

VEEL MISVORMDE *MACTRA*'S OP TEXEL AANGESPOELD

door

G.C. Cadée

Inleiding

De grote strandschelp, *Macra* (*Macra*) *corallina cinerea* Montagu 1803, behoort tot de meest algemene tweekleppigen die voor onze kust leven (Van Benthem Jutting, 1943). Ze komen volgens Jeffreys (1863) en Tebble (1966) voor vanaf de spring-laagwater lijn tot 18 vadem (ca. 33 m) diepte. Of ze langs onze kust ook zo ondiep voorkomen is niet goed bekend. Die ondiepe kustzone is minder goed onderzocht. Meestal begint kustonderzoek (vanwege de branding en de diepgang van het onderzoeksschip) in iets dieper water. Beukema bleef bij zijn monsternamen voor de Waddeneilanden dieper dan 6 m. Van Benthem Jutting (1943) noemt levende exemplaren van 3-17 vaam (ca. 5-31 m). Ook De Bruyne (1990) en De Bruyne & Van der Valk (1991) monsterden niet in 0-5 m diep water. Zij vonden levende *Macra*'s in hun "zone A" (5-16 m) en "zone B" (16-20 m). Uit hun gegevens leidden De Bruyne & Van der Valk (1991) af dat *Macra* niet ondieper dan 11 à 15 m voorkomt in onze kustzone. Eisma (1966) en De Bruyne (1990) menen echter dat de soort wel regelmatig in de ondiepe bankenzone voor onze kust voor kan komen. Groot (1959) vond in december 1957 vele halfdode exemplaren ingegraven bij de laagwaterlijn te IJmuiden, maar deze leefden daar normaal niet, ze waren kennelijk op weg naar de honderduizenden die reeds op het strand lagen te vergaan.

Het vaak massaal aanspoelen ("tonnen *Macra*'s", Groot, 1965) is opmerkelijk; ook Kaas & Ten Broek (1942) schrijven dat ze soms na stormen bij duizenden tegelijk levend op het strand worden geworpen. Dit komt vooral voor in de maanden november tot april (Oosterbaan, 1989). Kristensen (1959) wees er al op dat een vorstperiode een grote slachting kan aanrichten onder de fauna van onze ondiepe kustzone, niet omdat de temperatuur op zich dodelijk is, maar de lage temperatuur immobiliseert de tweekleppigen: als ze losschoelen zijn ze niet meer in staat zich in te graven en bij storm worden ze massaal op het strand geworpen. Op 21 februari 1996 na zo'n koude periode meldde Compaan (1996) tienduizenden verse grote strandschelpen op het strand bij Wassenaarse Slag. Ook op de Friese Waddeneilanden komen af en toe "invasies" van duizenden exemplaren voor (De Boer & De Bruyne, 1991), soms zelfs meer dan één miljoen levend aangespoelde exemplaren per strekkende km (Visser, 1970). De Bruyne & Van der Valk (1991) hebben terecht enige moeite te begrijpen hoe deze massastrandings mogelijk zijn als ze van water dieper dan 15 m komen. Dat kan eigenlijk alleen als ze even onder de laagwaterlijn massaal voorkomen.

Anders dan elders langs de Nederlandse kust spoelen verse exemplaren van *Macra corallina* met vleesresten op Texel in het algemeen weinig aan. Tijdens onze regelmatige Strandwacht excursies gestart in februari 1995 (tussen paal 10 en 12, Hoornder- en Jan Ayeslag) vonden we ze tot nog toe nooit. Voor de kust leven ze hier vast nog wel, in bodemonsters genomen in het Molengat in 1972-1976 door Jan Beukema (NIOZ) zat regelmatig ook *Macra*. Alleen nabij De Cocksdorp is massaal aanspoelen eerder waargenomen (na vorst, familie De Wit, mondelinge mededeling januari 1999). Collega Kees Camphuysen waarschuwde me dat hij tijdens één van zijn regelmatige strandtochten op zoek naar olieslachtoffers, in december 1998 bij

De Cocksdoorp verse *Mactra*'s aangespoeld had gevonden.

