

DE ECOLOGIE VAN DE O-GROEP SCHOL (PLEURONECTES PLATESSA L.)
OP HET BALGZAND
DEEL I: AANTALSVEROEP, VERSPREIDING EN GETIJDENMIGRATIE

MAGDA J.N. BERGMAN
PETRA J. SPLIETHOFF
HENK W. VAN DER VEER

Verslagen
Rijks Instituut voor
Onderzoek der Zee, Texel

1980-9

All rights reserved

Internal reports are not to be reprinted or cited, it is only allowed by consent of the Netherlands Institute For Sea Research.

DE ECOLOGIE VAN DE O-GROEP SCHOL (PLEURONECTES PLATESSA L.)
OP HET BALGZAND*

DEEL I: AANTALSVERLOOP, VERSPREIDING EN GETIJDENMIGRATIE

door

Magda J.N. Bergman

Petra J. Spliethoff

Henk W. van der Veer

INHOUD

I.	Summary	2
II.	Samenvatting	2
III.	Inleiding	3
IV.	Materiaal en methoden	5
V.	Resultaten	8
	V.1 Aantalsverloop en verspreiding	8
	V.2 Getijdenmigratie	11
	V.3 Richting van de getijdenbeweging op de plaat.	30
VI.	Discussie	32
	VI.1 Aantalsverloop en verspreiding	32
	VI.2 Getijdenmigratie	35
	VI.3 Richting van de getijdenbeweging op de plaat	37
VII.	Litteratuur	39

* Verslag over de werkzaamheden verricht als doctoraal studie in de biologie in het tijdvak februari 1976 tot september 1977 aan het Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee te Texel onder begeleiding van Dr. B.R. Kuipers (NIOZ) en Prof. Dr. L.M. Schoonhoven (LH).

I. SUMMARY

This paper describes the results of a field investigation of the density, dispersion and tidal migration of 0-group plaice (*Pleuronectes platessa*) on the Balgzand, a tidal area in the western Waddenzee. Settlement of the plaice, which enter the area by the tidal inlets in spring, occurs on the tidal flats. During their first month following settlement the animals do not migrate from the area of settlement. After settlement has been completed there follows a marked reduction in the density of the animals. About this time, the first-settled specimens commence a tidal migration involving a movement during ebb tide periods to the small channels which connect the tidal flats with the Amsteldiep.

Possibly, the decrease in numbers is associated with predation occurring at low tide in these small channels.

Each individual plaice spends a particular length of time in the intertidal area before beginning to migrate. Once each specimen has developed migratory behaviour, the population as a whole migrates onto the flats and back into the surrounding channels.

Neither the dispersion pattern, nor its tidal rhythmicity varies for the rest of the season.

II. SAMENVATTING

Dit onderzoek geeft de resultaten van een veldonderzoek naar het aantalsverloop, de verspreiding en de getijdenmigratie van 0-groep schollen op het Balgzand, een getijdengebied in de westelijke Waddenzee. Settlement van de schollen, die in het voorjaar door de zeegaten binnentrekken, vindt

plaats op de met LW net niet droogvallende platen. De eerste maand vertonen deze schollen geen getijdenmigratie; zowel met HW als met LW bevinden zij zich op de net niet droogvallende platen. Aan het einde van het settlement blijkt er een sterke aantalsafname op te treden. Deze valt samen met het op gang komen van de getijdenmigratie met LW naar de prielen, zodat verondersteld wordt, dat deze aantalsafname het gevolg is van predatie met LW in de prielen. De getijdenmigratie komt pas op gang nadat een schol een bepaalde tijdsduur in het getijdengebied heeft doorgebracht. Nadat alle individuen dit migratiegedrag ontwikkeld hebben, migreert de populatie als één geheel de platen op en af. Noch het verspreidingspatroon van de schollen met HW, noch het getijritme blijkt zich verder in de loop van het seizoen nog te wijzigen.

III. INLEIDING

Reeds lang is bekend, dat de Noordzee schol-populatie een van de meest stabiele vispopulaties is, met een zeer kleine aantalsfluctuatie vergeleken met andere vissoorten. Beverton (1962) schrijft deze stabiliteit toe aan een dichtheidsafhankelijke mortaliteit gedurende de ei- en larvale stadia en het eerste levensjaar van de schol (O-groep). Deze eerste levensjaren worden in speciale opgroeigebieden doorgebracht, waarvan de Waddenzee één van de belangrijkste is (Zijlstra, 1972; Becker & Postuma, 1974).

De laatste jaren zijn een aantal ecologische aspecten van de jonge schol in de Waddenzee onderzocht, waarbij het Balgzand (een getijdengebied van 50 km^2 in de westelijke Waddenzee) als onderzoeksterrein is gebruikt. Naast de intrek van larven en pas gemetamorfotiseerde scholletjes door de zeegaten in februari, maart, april en mei (Creutzberg,

