

Memo

Aan

Jurre de Vries

Datum

3 oktober 2024

Ons kenmerk

11210370-013-ZKS-0001

Aantal pagina's

1 van 12

Contactpersoon

Sebastiaan Mestdagh

Doorkiesnummer

+31(0)6 4639 6769

E-mail

sebastiaan.mestdagh@deltares.nl

Onderwerp

Kennisoversicht en aanbevelingen schelpenwinning Waddenzee

Gebruik van deze tabel is voor de controle van de juiste uitvoering door Deltares van de opdracht. Ieder ander klantgebruik en externe verspreiding is niet toegestaan.

Doc. Versie	Auteur	Controle	Akkoord
1.1	Sebastiaan Mestdagh	Luca van Duren	Laura Vonhögen - Peeters

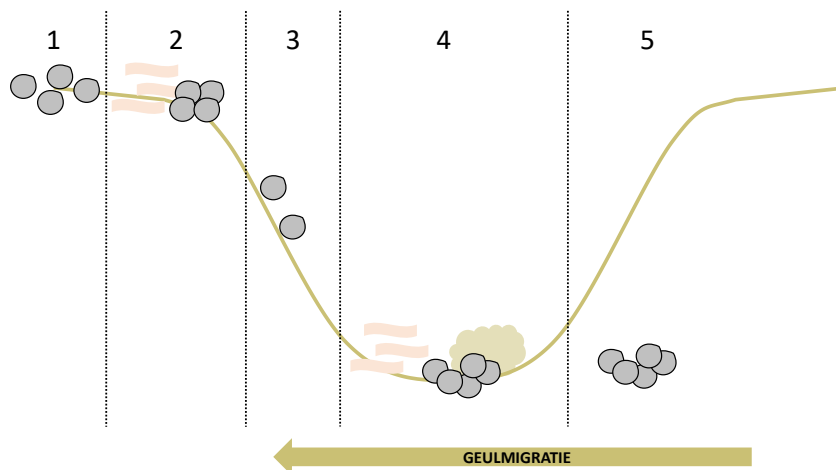
1 Inleiding

Schelpenwinning is een van de diverse economische activiteiten in de Waddenzee. De gewonnen schelpen worden al decennia onder andere gebruikt als grondstof voor toepassingen in de bouw of voor de aanleg van schelpenpaden. De effecten van schelpenwinning op de ecologie en morfologie van de Waddenzee werden meer dan twintig jaar geleden voor het laatst onderzocht op verzoek van Rijkswaterstaat (Reijngoud et al., 2001). Om een actueel inzicht te krijgen heeft Rijkswaterstaat de opdracht verleend aan Deltares om een overzicht op te stellen van de huidige kennis rond schelpenwinning en haar ecologische en morfologische impact. Daarnaast werd ook kritisch gekeken naar de toepassing van de rekenregel voor schelpkalkproductie in de Waddenzee voor het berekenen van winningsquota.

2 Vorming en voorkomen van dode schelpenbanken in de Waddenzee

Dode schelpenbanken ontstaan in de geulen door accumulatie van dood schelpmateriaal afkomstig van levende dieren op de droogvallende platen (Fig. 1). Na het afsterven zorgt voornamelijk de golfwerking ervoor dat de meerderheid van de schelpen richting de plaatranden worden getransporteerd. De schelpen komen voornamelijk in de geulen terecht wanneer de plaatrand door een geul wordt aangesneden. Om concentraties schelpen te verkrijgen die hoog genoeg zijn om van een schelpenbank te kunnen spreken, is het van belang dat de stroomsnelheid in de geul hoog genoeg is om het zand tussen de schelpen te eroderen. Enkel in de grote gaten, in buitenbochten en op de plaatsen waar twee geulen samenkomen, is de stroming hier sterk genoeg voor. De schelpen zelf kunnen niet eenvoudig door de stroming meegenomen worden omwille van hun hydrodynamische eigenschappen,

want zodra ze met hun bolle kant naar boven komen te liggen, krijgt de stroming er nog nauwelijks vat op (Rieux et al., 2019). De schelpenbanken kunnen vervolgens onder het sedimentoppervlak terecht komen wanneer de geul zich verder verplaatst en eventueel opnieuw aan het oppervlak komen bij het aansnijden door een andere geul. In de Noordzee komen intertidale platen en geulen niet voor, maar de bodemschuifspanning die door golven wordt veroorzaakt is er veel hoger dan in de Waddenzee. Schelpen worden er door de golven en retourstromen respectievelijk kustwaarts en zeewaarts getransporteerd en accumuleren op het strand of in dieper water. De hieruit resulterende concentraties zijn echter te laag om van schelpenbanken te kunnen spreken. Enkel levende schelpenbanken komen in de Noordzeekustzone voor, maar die zijn voor schelpenwinning niet bruikbaar omwille van de kwalijke geur tijdens het rottingsproces. Tevens zijn deze levende schelpenbanken van zeer groot ecologisch belang. Uitzonderingen in de Noordzee waar wel dode schelpenbanken worden aangetroffen, zijn enkele buitendelta's van grote gaten, waar wel (oude) getijdegeulen liggen en waar schelpenbanken volgens dezelfde processen als in de Waddenzee gevormd kunnen worden (Reijngoud et al., 2001).



Figuur 1: Schematische voorstelling van de vorming van schelpenbanken. 1: Groei van levende schelpen op droogvallende platen. 2: Transport naar plaatranden door golfwerking na afsterven. 3: Transport naar geulen bij geulmigratie. 4: Concentratie door eroderen van tussenliggend zand. 5: Begraving na geulmigratie.