Op 31 december 1998 en 10 januari 1999 ben ik zelf bij paal 28, De Cocksdoorp gaan kijken. In totaal vond ik op beide dagen over een traject van enkele kilometers een 80-tal verse *Mactra*'s aangespoeld, dus geen massaal aanspoelen, de weersomstandigheden waren daarvoor kennelijk niet gunstig geweest. Een deel bestond uit dubletten met nog vleesresten, maar van de meeste was één klep beschadigd. Ze kunnen gekraakt zijn onder de zolen van strandgangers, maar dan zouden eerder beide kleppen kapot gaan. Meer waarschijnlijk is dat meeuwen een klep kapot maakten om de vleesresten te nuttigen. Schraapsporen van snavels aan de binnenzijde bevestigden dit. Ook Ter Pelkwijk (1940) en Van Benthem Jutting (1943) meldden al dat verse *Mactra*'s graag door meeuwen genuttigd worden.

Deze *Mactra*-vondst zou normaliter de annalen van het Cb niet bereikt hebben, ware het niet dat een groot deel (70%) van de verzamelde *Mactra*'s misvormd was. Zoals vermeld gaf Van der Sleen (1922) zelfs een naam aan een typische vergroeiing waarbij de kleppen aan de voorzijde "gapen".

Beschrijving

De 80 bij De Cocksdoorp aangespoelde *Mactra*'s variëren in lengte van 29.6 tot 52.5 mm, 70% hiervan vertoont schelpafwijkingen (zie fig. 1). Op de meeste schelpen is duidelijk één jaarring te zien. Dat zou er op wijzen dat ze nu in hun tweede winter zijn en zich dus na de "Elfstedentocht"-winter van 1996/97 gevestigd hebben. Exacte ouderdomsbepaling eist iets meer ervaring in het aflezen van die jaarringen dan ik tot nog toe ontwikkeld heb. Tot zo'n 15 mm lengte lijken alle schelpen normaal gegroeid te zijn zonder misvormingen. Een klein aantal schelpen toont ook nadat deze 15 mm bereikt is normale groei, dit zijn de grootste exemplaren in mijn collectie, zo'n 50 mm lang. Boven die lengte van 15 mm beginnen echter veel schelpen aan de achterzijde afwijkingen te vertonen. In alle gevallen alleen aan de achterzijde, dus bij de mantelbocht. Dit is het deel van de schelp dat bij het levende dier het dichtst bij het sediment-oppervlak is. De groeilijnen op deze achterzijde zijn meer geprononceerd, de schelp is "afgeknot", de schelprand soms iets naar binnen gebogen. De sterkstvervormde exemplaren blijven ook het kleinst (rond 30 mm in plaats van 50 mm lengte bij niet vervormde), kennelijk is niet alleen de schelpvorm maar ook de grootte beïnvloed. Bij één exemplaar is de voorkant van de schelp naar buiten gebogen, zodat daar een gapende schelp ontstaat.

Inmiddels heeft Piet de Wolf eind januari ook op andere delen van het Texelse strand deze afwijkende *Mactra*'s opgeraapt nl. bij paal 16 (zuid van De Koog) en paal 21-22 noord van De Koog. Dit laatste monster bestaat uit 157 kleppen (ongeveer evenveel linker als rechter) waarvan ruim 70% dezelfde afwijking vertoont. Tijdens een Strandwacht excursie op 31 januari 1999 tussen paal 10 en 12 vonden we weer geen verse *Mactra*'s.

Is dit meer gevonden?

Toevallig had Rob Moolenbeek me eens verteld dat het Zoölogisch Museum in Amsterdam een monster *Mactra* had ontvangen van Ameland, verzameld in 1994 door T. Voortman. Hij was zo vriendelijk dat monster bestaande uit 9 vers aangespoelde kleppen op te sturen. Deze misvormde schelpen lijken op die van de Texelse *Mactra*'s, al zijn ze minder sterk vervormd. Ook bij de Amelandse exemplaren treedt de

"afknotting" alleen op aan de achterzijde. Voortman heeft in een bijbehorende brief aangegeven dat dergelijke afwijkingen bij 25 tot 29% van de schelpen voorkwamen. Op 12, 13, 16 en 21 Juli 1994 verzamelde hij hiervoor steeds 100 kleppen. Mijn broer Martin Cadée vertelde me (persoonlijke mededeling januari 1999) misvormde *Mactra*'s gezien te hebben op het strand bij IJmuiden. Ze verdwenen helaas niet in zijn collectie. Jan Beukema (NIOZ) verzamelde in de periode 1972-1982 regelmatig bodemonsters in twee buitendelta's voor de Waddenzee (zeegat Den Helder - Texel en Terschelling - Ameland). Hij was speciaal in nonnetjes geïnteresseerd, maar bewaarde gelukkig wel al het schelpmateriaal. Ruim honderd *Mactra* monsters bestudeerde ik (er is nog meer materiaal). Schelpafwijkingen komen regelmatig voor maar bestaan vooral uit blazen aan de binnenzijde en plaatselijke verdubbeling van de schelp. Slechts éénmaal vond ik een afwijking enigszins lijkend op die van De Cocksdorp.

