dichtheden ter plaatse dusdanige negatieve effecten kan hebben dat deze bijvoorbeeld plantengroei kan verhinderen.

Wanneer men enclosure-experimenten uitvoert dan wordt het aanbevolen tegelijkertijd de dichtheden te bepalen zoals die aanwezig zijn in het systeem. Dit soort experimenten zouden kunnen worden aangevuld door experimenten in kunstmatige vijvers.

In hoeverre zijn de effecten van de Chinese wolhandkrab te mitigeren door reductie van populatiedichtheden door visserij?

De visserij en de handel in Chinese wolhandkrabben staat in Nederland in de kinderschoenen. Eerste studies geven aan dat een verbeterde, meer constante aanvoer een pré is voor een levensvatbare en goede handel in de Chinese wolhandkrab.

Ondanks de lacunes in kennis lijkt de stelling gerechtvaardigd de Chinese wolhandkrab als te beschouwen als een soort met voor negatieve effecten op inheemse soorten en

soortgroepen. Daarom lijkt visserij op deze soort, mogelijk voorafgegaan door onderzoek, een zinvolle richting om de negatieve gevolgen te beperken. Een evaluatie van de effecten van de visserij op populaties van de Chinese wolhandkrab, al dan niet in gesubsidieerd vorm, wordt sterk aanbevolen.

Uit onderzoeken in China en Duitsland is gebleken dat de Chinese wolhandkrab voor de mens schadelijke stoffen accumuleert. Het wordt aanbevolen de in Nederland aangevoerde Chinese wolhandkrabben hierop te controleren, voor zover dit al niet gebeurt.

Dichtheden bepalen

Tijdens een door Koeman en Bijkerk begeleide stage zijn door Marlous Heukels methodieken getest die kunnen leiden tot een bepaling van dichtheden van de Chinese wolhandkrab. De gebruikte bepaling hiervoor was een bestandschatting door middel van merken en terugvangen. Deze stage is uitgevoerd in het kader van projecten van Koeman en Bijkerk.

Als eerste is gekeken naar bruikbare labels. Van de verschillende geteste labels bleken verschillende varianten met nagellak het beste te blijven zitten, gemiddeld zo'n 42 of 64 dagen. Een belangrijk aspect in de functionaliteit van labels is de frequentie van vervellen. Dit liet zich echter in de tijdsduur van de stage niet goed onderzoeken. [In totaal vervellen Chinese wolhandkrabben zeker 15 keer (Adema, 1991).]

Als vangstmethoden zijn zowel twee typen korven als standaard palingfuiken uitgetoet. Bij de korven bleek alleen het traditionele Franse model ontsnapping van de Chinese wolhandkrabben te voorkomen. Ook al blijkt het traditionele model te werken de inzet van palingfuiken lijkt sterk de voorkeur te verdienen. Dit gezien de veel grotere aantallen die met palingfuiken worden gevangen. Hiermee wordt een grotere steekproef verkregen (nauwkeurigheid van schattingen).

Op basis van verzamelde gegevens wordt door Heukels (2006) een eerste bestandschatting gegeven voor het Zuidlaardermeer van 115.500 exemplaren in de maanden mei en juni. De dieren hielden zich vooral op in de oever met een dichtheid van 7,7 krabben per meter oever. Opmerkelijk was een krab die in drie dagen 1.750 meter had afgelegd. De eerste resultaten van het hierboven beschreven onderzoek zijn veelbelovend en verdient zeker een vervolg. Punten van zorg zijn de treklust die de krabben vertonen, de frequentie en timing van vervellen en de validatie van methodieken. Trajecttellingen door duikers in water met een voldoende doorzicht zijn kunnen mogelijk worden gebruikt voor het verkrijgen van betrouwbare aantalschattingen.