Via koolstofdatering is bij het vorige grote onderzoek naar schelpenwinning in de Waddenzee en buitendelta's eind jaren '90 bepaald dat het voornamelijk gaat om (pre)historische afzettingen, met een ouderdom van honderden tot duizenden jaren (Reijngoud et al., 2001). Daarnaast werden ook recente schelpen gevonden (0-22 % van de kokkels en 2-33 % van de *Spisula* waren recent; de schelpen in dit onderzoek bestonden in totaal overigens voor ca. $\frac{3}{4}$ uit kokkels), bepaald aan de hand van visuele kenmerken. Deze 'recente' schelpen konden niet gedateerd worden met de ^{14}C -methode en zijn mogelijk nog steeds tientallen jaren oud (Reijngoud et al., 2001). Als we rekening houden met het hierboven beschreven vormingsproces van de schelpenbanken, waarbij aan een hele reeks voorwaarden moet worden voldaan (geulmigratie door de plaatrand heen, accumulatie in grote geulen, erosie van tussenliggend sediment) en met het feit dat ook oude banken door voortdurende geulmigratie blootgelegd kunnen worden, is het zeer onwaarschijnlijk dat de schelpen in de banken jonger zijn dan op zijn minst enkele jaren. Waarschijnlijk gaat het zelfs om tientallen jaren (*pers. comm.* Ad van der Spek). Het voorkomen van dode schelpenbanken in de volledige Waddenzee is nooit grondig bestudeerd, maar kan deels afgeleid worden uit de winningsgebieden (Fig. 2-4). Het ontbreken van data zorgt er ook voor dat de precieze ouderdom van de schelpen in de meeste banken onbekend is.

3 Morfologische waarde van dode schelpenbanken

De morfologische waarde van schelpenbanken werd uitvoerig beschreven in Reijngoud et al. (2001). Hieronder volgt een korte samenvatting van dat onderzoek.

Schelpenbanken vormen een harde structuur in een verder zachte sedimentbodem. In het bijzonder wanneer ze aan of nabij het sedimentoppervlak komen te liggen, kunnen de banken ervoor zorgen dat erosie van de zachte geulbodem vertraagd wordt. Vooral in buitenbochten kan de aanwezigheid van schelpenbanken op die manier een geul stabiliseren. Om een rol van betekenis te spelen in de vorming van eilanden of voor het beïnvloeden van stroomsnelheden is de winning op schelpenbanken in de Waddenzee waarschijnlijk te klein en verwaarloosbaar in vergelijking met de autonome kustdynamiek. Enkel wanneer de winning dicht bij de kust gebeurt, zou er lokaal een impact kunnen zijn op de stabiliteit van de kust, maar dit is om deze reden wettelijk niet toegestaan. In plaatranden kan schelpenwinning er in theorie voor zorgen dat er versteiling of ondergraving optreedt, waardoor de plaatrand instabiel wordt en plaatval kan gebeuren. Dit is echter nog maar eenmaal voorgekomen (in de Westerschelde) en kon niet eenduidig aan schelpenwinning toegeschreven worden. Schelpenwinputten vullen na de winning geleidelijk op in een proces dat vier tot vijf maanden kan duren. Dat gebeurt met sediment, waardoor de fysische eigenschappen verschillen van de voorheen aanwezige schelpenbank. Ook hier geldt echter dat de omvang van schelpenwinning waarschijnlijk niet van dien aard is dat morfologische veranderingen tot maatschappelijke problemen zouden leiden.

4 Ecologische rol van dode schelpenbanken

Naar de ecologische rol van schelpenbanken in de Waddenzee is bijzonder weinig onderzoek verricht. De ecologische rol hangt sterk af van hoe diep onder het sedimentoppervlak de banken zich bevinden. Doorgaans is er nog weinig dierlijke activiteit aanwezig op meer dan een halve meter in het sediment, maar bij ondiepere schelpenbanken bepalen de schelpen voor een belangrijk deel het habitat voor aanwezige soorten. Schelpen aan het oppervlak bieden een houvast voor bodemdieren die op hard substraat leven (epifauna), zoals zeepokken, mosdiertjes of bepaalde soorten neteldieren, maar volwaardige gemeenschappen zijn waarschijnlijk afwezig door regelmatige bodemverstoring door visserij (Dankers & van Moorsel, 2001; Franken et al., 2023). Het is bekend dat harde substraten (zoals blootliggende schelpenbanken) vestigingslocaties kunnen vormen voor rifbouwende soorten zoals schelpdieren (mosselen, oesters) en zandkokerwormen, zoals *Sabellaria* sp. (Coolen et al., 2015). Dergelijke biogene riffen zijn van groot ecologisch belang. Onder het sedimentoppervlak vormen schelpen een schuilplaats voor mobiele prooi-soorten en een hindernis voor hun gravende predatoren (Armonies et al., 2023). Rekening houdende met de functie als ankerplaats voor epifauna en als vluchtplaats voor gravende bodemdieren, kunnen we aannemen dat ondiepe schelpenbanken in ecologisch opzicht afwijken van hun omgeving en dus lokaal een uniek habitat vormen, terwijl diepe banken weinig ecologische waarde hebben totdat ze eventueel weer bloot komen te liggen. Vanwege de dynamiek van het systeem worden de ondiepe banken na verloop van tijd vaak weer bedolven, waardoor ook de bodemdiergemeenschappen er verdwijnen. Dit proces hoort bij de natuurlijke variabiliteit van de Waddenzee. Het is echter aannemelijk dat gemeenschappen niet volledig verdwijnen zolang er voldoende alternatief habitat is (zoals verderop gelegen schelpenbanken) waar soorten een onderkomen vinden of van waaruit ze opnieuw kunnen koloniseren.