Harry Holsteijn stuurde mij enkele oude ("subfossiele", Cadée, 1997a) *Mactra*'s van Schiermonnikoog die een soort blazen hebben gevormd aan de binnenzijde. Deze schelpen tonen aan de buitenzijde een meest kleine beschadiging. De mantel is hierbij vermoedelijk losgeraakt, maar kon toch een nieuwe schelp laag aan de binnenzijde vormen. Dit lijkt erg op een herstelde beschadiging van een gat in de schelp bij *Mactra* die ik eerder beschreef (Cadée, 1997b).

Rob Moolenbeek stuurde mij ook nog een ouder monster misvormde *Mactra*'s uit de collectie van het Zoologisch Museum Amsterdam, gedetermineerd als *Mactra corallina cinerea* forma "*truncata*" die beschreven is door Van der Sleen (1922) en ook genoemd wordt in Van Benthem Jutting (1943). Dit is duidelijk een andere afwijking. Dit monster komt uit de verzameling van M.M. Schepman en is verzameld door Druyvestein op het strand van Zandvoort. Alle 8 kennelijk vers aangespoelde kleppen hebben een flexuur in de schelp aan de voorzijde. Bij zowel linker als rechter kleppen is de schelp naar buiten gebogen, dit moet "gapende" doubletten opleveren, de 8 kleppen zijn echter los verzameld. Eén doublet van De Cocksdorp vertoont een vergelijkbare flexuur ook aan de voorzijde. Hier zijn beide kleppen aanwezig en het is duidelijk dat deze vergroeiing een gapend, niet meer over de hele lengte sluitend doublet oplevert. Ook De Bruyne (1990) noemt in bijlage 3 deze forma *truncata*, waarbij beide schelpkleppen aan de voorzijde sterk gapen. Van der Sleen (1922a,b) veronderstelt dat deze afwijking komt omdat het schelpdier in de sterke stroming voor de kust zijn voet constant moet uitsteken om zich in het zand te verankeren.

Vermeldingen van misvormingen bij *Mactra*'s komen af en toe in de literatuur voor. Pelseneer (1920) noemt een paar keer abnormale schelpvormen bij *Mactra*. Jeffreys (1863) die vaak bij zijn soortbeschrijvingen aan het eind "monstrosities" opsomt, doet dit echter niet bij *Mactra corallina*. Mijn voorlopige conclusie is dat deze misvorming misschien een nieuw verschijnsel is langs onze kust en niet eerder zo massaal aangetroffen werd.

Oorzaken van schelpafwijkingen

Reeds Sykes (1892) merkte ruim honderd jaar geleden op dat meer geschreven wordt over het voorkomen van "monstrositeiten" bij schelpen dan over de oorzaken daarvan. Zijn we nu veel verder gekomen? Sykes (1892) maakte een onderscheid tussen erfelijke, dat zijn genetisch vastgelegde afwijkingen - zichtbaar vanaf het eerste begin van de schelp - en niet erfelijke afwijkingen. De laatste manifesteren zich pas in een later stadium, het eerste begin van de schelp is normaal ontwikkeld.

Als verklaring voor zijn afwijkende *Littorina*'s zag hij algengroei op de schelp die normale ontwikkeling van de schelp verhinderde. Pelseneer (1920) schreef een dik boek over variabiliteit bij mollusken waarbij ook afwijkingen regelmatig ter sprake komen. Die ruim 800 paginas, geschreven tijdens de Eerste Wereldoorlog "troubé presque chaque jour par le bruit du canon", kan ik hier niet even kort samenvatten. Het is een uitgebreide compilatie van zeer veel eigen waarnemingen plus waarnemingen uit de literatuur. Ook Pelseneer onderscheidt erfelijke en niet erfelijke variaties (p. 394 e.v.). Erfelijke variaties van de schelp zijn zeldzaam (bijvoorbeeld links-gewonden schelpen bij een normaal rechtsgewonden soort). De meeste schelpafwijkingen manifesteren zich pas later en zijn een gevolg van externe factoren (Pelseneer ziet interne "spontane" oorzaken als zuiver hypothetisch, p. 640).