Eltink & van Noort, 1977) is op het Balgzand de dichtheid, de voedselopname en de groei van de O-, I- en II-groep schollen bepaald (Kuipers, 1973, 1975b, 1977; de Vlas, 1979). Uit de verspreidingspatronen van de I- en II-groep schollen is gebleken, dat deze zich vooral op de voedselrijke platen bevinden, waar zij met ieder getij op en af migreren op zoek naar voedsel (de getijdenmigratie, Kuipers, 1973). Deze getijdenmigratie blijkt gepaard te gaan met een interne ritmiek (Gibson, 1973, 1975). Gedurende een aantal jaren is ook het aantalsverloop van de zich op het Balgzand settelende O-groep schollen gevolgd (Kuipers, 1977; Dapper, 1978). Zowel hieruit, als uit een studie van de visserijgegevens van de Duitse Waddenzee en de Noordzee (Rauck & Zijlstra, 1978) blijkt, dat er onder de gesettelde O-groep schollen in de eerste maanden een aanzienlijke sterfte optreedt, welke in overeenstemming is met de zienswijze van Beverton (1962). Ook in de Britse wateren wordt in de eerste maanden na het settlement een sterke aantalsafname waargenomen (Riley & Corlett, 1965; Edwards & Steele, 1968; Lockwood, 1972).

Deze sterke aantalsafname onder de O-groep schollen en de ontwikkeling van de getijdenmigratie zijn aanleiding geweest voor dit onderzoek naar de ecologie van de O-groep schol op het Balgzand. In dit eerste gedeelte staan de resultaten van het aantalsverloop, de verspreiding en de getijdenmigratie gegeven. De oorzaken van de jaarlijkse sterke aantalsafname worden in het tweede gedeelte behandeld.

Dankwoord

Velen hebben aan dit onderzoek bijgedragen, in het bijzonder willen wij noemen F. Creutzberg, Rob Dapper, Bouwe

Kuipers, Govert van Noort, Chris Snijders, Hans Witte en prof. L.M. Schoonhoven, die vanuit Wageningen ons werk met grote belangstelling gevolgd heeft. Het typewerk is op uitstekende wijze door Lidy Everhardus verzorgd.

IV. MATERIAAL EN METHODEN

Een gebied op het Balgzand met een oppervlakte van ongeveer 1 km^2 is gedurende de maanden april t/m augustus 1976 en april/mei 1977 bemonsterd (Fig. 1). Dit proefgebied bevat naast een gedeelte van het Amsteldiep, een geheel droogvallend platengebied, 2 prielen en een nooit geheel droogvallend komvormig gebied, het zogenaamde 'binnenmeer' (Fig. 2).

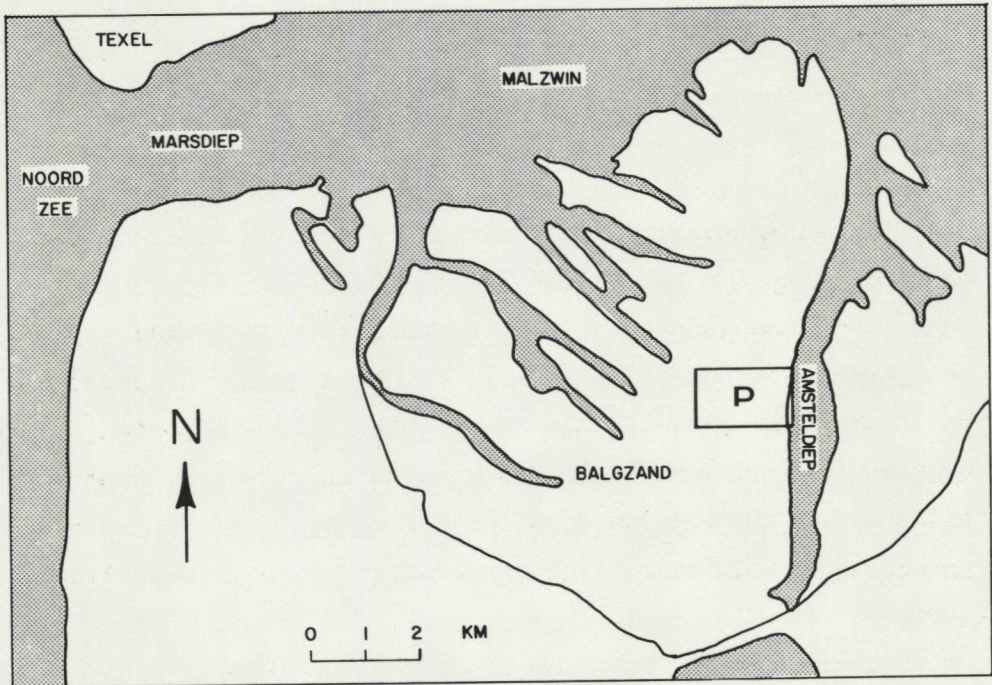


Fig. 1. Ligging van het proefgebied (P) op het Balgzand.