7 Literatuur

- Adema, J.P.H.M., 1991. Krabben van Nederland. NNM, Leiden.
- Angeler, D.G., S. Sanchez-Carrillo, M. Alvarez-Cobelas, S. Cirujano & L. Medina, 2003. Exotic crayfish activity and its effects on water quality: preliminary implications for the alternative stable equilibria in Mediterranean wetlands. *Journal of Mediterranean Ecology* 4(1): 13-21.
- 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: 103-110.
- Banarescu, P. 1990. Zoography of freshwaters 1-3. Aula-Verlag, Wiesbaden.
- Bean, R., 2004. China, Peoples Republic of fishery products. Hairy crabs invade Shanghai 2004. USDA Foreign Agricultural Service Gainn Report CH4830.
- Boles, L.C., & R.N. Lipcius, 1994. Potential for predator-mediated biological control of the zebra mussel in the Hudson River estuary. Proceedings of the Fourth International Zebra Mussel Conference, Madison, Wisconsin, March 1994: 489-500.
- Bruyne, R.H. de, H. Wallbrink & A.W. Gmelig Meyling, 2003. Bedreigde en verdwenen land- en zoetwatermollusken in Nederland (Mollusca). EIS-Nederland – Stichting Anemoon, Leiden.
- Chan, V., The effects of substrate on the burrow morphology of the Chinese mitten crab. University of California. Department of the Environmental Science, Policy and Management, Berkeley.
- Chen, D., & M. Zhang, 2006. Analysis of volatile compounds in Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*). *Journal of food and drug analysis* 14(3): 297-303.
- Cheng, Y., X. Wu, X. Yang & A.H. Hines, onbekend. Current trends in hatchery techniques and stock enhancement for Chinese mitten crab *Eriocheir sinensis*. Ministry of Agriculture, Shanghai.
- Clark, P.F., 2006. *Eriocheir sinensis* H. Milne Edwards: 1853 or 1854 – Grapsidae or Varunidae? *Aquatic Invasions* 1(1): 17-27.
- Clark, P.F., I.M. Abdul-Sahib & M.S. Al-Asadi, 2006. The first record of *Eriocheir sinensis* H. Milne Edwards, 1853 (*Crustacea: Brachyura: Varunidae*) from the Basrah Area of Southern Iraq. *Aquatic Invasions* 1(2): 51-54.
- Cohen, A.N., & J.T. Carlton, 1997. Transoceanic transport mechanisms: Introduction of the Chinese mitten crab, *Eriocheir sinensis*, to California. *Pacific Science* 51(1): 1-11.
- Cohen, A.N., 2001. The Potential Distribution of Chinese Mitten Crabs (*Eriocheir sinensis*) in Selected Waters of the Western United States with U.S. Bureau of Reclamation Facilities. Tracy Fish Collection Facilities Studies. Volume 21: 1-61.
- Cohen, A.N., 2003. On mitten crabs and lung flukes. *IEP Newsletter* 16 (2): 48-51.
- Czarnecki, M., W. Andrzejewski & J. Mastynski, 2003. The feeding selectivity of wels (*Silurus glanis*) in Lake Góreckie. *Archives of Polish Fisheries* 11 (1): 141-147.
- Delage, Y., 1884. Evolution de la sacculine (*Sacculina carcini* Thomps) crustacé endoparasite de l'ordre nouveau des kentrogonides. *Archives de Zoologie experimentale et generale* 2(2) : 417-736.
- De Lange, H.J., C.C.F. De Wit, J. Harmsen, A.A. Koelmans, 2006. Nalevering van verontreinigende stoffen. uit waterbodems, deelrapport A. Een literatuurstudie naar processen. Alterra-rapport 1404. Alterra, Wageningen.
- Emmerik, W.A.M. van, & H.W. de Nie, 2006. De zoetwatervissen van Nederland ecologisch bekeken. Sportvisserij Nederland, Bilthoven.