5 Effecten van klimaatverandering

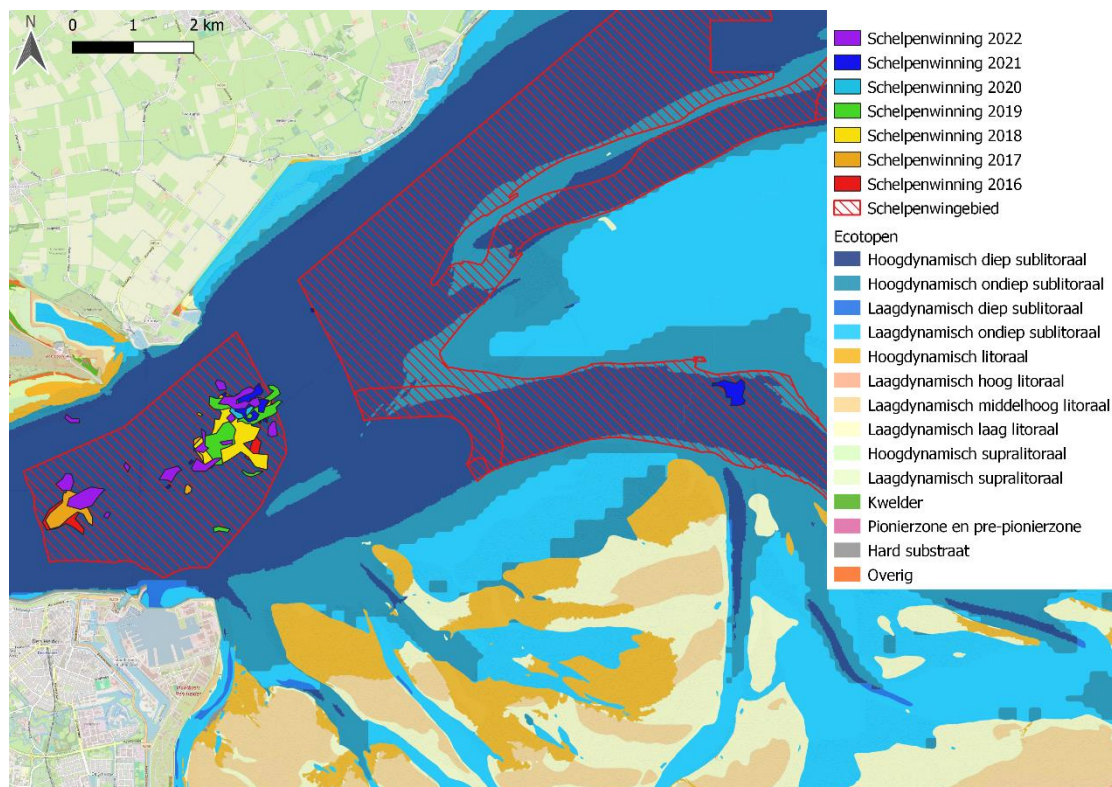
Klimaatverandering en andere veranderingen in het systeem kunnen een rol spelen in de ecologie van dode schelpenbanken in de Waddenzee. Bij een stijgend zeeniveau zou de hydrodynamica rondom de droogvallende platen kunnen wijzigen, wat een impact kan hebben op het transport van schelpen naar de geulen. Verzuuring van het zeewater kan de vorming van nieuwe schelpen bij levende dieren aantasten (Ong et al., 2017) en het natuurlijke oplossen van dode schelpen in de bodem versnellen (Babarro et al., 2023), waardoor het in theorie een invloed kan hebben op het bufferende vermogen (de alkaliniteit) van de schelpkalk in de Waddenzee. Verschuivingen in de soortensamenstelling van de schelpdiergemeenschappen op de droogvallende platen kunnen ook in de dode schelpenbanken doorwerken. Voor deze drie stellingen geldt dat de precieze effecten sterk afhangen van het toekomstscenario dat zich daadwerkelijk zal afspelen. Momenteel lijkt de aangroei van de intergetijdengebieden gelijke tred te houden met de zeespiegelstijging, maar het is onzeker of dat in de toekomst zal blijven gebeuren (Wang et al., 2018) en dus ook wat het effect zal zijn op de blijvende vorming van de dode schelpenbanken. Om een significante rol te spelen in het bufferen tegen zeewaterverzuuring zijn de schelpenbanken waarschijnlijk te klein. Bovendien wordt de totale alkaliniteit in de Waddenzee voornamelijk gereguleerd door de anaërobe afbraak van organisch materiaal eerder dan door kalkbuffering, die daarenboven grotendeels teniet wordt gedaan door de productie van schelpkalk door levende schelpdieren (Thomas et al., 2009). Welke rol een veranderende soortensamenstelling heeft op de ecologie van dode schelpenbanken is onbekend omwille van het ontbreken van verder onderzoek in de afgelopen twee decennia. Zoals eerder aangehaald zijn bestaande banken overwegend opgebouwd uit kokkelschelpen. Wijzigingen in het kokkelbestand, onder andere door hittestress, en de vestiging van exotische soorten kunnen doorwerken in de samenstelling van de dode schelpenbanken. Er is echter nog geen onderzoek verricht naar hoe de ecologie of morfologie in dode schelpenbanken al dan niet afhangt van de aanwezigheid van verschillende soorten schelpen. Bovendien kan het, zoals eerder aangehaald, jaren tot decennia duren vooraleer een gewijzigde soortensamenstelling ook in de dode schelpenbanken zichtbaar wordt.