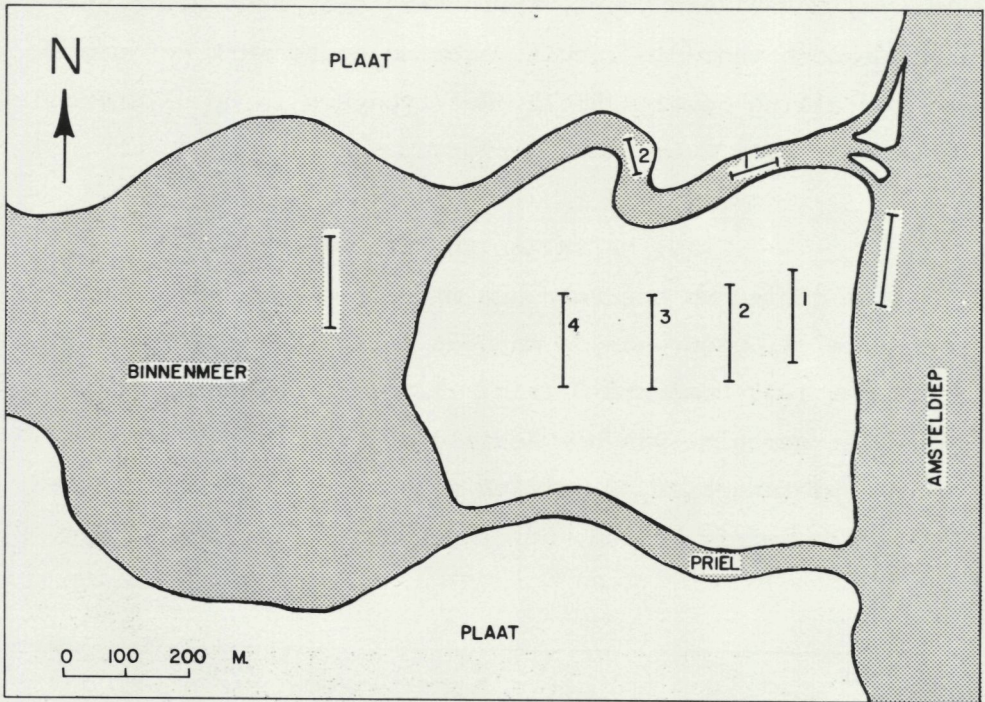


Fig. 2. Het proefgebied met LW, met de ligging van de standaardraaien.

Het aantalsverloop van de O-groep schollen in dit proefgebied is bepaald uit de HW-vangstgegevens van het NIOZ-Balgzand programma (Dapper, 1978). Daarnaast is in dezelfde periode het aantalsverloop tijdens LW in het binnenmeer, de priel en het Amsteldiep bepaald. Als HW-vangsten gelden vangsten, welke gedurende $1\frac{1}{2}$ uur voor tot $1\frac{1}{2}$ uur na HW zijn gedaan, aangezien tijdens deze periode de schollen random over het gebied verspreid zijn (Kuipers, 1973). LW-vangsten zijn in eenzelfde periode rond LW gedaan.

Vanaf eind mei 1976 tot eind augustus 1976 zijn de migratiebewegingen van de schollen door het getij heen nagegaan door het regelmatig bevissen van standaardraaien, die op het wad

zijn aangegeven met stokken (Fig. 2).

Tot 50 cm waterdiepte is steeds lopend gevist, afwisselend met een 70 cm breed duwnet en met een 1 meter boomkor (Fig. 3), terwijl er bij waterdiepten van meer dan 50 cm gevist is met een 1 meter boomkor achter een rubberboot. Zowel het duwnet als de 1 meter boomkor zijn voorzien van één wekkerketting. Maaswijdteselectie is uitgesloten, doordat in het begin gevist is met een maaswijdte van 2 x 2 mm (duwnet), terwijl later een 5 x 5 mm net gebruikt is (duwnet en 1 meter boomkor) (zie verder Kuipers, 1975a). De HW-vangsten van het NIOZ-Balgzand programma, waarbij gevist wordt met een 2 meter boomkor zijn gecorrigeerd voor maaswijdteselectie (Dapper, 1978).

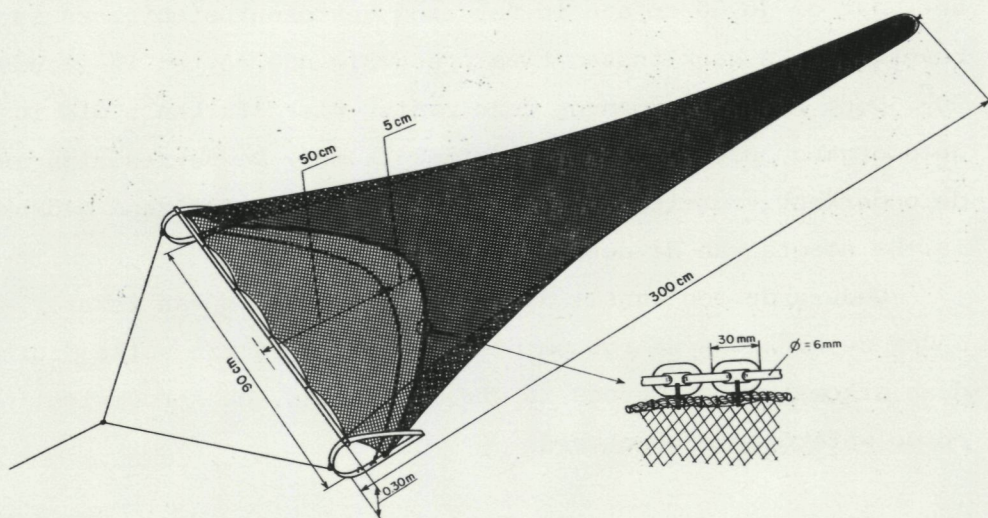


Fig. 3. Gebruikte 1-meter boomkor.

Alle vangsten zijn bij daglicht gedaan, terwijl steeds tijd en waterdiepte genoteerd zijn. Als conserveringsmiddel is afwisselend 70% alcohol en 4% formaline gebruikt. Daar de schollen steeds binnen enkele dagen gemeten zijn tot de

millimeter eronder, behoefde er niet voor krimp gecorrigeerd te worden (Lockwood, 1973).