- Fechter, R., & G. Falkner, 1989. Weichtiere. Mosaik Verlag GmbH, München)
- Fladung, E., 2000. Untersuchungen zur bestandsregulierung und verwertung der Chinesischen Wollhandkrabbe (*Eriocheir sinensis*). Schriften des Instituts für Binnenfischerei e.V. Potsdam-Sacrow Band 5. Institut für Binnenfischerei, Jägershof.
- Gittenberger, E., A.W. Janssen, W.J. Kuijper, J.G.J. Kuiper, T. Meijer, G. van der Velde & J.N. de Vries, 1998. De Nederlandse zoetwatermollusken. Recente en fossiele weekdieren uit zoet en brak water. Nederlandse Fauna 2. KNNV Uitgeverij, Utrecht.
- Glenner, H., J. Lutzen & T. Takahashi, 2003. Molecular and morphological clade of asexually reproducing *Rhizocephala: Polyascus*, new genus (*Cirripedia*). Journal of Crustacean Biology 23(3): 548-557.
- Glenner, H. & M. Bay Hebsgaard, 2006. Phylogeny and evolution of life history strategies of the parasitic barnacles (*Crustacea: Cirripedia: Rhizocephala*). Molecular Phylogenetics and Evolution 41: 528-538.
- Glöer, P., 2002. Die Süßwassergastropoden Nord- und Mitteleuropas. Die Tierwelt Deutschlands 73, ConchBooks, Hackenheim.
- Gollasch, S., & E. Leppäkoski, 1999. Initial risk assessment of alien species in nordic coastal waters. Nordic council of ministers, Nord 1999, Copenhagen.
- Guo, J.Y., N.K. Ng, A. Dai & P.K.L. Ng, 1997. The taxonomy of three commercially important species of mitten crabs of the genus *Eriocheir* De Haan, 1835 (*Crustacea: Decapoda: Brachyura: Grapsidae*). The Raffles Bulletin of Zoology 45 (2): 445-476.
- Hanson, E., & M. Sytsma, 2005. The potential for mitten crab colonization of estuaries on the west coast of North America. Portland State University, Portland.
- Herborg, L.M., S.P. Rushton, A.S. Clare & M.G. Bentley, 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.
- Herborg, L.M., S.P. Rushton, A.S. Clare & M.G. Bentley, 2005. The invasion of the Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*) in the United Kingdom and its comparison to continental Europe. Biological Invasions 7: 959-968.
- Herborg, L.M., M. Bentley, A.S. Clare & K.S. Last, 2006. Mating behavior and chemical communication in the invasive Chinese mitten crab *Eriocheir sinensis*. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 329: 1-10.
- Herborg, L.M., D. Weetman, C. van Oosterhout & B. Hanfling, 2007. Genetic populations structure and contemporary dispersal patterns of a recent European invader, the Chinese mitten crab, *Eriocheir sinensis*. Molecular Ecology 16: 231-242.
- Heukels, M.L.C., 2006. Ecologisch onderzoek naar de Chinese wolhandkrab *Eriocheir dimensies*. Een dichtheidsschatting van de Chinese wolhandkrab in het Zuidlaardermeer door middel van merken en terugvangen. Intern rapport 2006-105. Bureau Koeman en Bijkerk, Haren.
- Hobbs III, H.H., 1993. Trophic relationships for North American freshwater crayfishes and shrimps. Milwaukee Public Museum Contributions in Biology and Geology: 85.
- Hymanson, Z., J. Wang & T. Sasaki, 1999. Lessons from the home of *Eriocheir sinensis*. Department of Fish and Game. Sacramento, California.
- Huwer, J.J., & L. Smit, 2005. Beheersbare exoten. Een beschrijving van verspreiding, problemen en beheer van de Chinese wolhandkrab en de grote waterviel. Van Hall Instituut, Leeuwarden.
- Kamps, L.F., 1937. De Chinesische wolhandkrab in Nederland. Proefschrift. De Marene, Leens.