6 Schelpenwinning in de Waddenzee

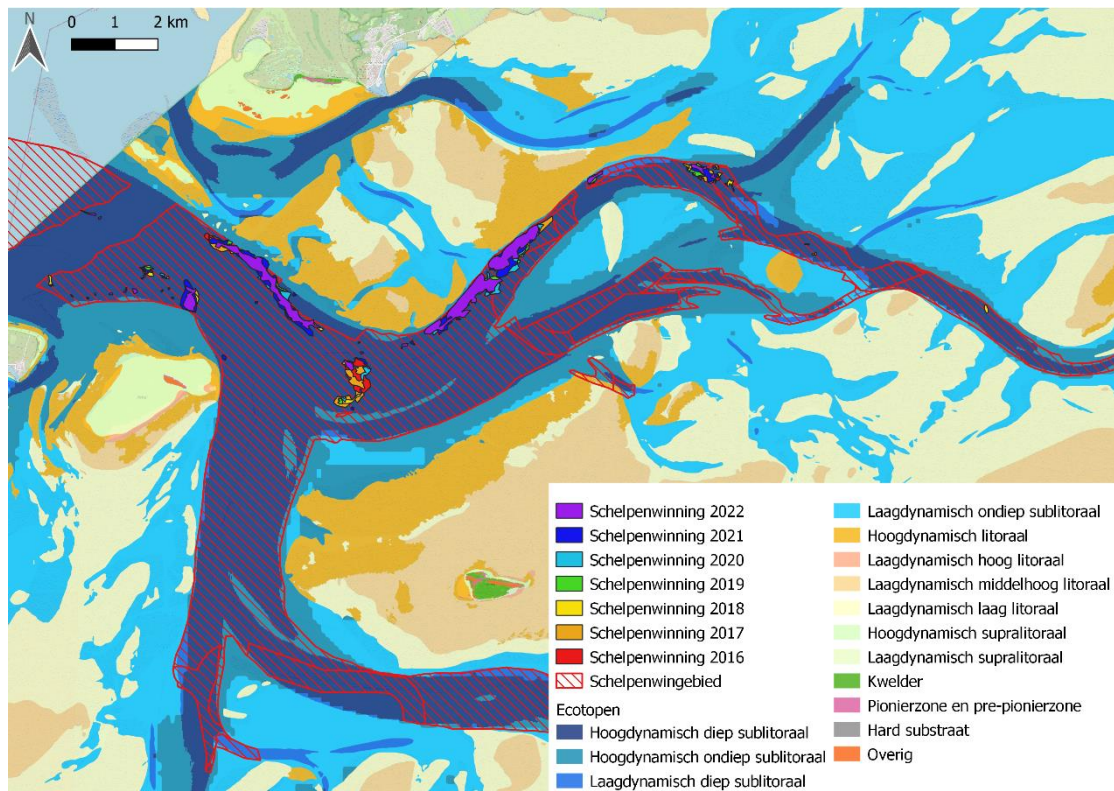
In de praktijk zien we dat de schelpenwinning in de Waddenzee vooral plaatsvindt in de grote geulen (Marsdiep, Vlie, Friese Zeegat; Fig. 2-4), in het bijzonder op locaties die hierboven als meest gunstig voor de vorming van schelpenbanken worden beschreven. De winning gebeurt door drie schepen (MS Vertrouwen, MS Eemshorn en MS Waddenzee, respectievelijk door de bedrijven Visserijbedrijf Rousant B.V., Testamare Holding B.V. en Zand- en Schelpenwinning Waddenzee B.V.). In 2017 was ook Spaansen Grondstoffen en Logistiek B.V. actief in de Waddenzee. Zij maakten gebruik van het schip MS Eemshorn. Gewonnen hoeveelheden (2016-2022) zoals doorgegeven aan Rijkswaterstaat door de bedrijven zijn voor elk geulsysteem weergegeven in tabel 1. Op basis van Blackboxgegevens van 2016 tot en met 2022 van de drie winningsschepen die in de Waddenzee actief zijn, kunnen lokale verschuivingen in de winning worden onderscheiden (Fig. 2-4). Zoals uit de figuren blijkt, wordt in sommige gebieden doorlopend gewonnen, terwijl het wingebied elders krimpt (zoals in het Marsdiep en het Friese Zeegat) of net groter wordt (langs de noordrand van het Vlie). Omdat de redenen voor deze fluctuaties niet bekend zijn, kunnen er zonder diepgaand onderzoek evenwel geen uitspraken worden gedaan over de duurzaamheid van de winning op plaatsen waar het wingebied krimpt doorheen de tijd.

Alle winlocaties vallen op de meest recente ecotopenkaart uit 2017 binnen het hoogdynamisch (doorgaans diep, soms ondiep) sublitoraal (Fig. 2-4). Daarnaast zijn de winlocaties bij benadering ingetekend op basis van de Blackboxgegevens die als “winnen” of “zuigen” gemarkeerd staan. Voor een schip (MS Vertrouwen) werd het winnen zelf echter niet geregistreerd en werden de winlocaties vastgesteld aan de hand van het label “zandpomp aan” en op plaatsen waar een hoge concentratie aan datapunten zichtbaar is. Dit vanuit de veronderstelling dat het schip zich trager voortbeweegt tijdens de winning en langere tijd op (ongeveer) dezelfde plaats blijft. Een gevolg is wel dat de winlocaties op de kaart hoogstwaarschijnlijk een overschatting van de werkelijkheid zijn.