De richting waarin de O-groep schollen zich met de getijden de platen op en af begeven, is nagegaan met behulp van een opstelling, die gebouwd is op de met LW droogvallende plaat (Fig. 22). Op palen is een platform (2 x 2 meter) bevestigd, waarin in het midden een vierkante opening is vrijgelaten. Hierin wordt een kijkdoos, bestaande uit hechthouten wanden van 2 meter hoog en een plexiglas bodem van 30 x 30 cm, zodanig bevestigd, dat de plexiglas onderkant zich op ongeveer 10 cm boven de bodem bevindt. Vanaf iedere hoek van deze kijkdoos is een 15 meter lang net (maaswijdte 5 x 5 mm) uitgezet, dat om de 50 cm aan in het zand gestoken betonijzers is bevestigd. De hoek tussen twee opeenvolgende netten is steeds 90° . Deze netten vormen op deze manier vier "fuiken", die in de doorgang onder de kijkdoos bijeen komen. De netten zijn aan de onderkant voorzien van een ketting, die in het zand gedrukt is. De hoogte van de netten is 50 cm.

Gedurende een aantal dagen in juli 1977 is van iedere onder de kijkdoos waargenomen schol genoteerd uit welke "fuik" deze afkomstig is. Tevens is steeds de tijd, de stroomrichting en de waterdiepte genoteerd.

V. RESULTATEN

1. Aantalsverloop en verspreiding

Fig. 4a geeft het verloop van de aantallen O-groep schol over het hele proefgebied met HW in 1976 en 1977 (Dapper, 1978). In 1976 worden begin april in dit gebied schollarven gevonden. Na de eerste week van mei worden geen zich settelende larvenstadia meer in de vangsten aangetroffen (Tabel 1).

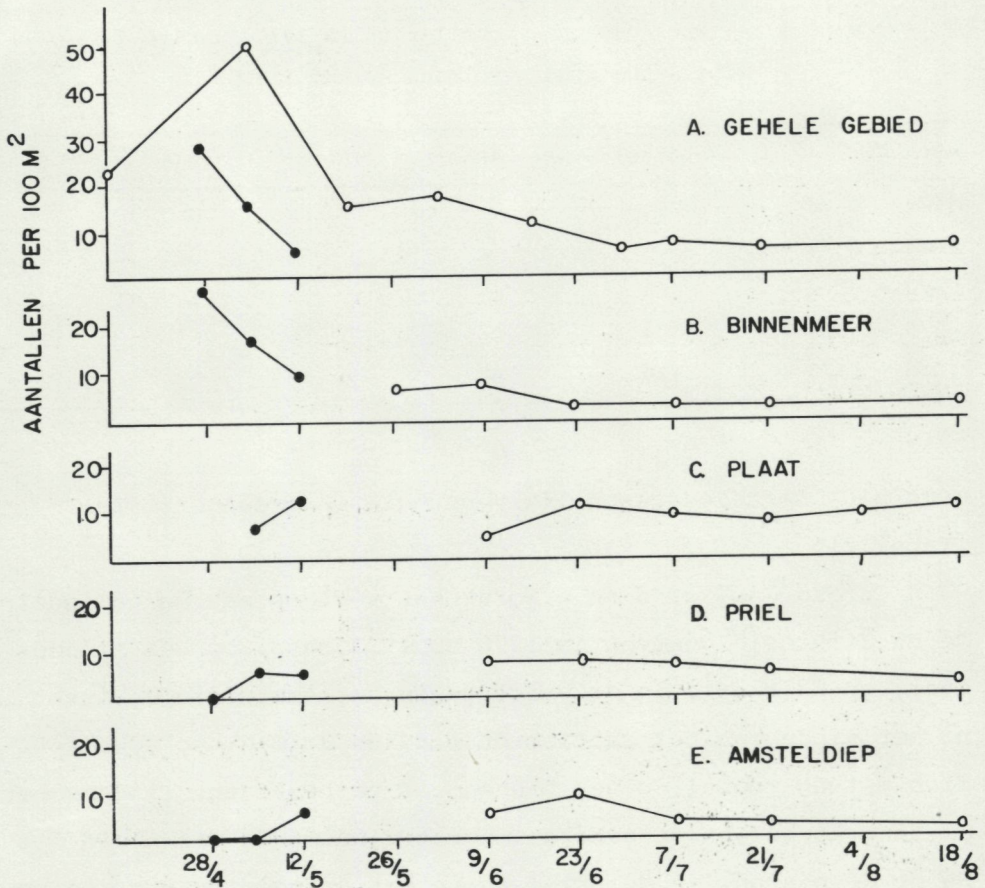


Fig. 4. Aantalsverloop van de 0-groep schollen met HW op verschillende delen van het proefgebied (o = 1976, • = 1977).

In de week van 5 mei wordt de maximale dichtheid bereikt: gemiddeld 52 schollen per 100 m². In de daarop volgende twee weken treedt een sterke aantalsafname op in het proefgebied: van 52 tot 14 per 100 m². Vervolgens neemt de dichtheid nog langzaam af, totdat vanaf begin juli de aantallen vrijwel constant blijven (5 0-groep schollen per 100 m²). In 1977 neemt vanaf eind april tot half mei de dichtheid af van 28 tot 8 schollen per 100 m². Na de eerste week van mei worden

Tabel I.