Een overzicht

- 1) Veel schelpafwijkingen ontstaan bij reparaties. Deze reparaties kunnen optreden na een mislukte aanval van een predator. Tasnádi-Kubacska (1962) geeft veel voorbeelden voornamelijk bij fossiele schelpen. Zelf schreef ik in dit blad al eens over een afwijkende strandgaper (Cadée, 1993). Zulke reparaties zijn herkenbaar als een discontinuïteit in de groei waarbij sculptuur, vorm en/of kleurpatroon plotseling veranderen.
- 2) Schelpafwijkingen kunnen ontstaan doordat schelpen tijdens de groei in de verdrukking komen. Kreger (1940) vond op het wad onder Vlieland 1100 kokkels van 35 mm lengte per m². Deze zaten zo dicht opeen gepakt dat de schelpen elkaar raakten en hierdoor waren de schelpen vervormd met een duidelijke deuk in de achteronderrand van de schelp (Kreger, 1940: fig. 18). Michaelis et al. (1984) vonden een vergelijkbare "Schalenknick" bij 69% van de aangespoelde verse kokkels op Borkum (jaarklasse 1978 en/of 1979). In het tweede levensjaar begonnen de schelpen elkaar kennelijk te raken hetgeen tot de "Schalenknick" leidde. Bij vers aanspoelende *Spisula subtruncata* vind je ook regelmatig wat aan de onderrand ingedeukte exemplaren, misschien ook het gevolg van te grote dichtheden? In spleten of holtes levende tapijtschelpen *Venerupis senegalensis* kunnen een onregelmatige schelpvorm aannemen. Deze afwijkende vorm is zelfs beschreven als een aparte soort *V. perforans* Montagu. Jeffreys (1863) wijst er terecht op dat dit onjuist is. De Wolf (1998) vond op het Texelse strand betrekkelijk veel misvormde *V. senegalensis* dubletten en zag dit als een gevolg van het leven tussen mossels op de strandhoofden.
- 3) Schelpafwijkingen kunnen ook ontstaan door parasieten die de normale schelpgroei verhinderen. Een voorbeeld daarvan geeft Rotschild (1936) voor *Hydrobia* (*Peringia*) *ulvae*, en voor tweekleppigen geeft Lauckner (1983) voorbeelden. Kastratie ten gevolge van parasieten zou volgens Rotschild (1936) en Boettger (1953) leiden tot gigantisme van de schelp. Ankel (1962) kon deze samenhang niet bevestigen en vermoedt dat gigantisme en andere afwijkende schelpvormen bij door haar onderzochte *Hydrobia*'s eerder het gevolg zijn van niet nader genoemde milieufactoren.
- 4) Ook zich buiten op de schelp vestigende organismen kunnen vervormingen tot gevolg hebben. Sykes (1892) vond schelpafwijkingen bij *Littorina rudis* die hij toeschreef aan algengroei op deze alikruik. Beets (1946) geeft een voorbeeld van een zeepok die zo de groei van een alikruik *Littorina littorea* beïnvloedde, daarnaast geeft hij een groot aantal referenties naar vergelijkbare door zeepokken veroorzaakte afwijkingen bij andere gastropoden. In mijn collectie bevinden zich wadslakjes die scheef gegroeid zijn doordat waarschijnlijk een zeepok zich vestigde in de sutuur net boven de mondopening.

- 5) Recent is een nieuwe oorzaak van afwijkende schelpgroei geconstateerd: organotin verbindingen uit aangroeiwerende scheepsverf veroorzaken schelpafwijkingen bij *Crassostrea gigas* in de baai van Arcachon (Alzieu, 1991). Al in 1974 was waargenomen dat oesters bollere schelpen gingen vormen met met slijm opgevulde holtes afgedekt door een calciet laagje. Dergelijke *Crassostrea* schelpen met abnormale holtes werden ook lokaal langs de Engelse kust gevonden en werden daar eerst toegeschreven aan hoge concentraties van fijne sedimentdeeltjes in het water. Waldock & Thain (1983) toonden echter aan dat ook hier organotin (TBT) de boosdoener was.

