

Productie en transport van zand door vissen

S.J.de Groot*)

Foto's John Neuschwander

Zandtransport door zeestromingen, rivieren, wind en ijs is in de geologie een algemeen bekend verschijnsel. De verplaatsing en zelfs de aanmaak van zand door vissen en andere zeebodembewoners is minder bekend. Vissen

schrapen deeltjes van koraalriffen en vermalen deze in hun maag tot korreltjes. Ook schelpen worden vermalen in hun maag-darmkanaal en elders weer achtergelaten, een proces dat ook in de Noordzee van groot belang is.



Afb. 1 De tot de papegaavvissen behorende *Sparisoma viride* uit het Caraïbisch gebied schraapt het koraal af en draagt aldus bij aan de zandproductie.

De ontdekking van het maken en verplaatsen van zand door zeedieren is niet nieuw. Het viel Darwin in 1836, tijdens zijn tocht met de *Beagle*, al op dat aan de buitenzijde van koraalriffen veel fijn koraalzand en fijne delen koraal lagen. De verklaring was eenvoudig: de aanrollende golven waren er verantwoordelijk voor. Merkwadiger was dat aan de binnenzijde van de atol, waar geen zware golfslag was, ook fijn koraalzand in aanzienlijke hoeveelheden lag. Dit kon niet door golfslag worden verklaard. In Darwin's eigen woorden: "Er zijn hier echter andere onverwachte werktuigen aan het werk, grote scholen van twee soorten papegaaivissen. De ene leeft in de branding aan de buitenzijde van het rif, de andere in de lagune. Zij leven geheel, zoals mij is verzekerd door de heer Liesk, de intelligente resident, van het afknabbelen van het levende koraal. Ik heb verschillende van deze vissen opengemaakt. Ze zijn zeer talrijk en van flinke afmetingen. In hun opgezwollen darmen vond ik kleine stukjes koraal en fijngemalen kalkachtig materiaal. Dit moet dagelijks door hen worden uitgescheiden als het fijnste sediment. Veel moet er ook worden geproduceerd door oneindig veel wormen en weekdieren die holtes maken in bijna elk blok koraal."

Darwin gaat verder met te wijzen op de zeekomkommers die ook van koraal leven en wijst erop dat door al deze dieren jaarlijks veel koraalslib wordt aangemaakt en dat ook voor koraalriffen geldt: "consumed and be consumed". Darwin is de eerste die de waarneming van Liesk begreep en heeft vastgelegd. Dit verschijnsel wordt bio-erosie genoemd. Nog steeds is er bij de geologen geen overeenstemming over de volgorde van belangrijkheid bij erosie van riffen in zee, de fysische- en chemische processen of de bio-erosie.

JAARLIJKS PER HECTARE RUIM 200 TON

Sinds 1900 hebben verschillende onderzoekers aangetoond dat slakken, tweekleppigen, wormen en sponzen ook in staat zijn koraal aan te

tasten. In 1928 werd ontdekt dat ook sommige alikruiksoorten hun steentje bijdroegen aan het erosieproces. HARTMAN ontdekte dit in 1958 van de boorspons, HUNT in 1969 van de rotsborrende zeeëgel en tenslotte JAMES in 1970 van de worm *Eunice schemacephala*. De bio-erosie in zee is hierdoor goed beschreven. Uit gegevens blijkt, dat bijvoorbeeld sponzen in staat zijn om van één vierkante meter vaste ondergrond in 110 dagen zes kilo fijn sediment te schrapen en te boren. Dit komt maar liefst neer op een hoeveelheid van 210 ton per jaar!

Ook vissen kunnen koraalrots met hun tanden afslijpen. Darwin nam waar dat papegaaivissen dit inderdaad deden. Zijn waarneming lag echter opgeslagen in zijn vele werken en werd daarvoor niet verder bekend. In 1952 nam Cousteau in de Rode Zee waar dat papegaaivissen op levend koraal graasden en vraatsporen op het rif achterlieten. Bovendien lieten ze door uitscheiding in het water een wolk kalkslib achter. De groeven die de papegaaivissen in het rif maken zijn ongeveer een halve millimeter diep. De onderzoeker CLOUD onderzocht in 1959 papegaaivissen die op koraal- en kalkwierenriffen bij de Mariana-eilanden graasden en berekende dat er per vis dagelijks 30 gram (drooggewicht) aan fijn zand en grind werd geproduceerd. Per jaar komt dit neer op 5200 kilo per hectare, een laag van 0.2 tot 0.3 millimeter.