Totaal aantal per week gevangen schollarven in 1976, verdeeld in verschillende stadia volgens Ryland (1966).

week	totaal	4B	4B'	4B'5	5
12/4 - 16/4	53	3	37	8	5
20/4 - 23/4	--				
26/4 - 30/4	188	6	45	63	74
3/5 - 7/5	204	0	8	25	171
10/5 - 14/5	129	0	0	0	129

geen zich settelende schollarvenstadia meer aangetroffen (Tabel 2).

In Fig. 4b, c, d en e wordt het verloop van de gemiddelde HW-dichtheid gegeven in 1976 en 1977 resp. op het binnenmeer, op de plaat, in de priel en in het Amsteldiep. Direct na het einde van het settlement blijken de O-groep schollen zich met HW vooral op het binnenmeer te bevinden. Tijdens het op gang komen van de getijdenmigratie neemt de dichtheid met HW op de platen, in de priel en in het Amsteldiep toe, en op het binnenmeer af.

Tabel II.

Totaal aantal per week gevangen schollarven in 1977, verdeeld in verschillende stadia volgens Ryland (1966).

week	totaal	4B	4B'	4B'5	5
17/4 - 23/4	509		119		390
25/4 - 30/4	321		1		320
2/5 - 7/5	497		12		485
9/5 - 14/5	560		0		560

Fig. 5a, b en c geeft het verloop van de aantallen O-groep schollen met LW voor het binnenmeer, de priel en het Amsteldiep. In 1976 worden de schollen tot de week van 5 mei alleen aangetroffen in de vangsten op de niet geheel droogvallende gebieden, het binnenmeer, waar gemiddeld 5 cm water blijft staan (Fig. 14). Op drooggevallen platen zijn bij het afspitten van een oppervlakte van 15 m^2 tot een diepte van 10 cm in dezelfde periode geen schollen aangetroffen. Als de HW dichtheid voor het gehele gebied afneemt (Fig. 5) vindt er ook een afname plaats met LW op het binnenmeer. In diezelfde periode worden met LW schollen in de priel en in het Amsteldiep aangetroffen. De dichtheid op het binnenmeer neemt geleidelijk verder af, totdat vanaf eind juni geen schollen meer met LW op het binnenmeer worden aangetroffen. Alle schollen bevinden zich dan met LW in de prielen en het Amsteldiep. Vanaf begin juli begint ook de dichtheid in de priel en in het Amsteldiep af te nemen. In 1977 blijkt eveneens tegelijk met de HW dichtheid (Fig. 5) de LW dichtheid op het binnenmeer af te nemen, terwijl de dichtheid in de priel en het Amsteldiep toeneemt.

2. Getijdenmigratie

Uit Fig. 5 blijkt, dat in 1976 de getijdenmigratie in de week van 5 mei op gang komt. Zeven weken later (in de week van 23 juni) is deze ontwikkeling voltooid, en migreert de hele populatie met ieder getij de platen op en af. In 1977 is de getijdenmigratie in de week van 20 april al begonnen.

Het verloop van de gemiddelde lengte van de populatie met HW en met LW wordt gegeven in Fig. 6 en 7. Wanneer in 1976 de getijdenmigratie begint is de gemiddelde lengte met