TBT is de enige stof waarvan is aangetoond dat hij bij een tweekleppige problemen geeft bij de kalkafzetting en leidt tot misvormde schelpen. Dit is tot nog toe alleen gevonden bij enkele oesters zoals *Crassostrea gigas* en *Ostrea edulis*, maar weer niet bij *Crassostrea virginica* (Roesijadi, 1996). TBT wordt gebruikt in aangroeiwerende scheepsverf. Nabij havens en scheepvaartroutes zijn effecten van TBT aantoonbaar. Bij slakken als de wulk en de purperslak leidt TBT tot imposex (ontwikkeling van mannelijke geslachtsorganen bij wijfjes, problemen bij de voortplanting). Voor de wulk is aangetoond dat door TBT veroorzaakte imposex in de open Noordzee vooral langs scheepvaartroutes optreedt (Ten Hallers-Tjabbes et al., 1994). TBT was, nadat de wulkenvisserij de populatie gedecimeerd had, de stof die de wulk in de Waddenzee deed uitsterven (Cadée et al., 1995).

Wat is de oorzaak bij de Texelse *Macra*'s?

Van de opgesomde oorzaken voor afwijkende schelpvormen lijken me twee tot de mogelijkheden te behoren. Het kan zijn dat de schelpen zo dicht op elkaar leefden dat ze met elkaar in contact kwamen toen ze iets groter werden. De schelpen kwamen "in het gedrang", ook de groei vertraagde als ze al te zeer leden onder dit contact. Net als bij de kokkels van Kreger (1940) treedt de afwijking pas op als de schelpen een bepaalde grootte bereikt hebben. Niet geheel duidelijk is waarom dit zou leiden tot een deuk aan de achterzijde. Net als bij Kreger's kokkels en *Spisula* van het strand zou je eerder een deuk in de onderrand of midden op de schelp verwachten, nl. daar waar de schelpen met elkaar in contact komen.

Een andere mogelijkheid zou een vervuilende stof in het water kunnen zijn, bijvoorbeeld TBT. Deze irriteerde de mantelrand van het schelpgedeelte het dichtst bij het sediment oppervlak, waardoor de mantel even losliet van de schelp. Kalkafzetting ging door in een nieuw laagje dat aan het schelpoppervlak niet naadloos aansluit op de vorige schelplaag, vandaar de meer geprononceerde groeilijnen op dit deel van de schelp. De vervuilende stof leidde ook tot mindere groei. Kalkafzetting en groei van de schelp is duidelijk minder bij de misvormde exemplaren dan bij de niet misvormde *Macra*'s.

Een keus maken tussen beide mogelijkheden is moeilijk, een experimentele aanpak lijkt noodzakelijk. Het is ook niet uitgesloten dat er toch een andere oorzaak is, die ik nu nog niet kan verzinnen. Zijn de misvormde *Macra*'s een nieuw alarmsignaal dat het helemaal niet zo goed gaat met de Noordzee? Of juist een teken dat zich bijvoorbeeld ten gevolge van eutrofiering zulke dichte populaties kunnen vestigen, dat de schelpen elkaar in de weg zitten? Primaire productie van fytoplankton, en dus voedsel voor suspensie-filtreerders als *Macra*, is nog steeds relatief hoog in het Marsdiep ook al neemt het fosfaat gehalte af (Cadée & Hegeman, 1993 en nieuwere

nog niet gepubliceerde gegevens). Voedsel is er dus waarschijnlijk voldoende. Ook *Spisula subtruncata* komt thans lokaal in zeer dichte populaties in onze kustzone voor (>1000 exemplaren per m^2 , Leopold, 1996).

Graag wil ik commentaar op dit stukje uitlokken, ik ben o.a. zeer benieuwd of dergelijke misvormde *Macra*'s ook elders langs de kust gevonden worden of werden. Is dit alleen een recent verschijnsel of trad het vroeger ook al op? TBT wordt pas sinds 1970 op grote schaal toegepast in aangroeiwerende verf voor schepen. Als dergelijke vergroeiingen bij *Macra* ook al vòòr die tijd optraden, dan kan TBT niet de oorzaak zijn.