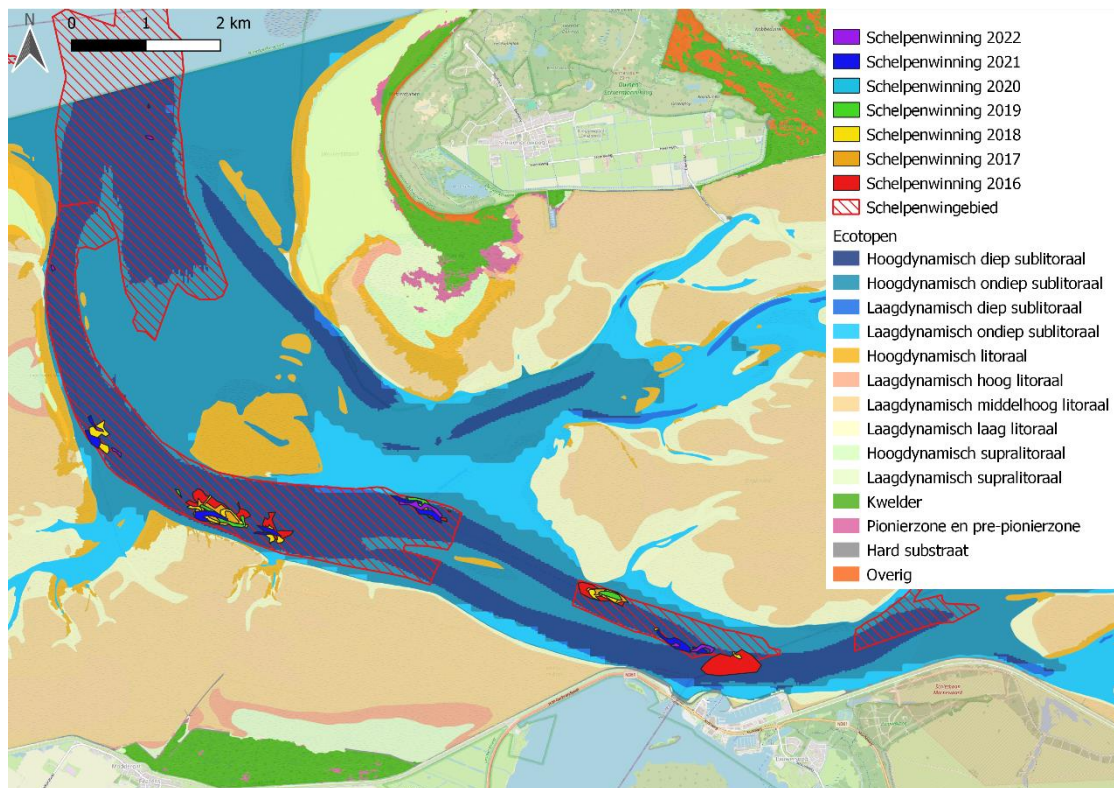
Op alle winlocaties worden losse schelpen gewonnen. Dat gebeurt met steekzuigers, waarbij een winningsschip min of meer stilligt en met een steekbuis sediment en schelpen opzuigt tot 4 meter onder het sedimentoppervlak. De schelpen worden tijdens de winning ter plaatse gezeefd en het gezeefde sediment wordt teruggestort (Wientjes, 2022). Bij de winning komen vaak kleibrokken voor en bij schelpen bestemd voor de productie van kleischelpen (schelpen volledig ingebed in klei) kan dit zelfs om aanzienlijke hoeveelheden gaan (van der Spek, 2000).



Figuur 2: Schelpenwinning in het Marsdiep gedurende de periode 2016-2022.



Figuur 3: Schelpenwinning in het Vlie gedurende de periode 2016-2022.



Figuur 4: Schelpenwinning in het Friese Zeegat gedurende de periode 2016-2022. Het grote gebied voor Lauwersoog waar vooral in 2016 werd gewonnen, is mogelijk een overschatting, te wijten aan het feit dat de MS Vertrouwen het winnen niet als afzonderlijke activiteit registreert. De polygoon is ingetekend op basis van een dichte wolk datapunten met het label "zandpomp aan".

De winningsquota worden voor 3 jaar bepaald op basis van een opgelegde rekenregel (zie verder), zowel voor de Waddenzee als voor de buitendelta's in de Noordzeekustzone. De maximum toegelaten volumes in de Waddenzee bedragen nooit meer dan 50 % van het totaal (Verhagen, 2013).

Tabel 1: Hoeveelheden gewonnen schelpen (in m³) in de Waddenzee per geulsysteem, over de periode 2016-2022. In de laatste kolom wordt het maximum toegelaten ontgonnen volume in de hele Waddenzee weergegeven. Data aangeleverd door Rijkswaterstaat.

Jaar	Marsdiep	Vlie	Friese Zeegat	Totaal	Maximum
2016	5950	18711	2772	27433	80000
2017	7920	37663	680	46263	82500
2018	4479	24202	950	29631	82500
2019	3063	21820	430	25313	82500
2020*	0	0	0	0	90000
2021	1006	34532	815	36353	80000
2022	5228	29023	95	34346	80000

*De gegevens voor 2020 zijn waarschijnlijk niet correct. De door Rijkswaterstaat aangeleverde invoertabellen zijn leeg, maar uit de Blackboxgegevens blijkt dat zowel de MS Vertrouwen als de MS Waddenzee dat jaar actief waren op verschillende plaatsen in de Waddenzee.