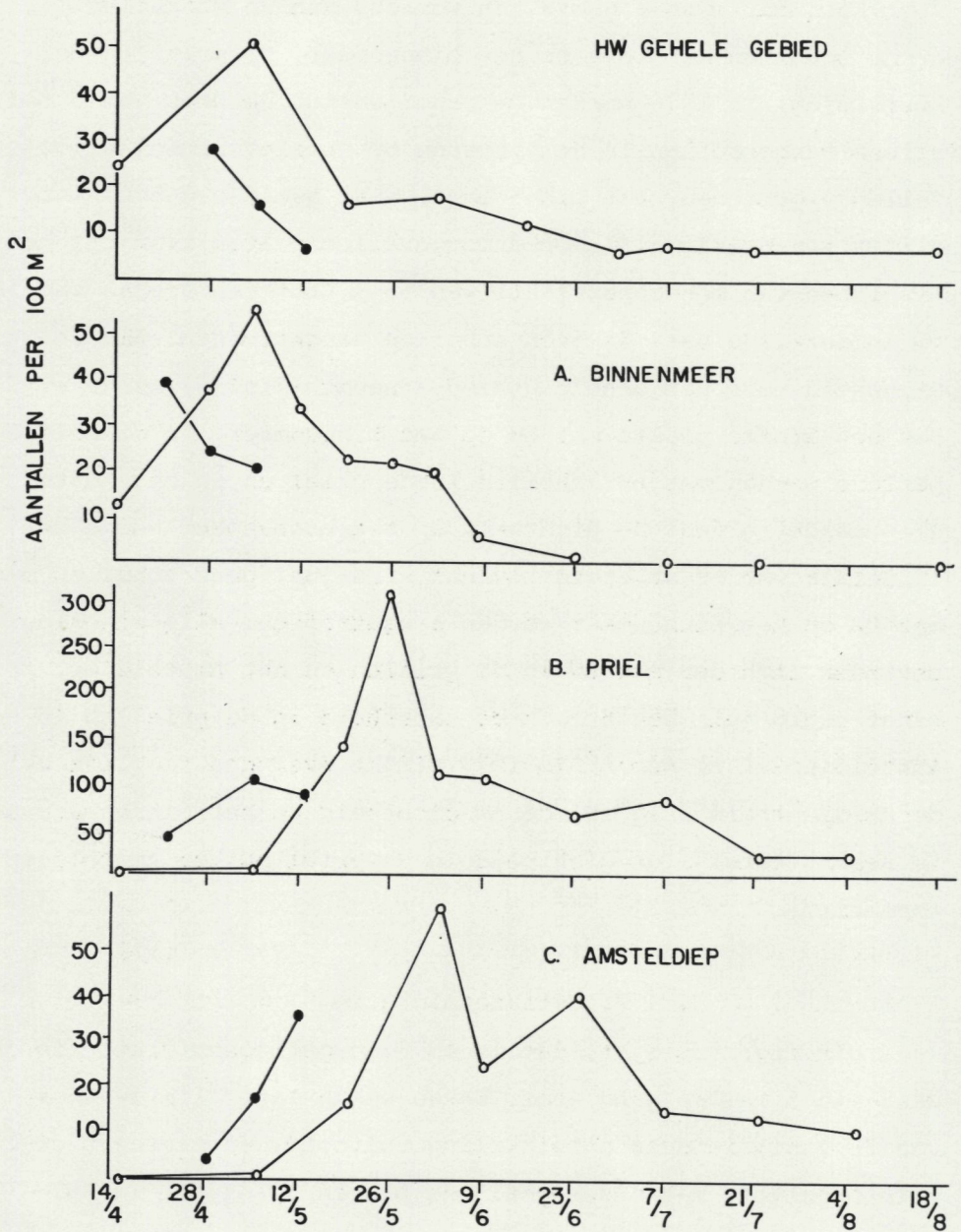


Fig. 5. Aantalsverloop van 0-groep schollen met LW op diverse delen van het proefgebied en met HW in het gehele gebied (o = 1976, ● = 1977).

LW op het binnenmeer 18.9 mm, en in de priel 28.8 mm. De kleinste schollen in de priel hebben een lengte van 20 mm. Pas vanaf de week van 26 mei zijn de gemiddelde lengten met LW in het binnenmeer, de priel en het Amsteldiep gelijk aan de gemiddelde lengten met HW over het gehele gebied. Ook in 1977 gaan bij het begin van de ontwikkeling van de getijdenmigratie de grotere schollen het eerst met LW naar de prielen. In de week van 27 april is de gemiddelde lengte met LW op het binnenmeer 19 mm, in de priel 28 mm en in het Amsteldiep 26 mm. In 1977 hebben de kleinste schollen met LW in de priel een lengte van 15 mm.

Fig. 8 t/m 13 geeft voor een aantal weken in 1976 vanaf 24 mei het aantalsverloop van HW tot HW op het binnenmeer, de plaat, in de priel en in het Amsteldiep. Per week zijn waarnemingen van meerdere dagen samengevoegd. Het verloop van de waterdiepte voor de verschillende raaien toont Fig. 14. Uit deze gegevens is voor iedere week het tijdstip in het getij berekend, waarop met afgaand water voor het laatst, en met opkomend water voor het eerst 0-groep schollen in de vangsten op het binnenmeer en op de verschillende plaatraaien worden aangetroffen (Tabel 3). In de loop van de tijd blijken de schollen steeds korter na HW het binnenmeer te verlaten, om er eveneens steeds korter voor HW pas weer terug te komen. Op de plaatraaien worden de laatste schollen bij afgaand water steeds omstreeks 4 tot 5 uur na HW aangetroffen. Dit tijdstip verschuift niet in de loop der tijd. Ook tussen de plaatraaien onderling blijkt geen verschil te zijn. Bij opkomend water worden de schollen 4 tot 5 uur voor HW weer op de plaatraaien gevangen. Evenals bij afgaand water verandert dit