Dankwoord

Velen heb ik met "mijn" monstrositeiten lastig gevallen en discussies met hen hebben mij geholpen bij het schrijven van dit stukje; ik noem hen niet allemaal afzonderlijk, een uitzondering maak ik voor T. Voortman voor telefonisch contact, Jan Beukema voor het mogen bestuderen van *Macra* schelpen uit zijn bodemonsters uit de Noordzee vòòr de Waddeneilanden, Rob Moolenbeek die mij het materiaal opstuurde van Ameland en Zandvoort uit de collectie van het Zoölogisch Museum Amsterdam, Piet de Wolf die me vervormde *Macra*'s bezorgde van andere Texelse stranden en Bert Aggenbach (NIOZ) die de foto maakte. De op de foto afgebeelde schelpen deponeerde ik in het Zoölogisch Museum Amsterdam als een representatief monster van de misvormde *Macra*'s van Texel.

Summary

A high percentage of approximately 70% of shells of *Macra corallina cinerea* Montagu 1803, were found to be malformed in a sample of shells freshly drifted ashore on the northern part of Texel, December 1998/January 1999. All shells were deformed at the posterior side, they were more or less truncated, with more pronounced growth lines at that side. Shell growth also was retarded as compared with normal shells of the same cohort (fig. 1). A cause for such deformities is difficult to give without experimental work. As deformation started after about 15 mm shell length, the deformation was acquired later during life.

Somewhat comparable shell monstrosities were found by T. Voortman in 1994 on the beach of the nearby Frisian island Ameland (unpublished, sample in Zoological Museum Amsterdam). However, these shells were less deformed and deformation occurred in a lower percentage of the shells (25-29%). Shell malformations in *Macra* shells collected near Zandvoort were different, showing shell flexures at the anterior side or blisters inside the shell, but no deformation at the posterior side.

As a possible cause for the Texel (and Ameland) monstrosities one might suggest crowding. Effects of crowding resulting in shell deformation have been reported before in *Cerastoderma edule* (Kreger, 1940). Also *Spisula subtruncata* shells freshly stranded on the Dutch coast often show an indentation of the ventral shell margin which I relate to crowding. Such malformations have apparently not been reported before in *Macra*, certainly not in such a high percentage. No earlier records exist although the shells often stranded in millions on the Dutch coasts, particularly after a cold period in winter.

Another possible cause might be a pollutant. TBT *e.g.* has caused anomalies in shell formation in some oyster species. TBT became in use in antifouling paints for ships on a larger scale only after 1970. It would be very interesting to find out whether such malformations in *Macra* started after 1970. If they did occur already before 1970, TBT can be excluded as a cause. The author should like to get more information on comparable shell deformations found elsewhere, in *Macra* or other bivalves.

Literatuur

- Alzieu, C., 1991. Environmental problems caused by TBT in France: assessment, regulations, prospects. - Mar. Environm. Res. 32: 7-17.
 Ankel, F., 1962. *Hydrobia ulvae* Pennant and *Hydrobia ventrosa* Montagu als Wirte larvaler Trematoden. - Vidensk. Medd. Dansk Naturh. Foren. 124: 1-99.
 Beets, C., 1946. On a shell deformation of *Littorina littorea* (Linné) caused by *Balanus*. - Basteria 10: 20-25.