HULP BIJ HET VERMALEN

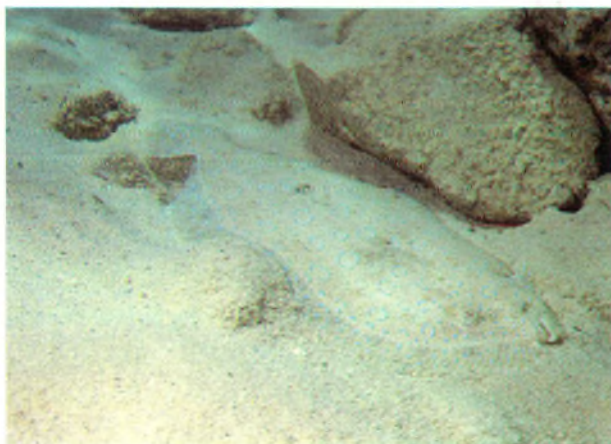
Ook de Amerikaanse onderzoeker BARDACH (1961) wees op grote hoeveelheden zand, koraalschraapsel, delen van kalkwieren en andere kalkhoudende gesteenten, die door de maag-darm van rifvissen gaan. Uit een in 1960 op Bimini, een van de Bermuda-eilanden, door hem uitgevoerd onderzoek bleek, dat vissen jaarlijks 2300 kilo aan kalkhoudend gesteente per hectare verplaatsen. Hij vermoedt dat dit voor alle koraalriffen geldt.

Koraalriffen zijn zeer stabiele ecologische gemeenschappen. Het levende koraal kan met grote snelheid kalk opnemen, terwijl golven en getij-

Afb. 2 Tijdens het voedsel zoeken op de zeebodem werken vissen de bovenlaag van de bodem om. Hier een zeebarbeel, *Mullus surmuletus* L. met erboven een lipvis, *Coris julis* (L.), in de Middellandse zee.



Afb. 3 Platvissen graven zich in het zand en zorgen daardoor mede voor het verplaatsen van bodemmateriaal. Vele soorten eten ook schelpdieren en vermalen de schelpen tot gruis. Hier een fraaie pauwoogtong.



Afb. 4 Ook zeeëgels zorgen voor afbraak en verplaatsing van bodemmateriaal. Op de foto een hartvormige zeeklit, *Echinocardium cordatum* (Pennant) in Bretagne.



denerosie, zowel als bio-erosie verantwoordelijk zijn voor de afbraak van het dode koraal. Ganggravende wormen, schelpdieren en stekelhuidige dieren doorboren koraalrots en maken deze zwakker en kwetsbaarder voor afbrekende krachten. Sommige vissen zoals de papegaaivis, schrapen het koraal af, terwijl vijlvissen aan koraaltakjes knabbelen. Op de riffen met hun kalkrijkwater komen veel kalkwieren voor. Deze worden gegeten door doktersvissen, ook rifbewoners. Dit is er de oorzaak van dat koraalzand in grote hoeveelheden wordt gevonden (GYGI, 1975).

Vaak zullen de kalkrijke deeltjes bij toeval mee naar binnen zijn geslikt. Ook worden hele schelpen en kokerwormen opgegeten en daardoor fijngemalen. Het gruis kan echter ook een belangrijke rol spelen in de vissemaag. Het helpt namelijk bij het vermalen van het voedsel of het kan de maagzuren bufferen. De onderzoeker BARDACH stelde vast welke rifbewonende visfamilies actief zijn bij het verplaatsen en aanmaken van zand en hoe dit wordt gedaan. In volgorde van afnemende belangrijkheid zijn dit achtereenvolgens: papegaaivissen, doktersvissen, vliedervissen, juffervissen, grondels, trekervissen, zeebarbelen, lipvissen en kogelvissen.

Het zijn echter niet alleen de vissen die op het koraal grazen en zand verplaatsen. Ook veel ongewervelde dieren doen dit.

De octopus geeft de voorkeur aan het verzamelen van lege schelpen en steentjes. Door deze kruipende en gravende dieren blijkt ook veel bodemmateriaal te worden verplaatst.

Een andere bodembewonende vissoort, de tot 60 centimeter lange zandtegelfvis, houdt zich met een merkwaardige activiteit bezig. De vis graaft diepe holen waar hij onder andere bij gevaar in verdwijnt. De onderzoeker CLIFTON nam in 1973 waar dat de zandtegelfvis kleine brokken koraal en grof koraalzand meeneemt naar zijn hol. In acht dagen tijd werden maar liefst 464 stukjes meegenomen over een afstand van negen tot twaalf meter. De stukjes werden door de vis in de zolder van het hol gedrukt.