7 Berekening schelpkalkproductie voor bepaling winningsquota

Voor het bepalen van de quota voor schelpenwinning wordt gebruik gemaakt van een rekenregel waarmee de totale jaarlijkse schelpkalkproductie in de Waddenzee berekend wordt. Men veronderstelt hierbij dat onttrekking niet hoger mag zijn dan de schelpkalkproductie als maat voor de jaarlijkse aanwas, zodat uitputting van de banken wordt voorkomen. Sinds 2004 geldt de volgende berekening voor schelpkalkproductie:

$$\text{Schelpkalkproductie in jaar } X \text{ [m}^3\text{]} = W \times f_s \times f_a \times \frac{1-f_v}{f_t \rho_{sch}}$$

waarin:

- W = de totale biomassa van de kokkels zoals aanwezig per 1 september van een bepaald jaar X
- f_s = de fractie schelpkalk van het versgewicht
- f_a = een factor voor de omzetting van het schelpkalkgewicht naar de productie van schelpkalk als een jaargemiddelde waarde, rekening houdend met sterfte
- f_v = de fractie schelpen die verloren gaat door vergruizing en andere oorzaken
- f_t = de fractie kokkels van het totaal aan schelpensoorten
- ρ_{sch} = de dichtheid van de schelpen [kg/m³]

Dit is een vrij eenvoudige berekening met W als variabele en f_s , f_a , f_v , f_t en ρ_{sch} als parameters waarvan de waarde in principe bekend is. De totale biomassa kokkels wordt elk jaar berekend aan de hand van de gegevens uit de schelpdierensurvey van Wageningen Marine Research. Het is weinig waarschijnlijk dat f_s , f_a en ρ_{sch} sinds 2004 sterk veranderd zijn. Verzuuring van het zeewater kan er op langere termijn misschien wel voor zorgen dat er minder kalk geproduceerd wordt per dier, wat kan doorwerken in deze parameters. Voor een inschatting van wijzigingen in de parameter f_v moeten een aantal afwegingen worden gemaakt. De handleiding die Rijkswaterstaat hanteert (Mulder, 2021) maakt gewag van een waarde van 0,25 tot en met 1990, 0,28 voor de periode 1991-1995, 0,31 voor de periode 1996-2004 en 0,22 vanaf 2005, maar vermeldt ook dat de precieze berekeningen niet gedocumenteerd zijn. Deze schommelingen in de waarde worden toegeschreven aan het aandeel van de kokkelvisserij in het totale verlies en de mate waarin schelpen door kokkelvisserij aan boord worden gekookt. Sinds 2005 is mechanische kokkelvisserij verboden in de Waddenzee en blijven enkel de handkokkelvisserij over, die alle gewonnen kokkels aan de wal brengen. Aangezien de handkokkelvisserij slechts een fractie uitmaakt van de totale kokkelvisserij, is de bijdrage tot de parameter f_v sinds het afschaffen van de mechanische kokkelvisserij waarschijnlijk kleiner dan voordien (van Wijk et al., 2003). Een tweede belangrijke oorzaak voor het verloren gaan van schelpen is vergruizing door vraat van vogels. Deze vorm van vergruizing is mogelijk wel gewijzigd sinds 2004, aangezien de schelpdieretende vogels in de Waddenzee de voorbije jaren na een lange achteruitgang het nu opnieuw beter doen, mogelijk als gevolg van het einde van de mechanische kokkelvisserij (Hornman et al., 2022; Van Roomen et al., 2018). Het is niet ondenkbaar dat het verdwijnen van de mechanische kokkelvisserij en de groei van het vogelbestand elkaar enigszins compenseren. Ook de parameter f_t moet kritisch bekeken worden. De afgelopen jaren is er in het kokkelbestand verschillende keren een verhoogde zomersterfte vastgesteld (Troost et al., 2023), een trend die niet noodzakelijk bij andere schelpdiersoorten op de droogvallende platen voorkomt (www.wur.nl/schelpdiermonitor, Monitor 3 tabblad 'Ontwikkeling'). Ook door de toekomstige vestiging of verdere verspreiding van exotische soorten kan de proportie kokkels in het totale schelpdierbestand afnemen, met als mogelijk gevolg een vermindering van de schelpkalkproductie.

De quota voor schelpenwinning worden elke drie jaar bepaald op basis van het langjarig gemiddelde van de schelpkalkproductie in de Waddenzee. Deze aanpak is echter problematisch. Zoals eerder aangehaald bestaan de dode schelpenbanken voor een belangrijk deel uit oude schelpen. Slechts een beperkt deel is 'recent' en waarschijnlijk zijn er nauwelijks schelpen aanwezig die in de afgelopen jaren in de banken terecht kwamen. De aangroei van de banken loopt, met andere woorden, niet noodzakelijk – en waarschijnlijk helemaal niet – gelijk met de jaarlijkse natuurlijke aanwas van schelpenmateriaal op de droogvallende platen. Door de gemiddelde jaarlijkse (recente) schelpkalkproductie te hanteren voor het berekenen van quota, lopen de schelpenwinners dus elk jaar het risico de banken uit te putten, ook al ligt de winning doorgaans ver beneden de berekende quota. Zolang niet precies bekend is hoe de dode schelpenbanken op een natuurlijke manier evolueren, blijft dit risico bestaan. Intussen worden de gewonnen schelpen nog steeds beschouwd als hernieuwbare grondstof, hoewel dit dus in werkelijkheid uitdrukkelijk niet het geval is, althans niet op een economisch relevante tijdsschaal.