- Kim, C.H., & S.G. Hwang, 1995. The complete larval development of the mitten crab *Eriocheir sinensis* H. Milne Edwards, 1853 (*Decapoda, Brachyura, Grapsidae*) reared in the laboratoria and a key to the known zoeae of the *Varuninae*. *Crustaceana* 68 (7): 793-812.
- Leijzer, T.B., E. Schram, J.W. van der Heul & T. Bult, 2007. Een verkenning naar de mogelijkheden voor opslag van levende wolhandkrab. IMARES, IJmuiden.
- Lenz, J., H.G. Andres, S. Gollasch & M. Dammer, 1996. Einschleppung fremder Organismen in Nord- und Ostsee: Untersuchungen zum ökologischen Gefahrenpotential durch den Schiffsverkehr. Insitut für Meereskunde an der Universität Kiel, Kiel.
- LCCM, 2007. Landelijk jaarverslag 2006 muskusratten- en beverrattenbestrijding. LCCM, Tiel.
- Li, G., Q. Shen & Z. Xu, 1993. Morphometric and biochemical genetic variation of the mitten crab, *Eriocheir*, in southern China. *Aquaculture* 111: 103-115.
- Loonen, M.J.J.E., J.H. Wanink, P.P. Schollema & H. Wanningen, 2005. Does the mitten crab change its environment? An experimental approach. Koeman en Bijkerk, Haren.
- Meijer, M., 2000. Biomanipulation in the Netherlands : 15 years of experience. Wageningen University dissertation no. 2795. WUR, Wageningen.
- Milne Edwards, H., 1853. Mémoires sur la famille des Ocypodiens. *Annales des Sciences Naturelles série 3 (Zoologie)* 20: 163-228.
- Milne Edwards, H., 1854. Notes sur quelques Crustacés nouveaux ou peu connus conservés dans la collection du Muséum d'Histoire Naturelle. *Archives du Muséum d'Histoire Naturelle, Paris* 7: 145-188.
- Mu, Y.Y., T.J. Lam, J.Y. Guo & K.F. Shim, 2000. Protein digestibility and amino acid availability of several protein sources for juvenile Chinese hairy crab *Eriocheir sinensis* H. Milne-Edward (*Decapoda, Grapsidae*). *Aquaculture Research* 31(10): 757-765.
- Nakagawa, K., 1916. Human pulmonary distomyiasis caused by *Paragonimus westermanni*. *The Journal of Experimental Medicine* 26: 297-333.
- National Environment Protection Agency of China, 1997. China's National Report on Implementation of the Convention on Biological Diversity. National Environment Protection Agency of China, Peking.
- Normant, M. & K. Skóra, 2002. The Chinese mitten crab *Eriocheir sinensis* – an immigrant from Asia in the Gulf of Gdańsk. *Oceanologia* 44(1): 123-125.
- Normant, M., J. Korthals & A. Szaniawska, 2007. *Epibiota* associated with setae on Chinese mitten crab claws (*Eriocheir sinensis* H. Milne-Edwards, 1853): a first record. *Oceanologia* 49(1): 137-143.
- Ojaveer, H., S. Gollasch, A. aanus, J. Kotta, A.O. Laine, A. Minde, M. Normant & V.E. Panov, 2007. Chinese mitten crab *Eriocheir sinensis* in the Baltic Sea – a supply-side invader? *Biological Invasion* 9:409-418.
- Ong Che, R.G., & S.G. Cheung, 1998. Heavy metals in *Metapenaeus ensis*, *Eriocheir sinensis* and sediments from the Mai Po marshes, Hong Kong. *The Science of the environment* 214: 87-97.
- Panning, A., 1952. Die Chinesische Wollhandkrabbe. Die Neu Brehm-Bücherei. Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig K.-G., Leipzig.
- Panov, V.E., 2006. First record of the Chinese mitten crab, *Eriocheir sinensis* H. Milne Edwards, 1853 (*Crustacea: Brachyura: Varunidae*) from Lake Ladoga, Russia. *Aquatic Invasions* 1(1): 28-31.
- Peters, N. & Panning, A. (1933): Die chinesische Wollhandkrabbe (*Eriocheir sinensis* H. Milne-Edwards) in Deutschland. *Zool. Anz., Erg.-Bd. zu Bd. 104*, 180 S.