INVLOED DAG- EN NACHTPATRONEN

Is er een helling, dan wordt het materiaal rollend naar beneden getransporteerd. Fijn materiaal dat in ondiep water wordt gemaakt, zal geleidelijk in dieper water, de lager gelegen zeebodem terecht komen. Sortering van het bodemmateriaal geschiedt gewoonlijk dusdanig dat het grovere materiaal naar boven komt en het fijnere materiaal naar beneden zakt. Ook hier is weer een uitzondering op. AHLHEIT onderzocht in 1983 in de buurt van Bermuda het sedimenttransport van drie soorten diklipvissen van het geslacht *Haemulon*. De reden van dit onderzoek was dat deze vissen een typisch dag/nachtvoedselzoekpatroon bezitten. Er werd verondersteld dat zij sediment over aanzienlijke afstanden transporteerden. Overdag verstopten de vissen zich onder de rotsen in ondiep water en eten dan niet. Na het donker worden verplaatsten zij zich al voedsel zoekend naar dieper water, tot een diepte van ongeveer twaalf meter. De diklipvissen voeden zich met bodemdieren en happen enkele centimeters diep in het sediment. De prooi wordt met een deel van het sediment naar binnen geslikt. In de ochtend trekken de vissen weer naar ondiep water en wachten daar de avond af. Hier worden onverteerde voedselresten en het zand uitgescheiden. Ahlheit kon, gebaseerd op het aantal vissen in het onderzoeksgebied, vaststellen dat de diklipvissen op deze manier jaarlijks maar liefst ongeveer 4530 kilo zand van dieper water naar ondiep water brengen. Hieruit blijkt, dat vissen over een zeer lange tijd in staat zijn om grote hoeveelheden zand te verplaatsen. Vissen zijn niet alleen in staat om actief deel te nemen aan de bio-erosie, maar kunnen ook een niet onbelangrijke rol spelen bij de bioturbatie, het omwoelen van de bodem nabij het rif.

OOK IN DE NOORDZEE

Het scheipgruis dat in dikke lagen langs de vloedlijn van ons noordzeestrand ligt, heeft vaak een lange geschiedenis achter de rug. Het gruis

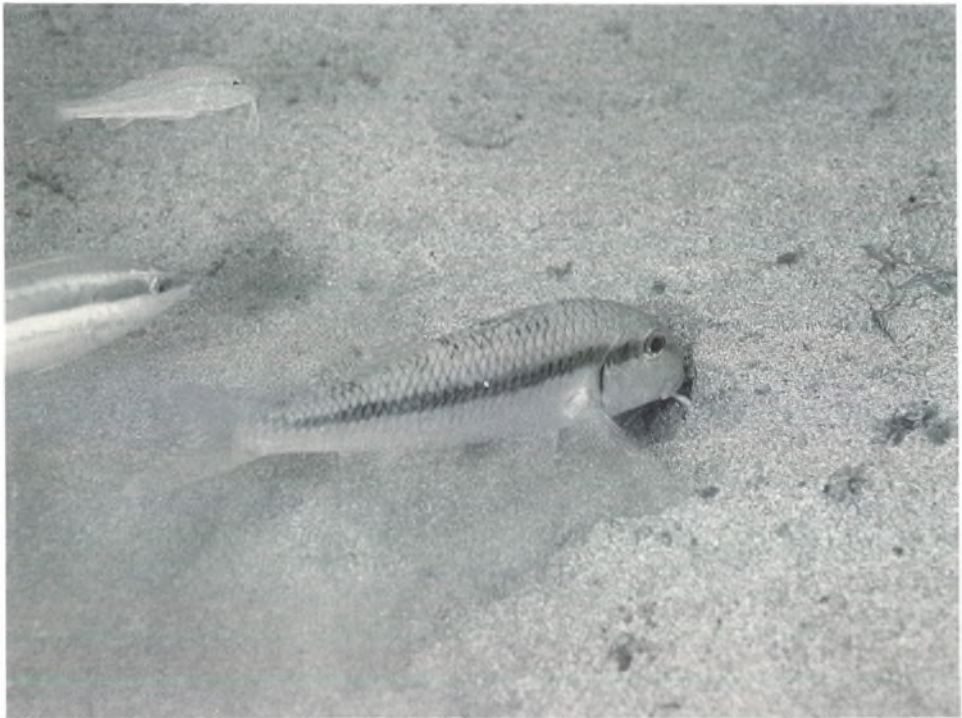
heeft ooit tot hele schelpen behoord, die later vermalen zijn. Dit kan op drie manieren zijn gebeurd:

1. door krachten die op de schelp worden uitgeoefend door de zeestromingen, de branding en verplaatsend zand.
2. door mechanische krachten die op de schelp inwerken nadat deze door de werking van micro-organismen is aangetast.
3. door vissen en stekelhuidige dieren die zich met schelpdieren voeden en deze geheel of gedeeltelijk vermalen.

Het schelpgruis in de zuidelijke Noordzee is voornamelijk afkomstig van de witte dunschaal, de prismatische dunschaal, de rechtsgestreepte platschelp, de tere platschelp, de zwaardsche-

de en het nonnetje.