8 Conclusies en aanbevelingen

Schelpenwinning gebeurt in de Waddenzee op schelpenbanken in de grote geulen, waar zich hoge concentraties schelpen vormen aan de hand van natuurlijke transportprocessen. Voor de morfologie van de Waddenzee zijn deze schelpenbanken van beperkt belang. Vanuit ecologisch standpunt vormen ze waarschijnlijk een uniek habitat, zolang de banken zich nabij of aan het sedimentoppervlak bevinden. De ecologie van dode schelpenbanken is echter nog weinig onderzocht en de beperkte kennis is gebaseerd op slechts een tweetal onderzoeken. Bekend is dat epifauna het harde substraat van schelpen aan het sedimentoppervlak gebruikt als vestigingsplaats en dat mobiele soorten van lege schelpen gebruik kunnen maken als vluchtplaats voor predatoren. Volwaardige gemeenschappen, zoals ecologisch waardevolle biogene riffen, zijn waarschijnlijk niet aanwezig door frequente bodemverstoring. De vergunningverlening vanuit de Ontgrondingenwet en het bepalen van quota voor schelpenwinning gebeuren aan de hand van een formule waarmee de jaarlijkse schelpkalkproductie in de Waddenzee berekend wordt. Door het trage transport richting de grote geulen kan de schelpkalkproductie echter niet rechtstreeks gekoppeld worden aan de vorming van schelpenbanken. Al decennialang wordt dus gewonnen op basis van quota die niet helemaal relevant zijn. Wat daarvan de precieze impact is op de dode schelpenbanken is onbekend. Uit de Blackboxgegevens van de schepen blijkt dat de activiteit in sommige zones jaar na jaar vermindert en/of verdwijnt, maar zonder betrouwbare informatie van de schelpenwinners kan dit niet eenduidig aan het verdwijnen van dode schelpenbanken toegeschreven worden.

Voor een beter begrip van dode schelpenbanken en de effecten van schelpenwinning op de ecologie is idealiter bijkomend veldonderzoek nodig. Voor de ecologie is het belangrijk een beeld te krijgen van waar vooral de ondiepe dode schelpenbanken (op minder dan 0,5 m onder het sedimentoppervlak) zich precies bevinden en welke bodemgemeenschappen zich er vormen. Hierdoor kan inzicht verworven worden in het belang van dode schelpenbanken als habitat in de totale Waddenzee en in hoe het areaal door de jaren heen evolueert. Het bepalen van het areaal kan via akoestisch onderzoek met moderne sonarsystemen, aangevuld met video-opnames vanaf een schip of met onbemande vaartuigen (ROV / AUV) en door het nemen van bodemonsters. Met video-opnames en bodemonsters wordt bovendien inzicht verkregen in de bodemgemeenschappen. Als potentieel ecologisch waardevolle habitats kan bescherming tegen bodemberoering voor deze ondiepe banken aangewezen zijn. Diepere banken zijn ecologisch minder waardevol, maar kunnen onder invloed van de natuurlijke dynamiek wel opnieuw aan het oppervlak komen en zo in de

toekomst van belang zijn. Vanuit Europese wetgeving is er momenteel geen specifieke erkenning van dode schelpenbanken als habitat onder de Habitatrichtlijn, maar mogelijk is hun bescherming wel relevant onder de Kaderrichtlijn Mariene Strategie. Deze laatste beoogt te komen tot een goede ecologische status via 11 descriptoren, waarvan al zeker twee (behoud van mariene biodiversiteit en integriteit van de zeebodem) hier van toepassing kunnen zijn. Voor een succesvolle bescherming van dit mogelijk unieke habitat is het niet enkel belangrijk een zekere bescherming te bieden aan oppervlakkige banken, maar tevens rekening te houden met het tijdelijke en dynamische karakter van de plaatselijke gemeenschappen en dus ook vooruit te kijken in de tijd. Ook dieper begraven banken kunnen in de toekomst ecologisch belangrijk worden. Over de bescherming van de banken dient evenwel een bredere discussie gevoerd te worden, waarin ook gekeken wordt naar de veel grotere, maar minder specifiek op schelpenbanken gerichte impact van andere bodemberoerende activiteiten, zoals baggerwerken en visserij.

Het berekenen van quota is dringend aan een herziening toe. Een nieuwe rekenregel moet nieuwe inzichten in de parameters voor de berekening van de schelpkalkproductie meenemen en vooral een antwoord bieden op de vraag in welke mate die productie verband houdt met de vorming van dode schelpenbanken. Aangezien de vorming van de banken traag verloopt, is het niet uitgesloten dat het gebruik van schelpkalkproductie in de berekening uiteindelijk weinig zinvol blijkt en dat het beter is de quota te baseren op een goed begrip van de actuele – en indien mogelijk ook de historische – omvang van de schelpenbanken. Bij gebrek aan een grondig begrip van de gemiddelde aangroei van de banken is een verder gebruik van de bestaande rekenregel, zelfs met bijgewerkte parameters, niet aangeraden. Voorlopig is onze aanbeveling niet om de quota te baseren op de gemiddelde jaarlijkse schelpkalkproductie, maar op de fractie daarvan die jaarlijks in de schelpenbanken terechtkomt. Mogelijk kan met hydrodynamische en/of sedimentmodellen van de Waddenzee een redelijke inschatting gemaakt worden van deze fractie. Zodra bekend kan dan een nieuwe parameter toegevoegd worden aan de bestaande rekenregel om zo tot een betere inschatting te komen van de jaarlijkse aangroei van dode schelpenbanken.