- Rainbow, P., R. Robbins & P. Clark, 2003. Alien Invaders: Chinese mitten crab in the Thames and spreading. *Biologist* 50(5): 227-230.
- Reaser, J.K., 2003. Closing the pathways of aquatic invasive species across North America: Overview and resource guide. Commission for Environmental Cooperation, Montréal.
- Robbins, R.S., M. Sakari, S.N. Baluchi & P.F. Clark, 2006. The occurrence of *Eriocheir sinensis* H. Milne Edwards, 1853 (*Crustacea: Brachyura: Varunidae*) from the Caspian Sea region, Iran. *Aquatic Invasions* 1(1): 32-34.
- Rogers, L. 2000. The Feeding Ecology of the Invasive Chinese Mitten Crab, *Eriocheir sinensis*: Implications for California's Freshwater Communities. Senior Research Seminar, Environmental Science Group Major. University of California at Berkeley, Berkeley, CA.
- Roodzand, S.J., 2007. Submerse saprophyten in de natuurvriendelijke oever Spaarnwoude en Zuiderpolder. Praktijkexperiment inplanting schedefonteinkruid (*Potamogeton pectinatus*) NVO Zuidpolder. Rijkswaterstaat Noord-Holland, Haarlem.
- Rudnick, D.A., K.M. Halat & V.H. Resh, 2000. Distribution, ecology and potential impacts of the Chinese Mitten Crab (*Eriocheir sinensis*) in San Francisco Bay. University of California. Water Resource Center, Berkeley.
- Rudnick, D.A., V. Chan & V.H. Resh, 2005. Morphology and impacts of the burrows of the Chinese mitten crab, *Eriocheir sinensis*, in South San Francisco Bay, California, U.S.A. *Crustaceana* 78(7): 787-807.
- Ruiz, G.M., L. Fegley, P. Fofonoff, Y. Cheng & R. Lemaitre, 2006. First records of *Eriocheir sinensis* H. Milne Edwards, 1853 (*Crustacea: Brachyura: Varunidae*) for Chesapeake Bay and the Atlantic coast of North America. *Aquatic Invasions* 1(3): 137-142.
- Schubart, C.D., J.A. Cuesta, R. Diesel & D.L. Felder, 2000. Molecular phylogeny, taxonomy, and evolution of non-marine lineages within the American Grapsoid crabs (*Crustacea: Brachyura*). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 15(2): 179-190.
- Shakirova, F.M., V.E. Panov & P.F. Clark, 2007. New records of the Chinese mitten crab, *Eriocheir sinensis* H. Milne Edwards, 1853, from the Volga River, Russia. *Aquatic Invasions* 2(3): 169-173.
- Smolders, A.J.P., & E. Brouwer, 2006. Een biogeochemische analyse van de Damvallei. Onderzoekcentrum B-Ware, Nijmegen.
- Soes, D.M., 2007. *Orconectes virilis*: A North American Crayfish Conquering The Netherlands. in 15th International Conference on Aquatic Invasive Species – September 23 to 27, 2007 – Nijmegen, The Netherlands: 85.
- Tang, B., K. Zhou, D. Song, G. Yang & A. Dai, 2003. Molecular systematics of the Asian mitten crabs, genus *Eriocheir* (*Crustacea: Brachyura*). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 29: 309-316.
- Texas Parks and Wildlife Department, 2005. The dirty dozen. Prohibited species in the seafood market. Texas Parks and Wildlife Department, Austin.
- Thiel, H. (1938): Die allgemeinen Ernährungsgrundlagen der chinesischen Wollhandkrabbe (*Eriocheir sinensis* H. M.-Edw.) in Deutschland, insbesondere im Einwanderungsgebiet im weiteren Sinne. In: Neue Untersuchungen über die chin. Wollhandkrabbe in Europa. Mitt. a. d. Hamb. Zool. Mus. u. Inst., 47, 50-64
- Vaate, A. bij de, Naber, A., Besten P.J. den, 1994. Population dynamics of *Melanooides tuberculata* (Müller) (*Gastropoda: Prosobranchia: Thiaridae*) near a cooling water discharge in the Twente Canal (The Netherlands). *Bacteria*, 58(1-2): 3-10.
- Van Hoorn, A., 2007. Eindrapport WWH-onderzoek Visinzuig. Corus, IJmuiden.

- Vincent, T., 1996. Le crabe chinois *Eriocheir sinensis* H. Milne-Edwards 1854 (*Crustacea, Brachyura*) en Seine-martitime, France. *Annales de l'Institut océanogr. Paris* 72(2):155-171.
- Werner, U. 2003. Shrimps, crayfish and crabs in the freshwater aquarium. *Aqualog Special*. Verlag A.C.S. GmbH, Rodgau.
- Winter, H.V., 2006. Vismigratie via de vistrappen bij Hagestein en Maurik tijdens het voorjaar van 2006. IMARES, IJmuiden.
- Yee, B., F. Jung-I Hsu, C. B. Favour & E. Lohne, 1992. Pulmonary *Paragonimiasis* in Southeast Asians Living in the Central San Joaquin Valley. *The Western Journal of Medicine*: 156(4): 423-425.
- Zettler, M., U. Jueg, H. Menzel-Harloff, U. Gollnitz, S. Petrick, E. Weber & R. Seemann, 2006. *Die Land- und Süßwassermollusken Mecklenburg-Vorpommerns*. Obotritendruck GmbH, Schwerin.
- Zhao, J., R.W. Murphy & S. Li, 2002. Relationships of mitten crabs (*Eriocheir*) from inland rivers of China inferred from cytochrome oxidase subunit I sequences. *Biochemical systematics and ecology* 30: 931-941.



Bureau Waardenburg bv

Adviseurs voor ecologie & milieu

Postbus 365, 4100 AJ Culemborg

Telefoon 0345-512710, Fax 0345-519849

E-mail info@buwa.nl, www.buwa.nl