- Benthem Jutting, T. van, 1943. Lamellibranchia. Fauna van Nederland. XII. Sijthoff, Leiden, 477 pp.
- Boer, T.W. de & R.H. de Bruyne, 1991. Schelpen van de Friese Waddeneilanden: overzicht van alle mariene autochtone weekdieren (Mollusca) en aangespoelde schelpen. Fryske Akad./Backhuys, Leeuwarden/Oegstgeest, 300 pp.
- Boettger, C.R., 1953. Grössenwachstum und Geschlechtsreife bei Schnecken und pathologischer Riesenwuchs als Folge einer gestörten Wechselwirkung beider Faktoren. - Verh. Deut. Zool. Ges. Anzeiger 17 (Suppl.).
- Bruyne, R.H. de, 1990. Op het strand aangespoelde schelpdieren: een voorstudie naar de herkomst en mogelijke betekenis voor zandtransport. - RIVO rapport MO/90-203.
- Bruyne, R.H. de & L. van der Valk, 1991. Schelpdieren in het Hollandse kustgebied: herkomst, aamspoelgedrag en transportmechanismen. - RIVO rapport MO/91-208.
- Cadée, G.C., 1993. Een merkwaardig vergroeide *Mya arenaria*. - Corresp.-blad Ned. Malac. Ver. 270: 13-15.
- Cadée, G.C., 1997a. Wat verstaan we onder fossiele en subfossiele schelpen? - Corresp.-blad Ned. Malac. Ver. 298: 115-118.
- Cadée, G.C., 1997b. Een gerepareerde schelp van *Macra corallina* (L.). - De Kreukel 33: 137-140.
- Cadée, G.C., J.P. Boon, C.V. Fischer, B.P. Mensink & C.C. ten Hallers Tjabbes, 1995. Why the whelk (*Buccinum undatum*) has become extinct in the Dutch Wadden Sea. - Neth. J. Sea Res. 34: 337-339.
- Cadée, G.C. & J. Hegeman, 1993. Persisting high levels of primary production at declining phosphate concentrations in the Dutch coastal area (Marsdiep). - Neth. J. Sea Res. 31: 147-152.
- Compaa, H., 1996. De Wassenaarse Slacht. - Het Zeepaard, 56: 119-121.
- Eisma, D., 1966. The distribution of benthic molluscs off the main Dutch coast. - Neth. J. Sea Res. 3: 107-163.
- Groot, C., 1959. Geheimzinnig gedrag van *Macra*'s. - Het Zeepaard, 19: 8-10.
- Groot, C., 1965. Een Bryozoënninvasie bij IJmuiden. - Het Zeepaard, 25: 99-100.
- Hallers-Tjabbes, C.C. ten, J.F. Kemp & J.J. Boon, 1994. Imposen in whelks (*Buccinum undatum*) from the open North Sea: relation to shipping intensities. Mar. Pollut. Bull. 28: 311-313.
- Jeffreys J.G., 1863. British Conchology. Vol. 2. Van Voorst, London, 465 pp.
- Kaas P. en C. ten Broek, 1942. Nederlandse Zeemollusken. Wereldbibliotheek, Amsterdam, 231 pp.
- Kreger, D., 1940. On the ecology of *Cardium edule* L. - Arch. Néerl. Zool. 4: 157-200.
- Kristensen, I., 1959. The coastal waters of the Netherlands as an environment of molluscan life. - Basteria, Supplement bij 23: 18-55.
- Lauckner, G., 1983. Diseases of Mollusca: Bivalvia. In: O. Kinne (ed.), Diseases of marine animals Vol. 2: 477-1038. Biol. Anstalt Helgoland, Hamburg.
- Leopold, M., 1996. *Spisula subtruncata* als voedselbron voor zee-eenden in Nederland. - BEON rapport 96-2, 59 pp.
- Michaelis, H., W. Liebig, J.-D. Dittmer & K. Essink, 1984. Die Herzmuschel-Populationen der Emsmündung, untersucht im Zusammenhang mit Massenanspülungen bei Borkum in den Jahren 1980 und 1981. Rapp. Forschungsstelle für Insel- und Küstenschutz, Nordemey 38 pp.
- Oosterbaan, A., 1989. Veranderingen in de Hollandse kustfauna. - Wet. Meded. KNNV 193: 1-59.
- Pelkewijk, J. ter, 1940. De zwemmende kop. - Lev. Natuur 44: 323-327.
- Pelseneer, P. 1920. Les variations et leur hérédité chez les mollusques. Hayez, Brussel, 826 pp.
- Rotschild, M., 1936. Gigantism and variation in *Peringia ulvae* Pennant 1777, caused by infection with larval trematodes. - J. Mar. Biol. Assoc. UK 20: 537-546.
- Roesijadi, 1996. Environmental factors: response to metals. p. 515-537, In: V.S. Kennedy, R.I.E. Newell & A.F. Eble (eds.) The Eastern Oyster *Crassostrea virginica*. A Maryland Sea Grant Book, College Park, Maryland.
- Sleen, W.G.N. van der, 1922a. Mededelingen over de Molluskenfauna van onze kust. - Tijdschrift Ned. Dierk. Ver. (Ser. 2) 14: LXIV-LXV.
- Sleen, W.G.N. van der, 1922b. Monstrosity of *Macra stultorum*. - J. of Conchol. 18: 254.
- Sykes, E.R., 1892. On some monstrosities of *Littorina rudis*. - Proc. Dorset Field Club 13: 191-198.
- Tasnádi-Kubacska, A., 1962. Paläopathologie, Pathologie der vorzeitlichen Tiere. Gustav Fischer Verlag, Jena, 269 pp.
- Tebble, N., 1966. British Bivalve Seashells. British Museum Natural History, London, 212 pp.
- Visser, G., 1970. Het zout van de Waddeneilanden 4. Invasie en invasie is twee. - Het Zeepaard 30: 4-7.
- Walldock, M.J. & J.E. Thain, 1983. Shell thickening in *Crassostrea gigas*: organotin antifouling or sediment induced? - Mar. Pollut. Bull. 14: 411-415.
- Wolf, P. de, 1998. Over *Venerupis senegalensis* op het Texelse strand. - Het Zeepaard 58: 16-26.