9 Bronnen

- Armonies, W., Buschbaum, C., Mielck, F., & Rick, J. (2023). Mollusc shell detritus affects benthic subtidal community dynamics in the Northern Wadden Sea. *Marine Biodiversity*, 53, 2. <https://doi.org/10.1007/s12526-022-01301-4>
- Babarro, J. M. F., Velo, A., Peteiro, L. G., Darriba, S., Broullon, D., & Pérez, F. F. (2023). Taphonomy and dissolution rates of the razor clam *Ensis magnus* shells: Current status and projected acidification scenarios. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 289, 108372. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2023.108372>
- Coolen, J. W. P., Bos, O. G., Glorius, S., Lengkeek, W., Cuperus, J., van der Weide, B., & Agüera, A. (2015). Reefs, sand and reef-like sand: A comparison of the benthic biodiversity of habitats in the Dutch Borkum Reef Grounds. *Journal of Sea Research*, 103, 84–92. <https://doi.org/10.1016/j.seares.2015.06.010>
- Dankers, N. M. J. A., & van Moorsel, G. W. N. M. (2001). *Schelpenbanken als ecotoop - De fauna van schelpenbanken in de Waddenzee*. Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, Wageningen
- Franken, O., Olf, H., Govers, L., van der Heide, T., Holthuijsen, S., Dickson, J., Witte, S., Smeele, Q., van Onselen, E., Oost, A., & van der Eijk, A. (2023). Hard substraat Waddenzee houvast voor 17 soorten. *De Levende Natuur*, 129 pp. www.delevendenatuur.nl
- Hornman, M., Kavelaars, M., Koffijberg, K., van Winden, E., van Els, P., de Jong, A., Kleefstra, R., Schoppers, J., Slaterus, R., van Turnhout, C., & Soldaat, L. (2022). *Watervogels in Nederland 2019/2020*. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen
- Mulder, H. P. J. (2021). Werkwijze voor de berekening van schelpkalkproductie van de Waddenzee. Interne memo Rijkswaterstaat
- Ong, E. Z., Briffa, M., Moens, T., & Van Colen, C. (2017). Physiological responses to ocean acidification and warming synergistically reduce condition of the common cockle *Cerastoderma edule*. *Marine Environmental Research*, 130, 38–47. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2017.07.001>
- Reijngoud, T. T., Bosboom, J., Craeymeersch, J. A., Dankers, N., Leopold, M. F., van der Meulen, M. J., van Moorsel, G., Mulder, H. P. J., Perdon, J., van der Spek, A. J. F., Stive, M. J. F., de Vries, S., & Zant, Z. M. (2001). *Eindrapport vervolgonderzoek schelpenwinning*. Rijkswaterstaat Directie Noord-Nederland, Leeuwarden
- Rieux, A., Weill, P., Mouaze, D., Poirier, C., Nechenache, F., Perez, L., & Tessier, B. (2019). Threshold of motion and settling velocities of mollusc shell debris: Influence of faunal composition. *Sedimentology*, 66(3), 895–916. <https://doi.org/10.1111/sed.12521>
- Thomas, H., Schiettecatte, L.-S., Suykens, K., Koné, Y. J. M., Shadwick, E. H., Prowe, A. E. F., Bozec, Y., De Baar, H. J. W., & Borges, A. V. (2009). Enhanced ocean carbon storage from anaerobic alkalinity generation in coastal sediments. *Biogeosciences*, 6, 267–274. <https://doi.org/10.5194/bg-6-267-2009>
- Troost, K., van Asch, M., Cornelisse, S., Glorius, S., van den Ende, D., van Es, Y., Keur, M., Perdon, K. J., van der Pool, J., Suykerbuyk, W., van Zweeden, C., & van Zwol, J. (2023). *Schelpdierbestanden in de Nederlandse kustzone, Waddenzee en zoute deltawateren in 2022*. Stichting Wageningen Research – Centrum voor Visserijonderzoek (CVO), IJmuiden
- van der Spek, A. J. F. (2000). *Vervolgonderzoek schelpenwinning Waddenzee. De ouderdom van winbare schelpen*. Nederlands Instituut voor Toegepaste Geowetenschappen TNO, Utrecht
- Van Roomen, M., Nagy, S., Citegetse, G., & Schekkerman, H. (2018). *East Atlantic Flyway assessment 2017*. Wadden Sea Flyway Initiative p/a CWSS, Wilhelmshaven, Germany; Wetlands International, Wageningen, the Netherlands; BirdLife International, Cambridge, United Kingdom

- van Wijk, M. O., Smit, M. H., & Taal, C. (2003). *Regionaal-economisch belang van de Waddenzeevisserij*. LEI, Den Haag
- Verhagen, R. (2013). *MER-beoordelingsrapportage schelpenwinning t.b.v. vergunningsverlening Ontgrondingenwet RWS NN*. Ingenieursbureau Oranjewoud, Heerenveen
- Wang, Z. B., Elias, E. P. L., Van Der Spek, A. J. F., & Lodder, Q. J. (2018). Sediment budget and morphological development of the Dutch Wadden Sea: Impact of accelerated sea-level rise and subsidence until 2100. *Netherlands Journal of Geosciences*, 97(3), 183–214. <https://doi.org/10.1017/njg.2018.8>
- Wientjes, R. (2022). *M.e.r.-beoordeling Schelpenwinning Waddenzee - Aanmeldingsnotitie*. Arcadis Nederland B.V., Arnhem