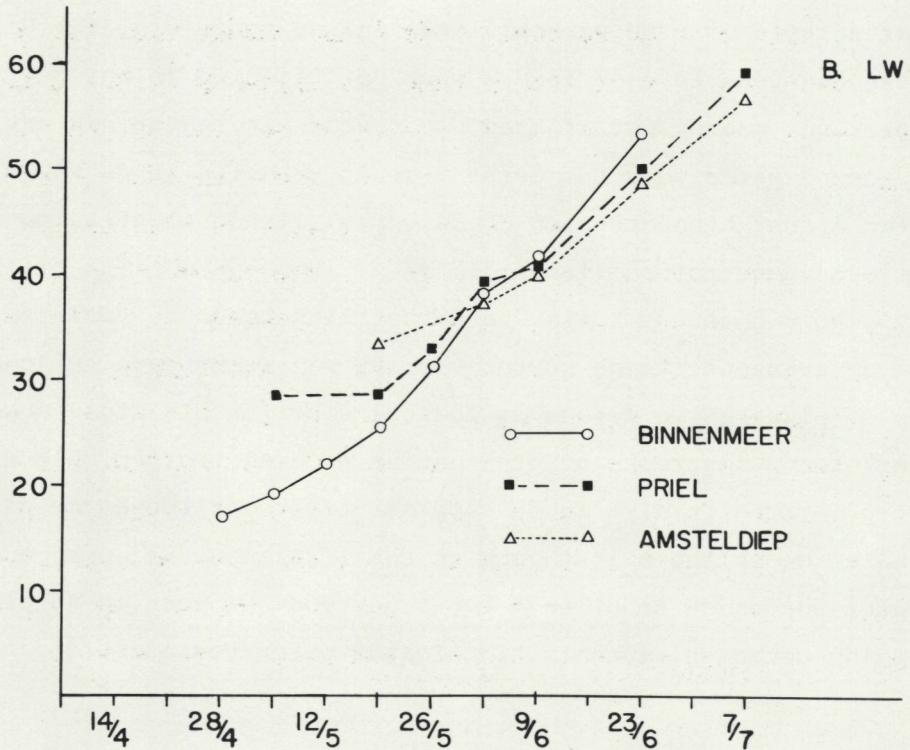
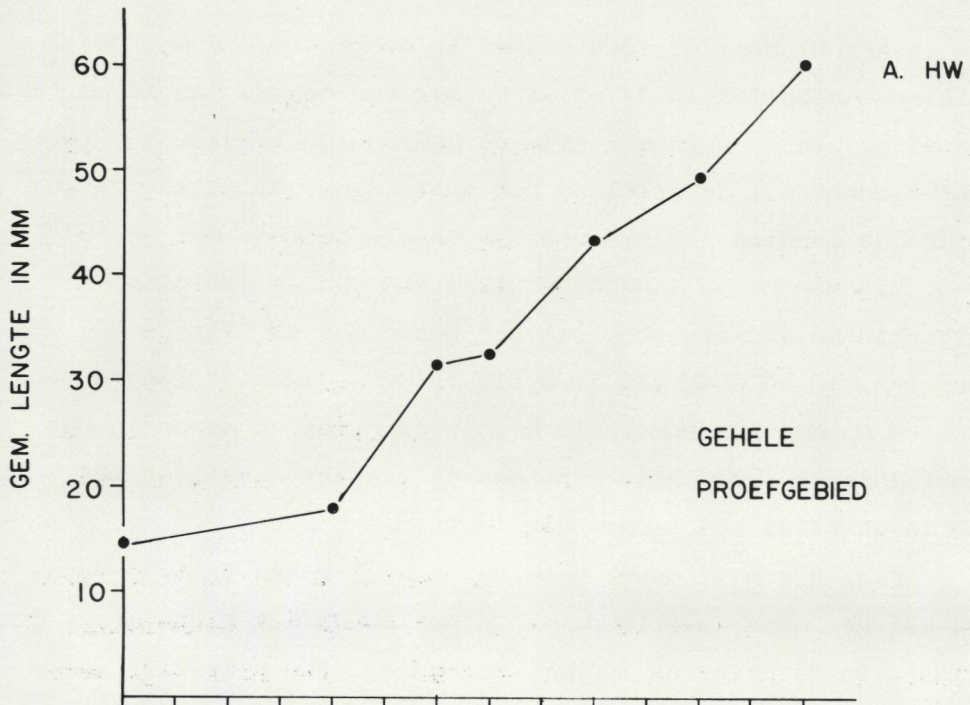


Fig. 6. Gemiddelde lengte van de 0-groep schollen op het proefgebied in 1976.

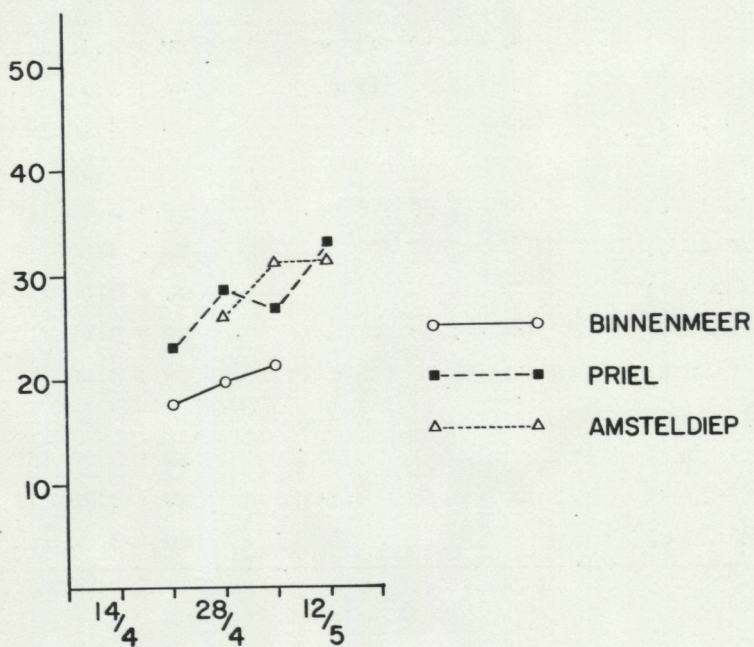
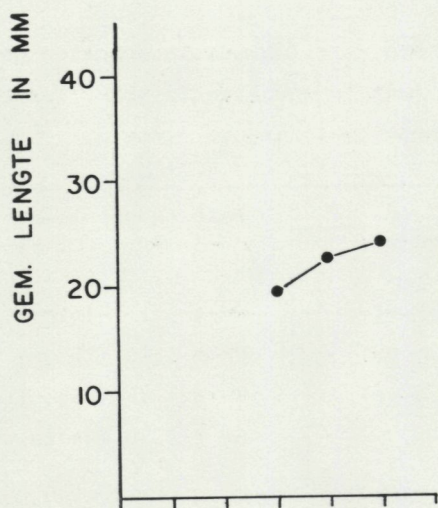


Fig. 7. Gemiddelde lengte van de 0-groep schollen op het proefgebied in 1977.