De Nederlandse onderzoekers EISMA en HOOFT hebben in 1969 een onderzoek gedaan naar de oorzaken van het ontstaan van schelpgruis. Zij bouwden voort op het onderzoek van de Noor NORDGAARD (1914) dat hij tussen 1910 en 1914 in de Trondheimfjord deed aan het gedrag van de schol. Het was hem opgevallen, dat op zandige delen van de fjord schollen veel schelpgruis in hun darmen hadden. Hij trof onder meer gruis aan van de kokkel, de parelmoerneut en het korfje. Aangezien de schol een worm en schelpdiereter bij uitstek is, kwam de gedachte bij hem op dat veel schelpgruis afkomstig moest zijn van de schollen.



Afb. 5 Dezelfde vissen als afgebeeld op afbeelding 2. De zeebarbelen, maar ook de lipvissen behoren tot de vissen die actief zijn bij het verplaatsen en aanmaken van zand.

EISMA en HOOFT werkten deze gedachte volledig uit en stelden met laboratoriumproeven vast dat hele schelpen tot schelpgruis vermalen konden worden door er krachten op uit te oefenen die overeen kwamen met die in de maag van de schol. De onderzoekers gingen uit van een zeegebied dat zich langs onze kust uitstrekt van Terschelling in het noorden tot Hoek van Holland in het zuiden.

Een oppervlak van 14.580 miljoen vierkante meter. Zij konden op grond van bodemonsters en andere geologische informatie vaststellen dat in het gebied ongeveer 1560 miljard kilo schelpgruis aanwezig is. Gebaseerd op een schatting van het aantal schollen dat er geleefd heeft en nu leeft en een productie aan schelpgruis per schol per dag van 0.067 gram, kon worden berekend dat alleen al door de schollen 375 miljard kilo schelpgruis is gemaakt sinds het ontstaan van de Noordzee ongeveer 8300 jaar geleden.

Een andere berekening, die uitgaat van het aantal schelpdieren dat nu aanwezig is in het genoemde zeegebied, een schatting van het aantal schollen dat er nu leeft en de aannamen dat alle schelpen gegeten zullen worden, levert gerekend over 8300 jaar een schelpgruisproduktie op van 620 miljard kilo.

Uit de berekeningen volgt dat het schelpgruis voor een groot deel inderdaad ontstaan is door vermaling door schollen.

- AHLHEIT, J., 1983. Sediment transport by fishes in Harrington Sound, Bermuda. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 17: 547-554.
- BARDACH, J.E., 1961. Transport of calcareous fragments by reef fishes. *Science* 133: 98-99.
- CLIFTON, H.E., 1973. Role of reef fauna in sediment transport and distribution. *Helgoländer wissenschaftliche Meeresuntersuchungen* 24: 91-101.
- CLOUD, P.E., 1959. *Geology of Saipan, Mariana Islands. Part 4. Submarine topography and shoalwater ecology.* Prof. Pap. U.S. Geol. Surv. 280-K, 361-445.
- EISMA, D. & HOOFT, J.J., 1969. The formation of shell fragments in the southern North Sea. *Neth. Inst. Sea Res. Publ. Reps.* 1969-3, 18 pp.
- GYGI, R.A., 1975. *Sparisoria viride* (Bouanaterre), the stoplight parrotfish, a major sediment producer on coralreefs of Bermuda. *Ecologiae geologicae* 68: 327-359.
- HARTMAN, W.D., 1958. Natural history of the marine sponges of Southern New England. *Bull. Peabody Mus. Nat. Hist.* 12:1-155.
- HUNT, A., 1969. A preliminary investigation of the habits and habitat of the rockboring urchin *Echinometra lucunter* near Devonshire Bay, Bermuda. *Spec. Publ. Bermuda biol. Stn Res.* 2:35-40.
- JAMES, N.P., 1970. Role of boring organism in the coral reefs of the Bermuda Platform. *Spec. Publ. Bermuda biol. Stn Res.* 6:19-28.
- NORDGAARD, O., 1914. Beretning om forøk med utlaeking av guldflyndre (*Pleuronectes platessa* L.) ved Trondhjems Biologiske Station 1 aaren 1910-1914. *Med. Trondhjems Biol. Stn* 6: 1-104. *Det Kgl. Norske Videnskabs Selskabs Skrifter* 1913 nr.6.

SUMMERY

The amount of sand produced and transported by fishes and other organism living at the seabed appears to be considerable and is underestimated by the geologists. This article discusses the bio-erosion of coralreefs and the production and transport of sand from the reef towards the deeper parts of the sea around the reefs. But also in seas nearby we encounter similar phenomena. A high percentage of the shellfragments in the Holocene sand deposits in the North Sea is produced by flatfish as faeces by consuming shellfish.

*) R.I.V.O.
Postbus 68
1970 AB IJMUIDEN