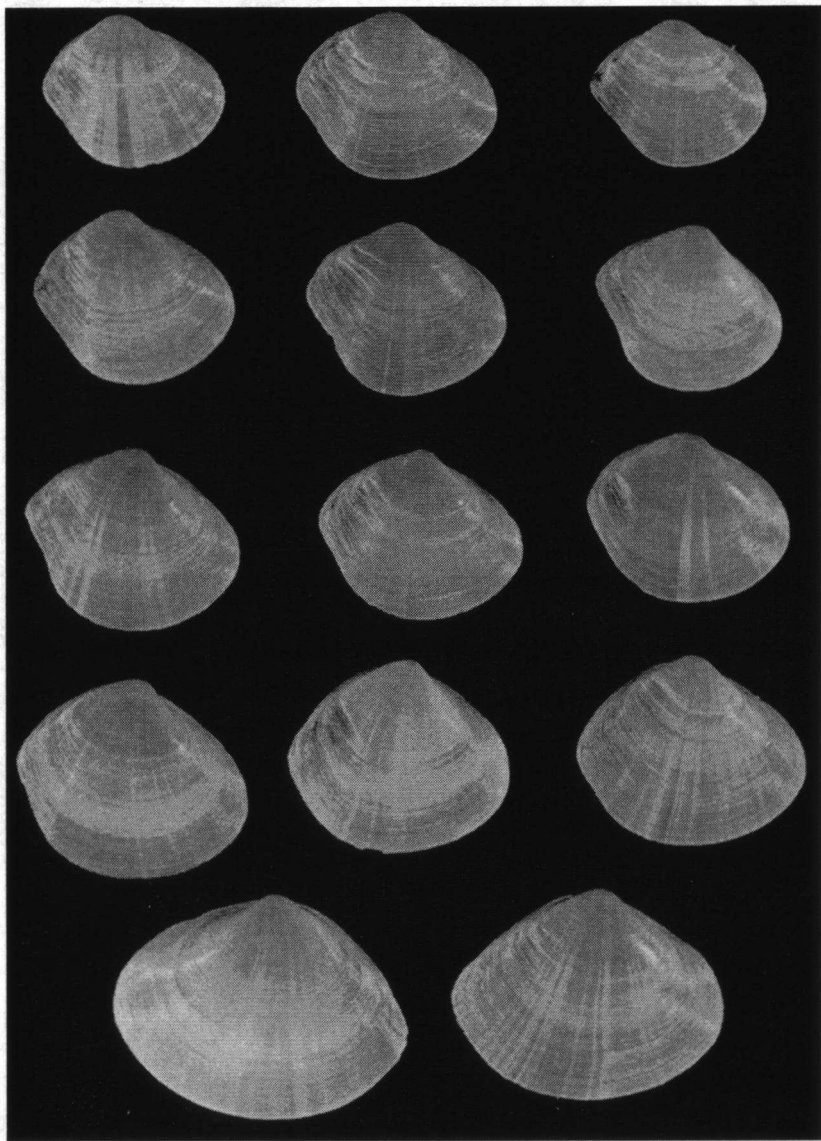


Fig. 1. Misvormde *Mactra corallina cinerea* schelpen (boven) en enkele normale exemplaren (onder). Alles van het strand bij De Cocksdorp, Texel, 10 januari 1999. De sterkst misvormde exemplaren zijn ook in groei achtergebleven. Grootste exemplaar links onder 52.5 mm lang. Afgebeeld materiaal gedeponeerd in de collectie van het Zoölogisch Museum Amsterdam.

Adres van de auteur:
NIOZ, postbus 59, 1790 AB Den Burg
E-mail: Cadee@nioz.nl