Tabel III.

Tijdstip in het getij, waarop met opkomend water de eerste schollen gevangen worden, en met afgaand water de laatste schollen in 1976. Tussen haakjes staat de bijbehorende gemeten waterdiepte vermeld.

	eerste schollen	laatste schollen
<u>Binnenmeer</u>		
week 24 (7/6-11/6)	HW - 5.00 (8 cm)	HW + 6.15 (5 cm)
week 26 (21/6-25/6)	HW - 4.00 (35 cm)	HW + 5.00 (15 cm)
week 28 (5/7- 9/7)	HW - 3.45 (55 cm)	HW + 3.45 (55 cm)
week 30 (19/7-23/7)		HW + 2.30 (95 cm)
<u>plaat raai 4</u>		
week 28 (5/7- 9/7)	HW + 4.00 (80 cm)	HW +>3.00 (50 cm)
week 30 (19/7-23/7)	HW - 4.00 (75 cm)	HW +>3.45 (65 cm)
week 34 (16/8-20/8)	HW - 4.00 (35 cm)	HW + 4.00 (20 cm)
<u>plaat raai 3</u>		
week 28 (5/7- 9/7)	HW - 4.30 (22 cm)	HW + 4.30 (15 cm)
week 30 (19/7-23/7)	HW - 5.00 (15 cm)	HW + 5.45 (10 cm)
week 34 (16/8-20/8)	HW - 3.50 (35 cm)	HW + 4.10 (23 cm)
<u>plaat raai 2</u>		
week 24 (7/6-11/6)	HW - 5.00 (8 cm)	HW + 3.30 (40 cm)
week 26 (21/6-25/6)		HW + 4.00 (10 cm)
week 28 (5/7- 9/7)		HW + 4.00 (20 cm)
week 30 (19/7-23/7)	HW - 4.30 (35 cm)	HW + 5.45 (10 cm)
week 34 (16/8-20/8)	HW - 3.30 (35 cm)	HW + 4.00 (20 cm)
<u>plaat raai 1</u>		
week 28 (5/7- 9/7)		HW +>3.00 (65 cm)
week 30 (19/7-23/7)	HW - 4.10 (8 cm)	HW + 4.20 (12 cm)
week 34 (16/8-20/8)		HW +>3.00 (50 cm)

tijdstip niet in de tijd, terwijl de vier plaatraaien geen onderlinge verschillen te zien geven.

In Fig. 15 wordt het verloop van de HW dichtheid op de vier plaatraaien in 1976 afzonderlijk weergegeven. Op raai 3

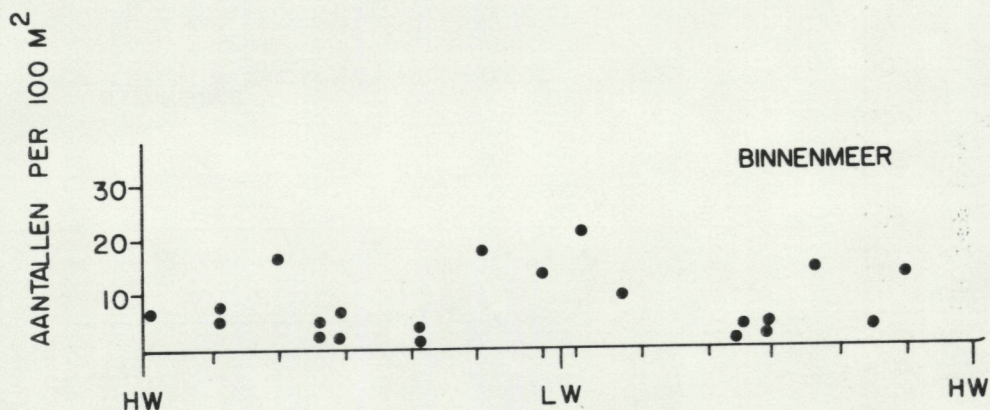


Fig. 8. Dichtheid van 0-groep schol gedurende het getij op het binnenmeer in de week van 24/5-28/5 1976.

en 4 zijn de dichtheden duidelijk groter dan op raai 1 en 2.

In Fig. 16 t/m 21 staat het verloop van de gemiddelde lengte gedurende een getij op de verschillende raaien in 1976. In geen van de onderzochte weken blijkt er een relatie te be-

Tabel IV.

Lineaire correlatie tussen de gemiddelde lengte van de vangsten en de waterdiepten in 1976.

week	aantal waarnemingen	correlatie coëfficiënt
3/5 - 7/5	15	0.83
10/5 - 14/5	12	0.54
17/5 - 21/5	62	0.53
24/5 - 28/5	15	-0.03
31/5 - 4/6	42	0.26
7/6 - 11/6	73	0.05
21/6 - 25/6	77	0.22
5/7 - 9/7	94	-0.01
19/7 - 23/7	93	0.05
16/8 - 20/8	57	0.35

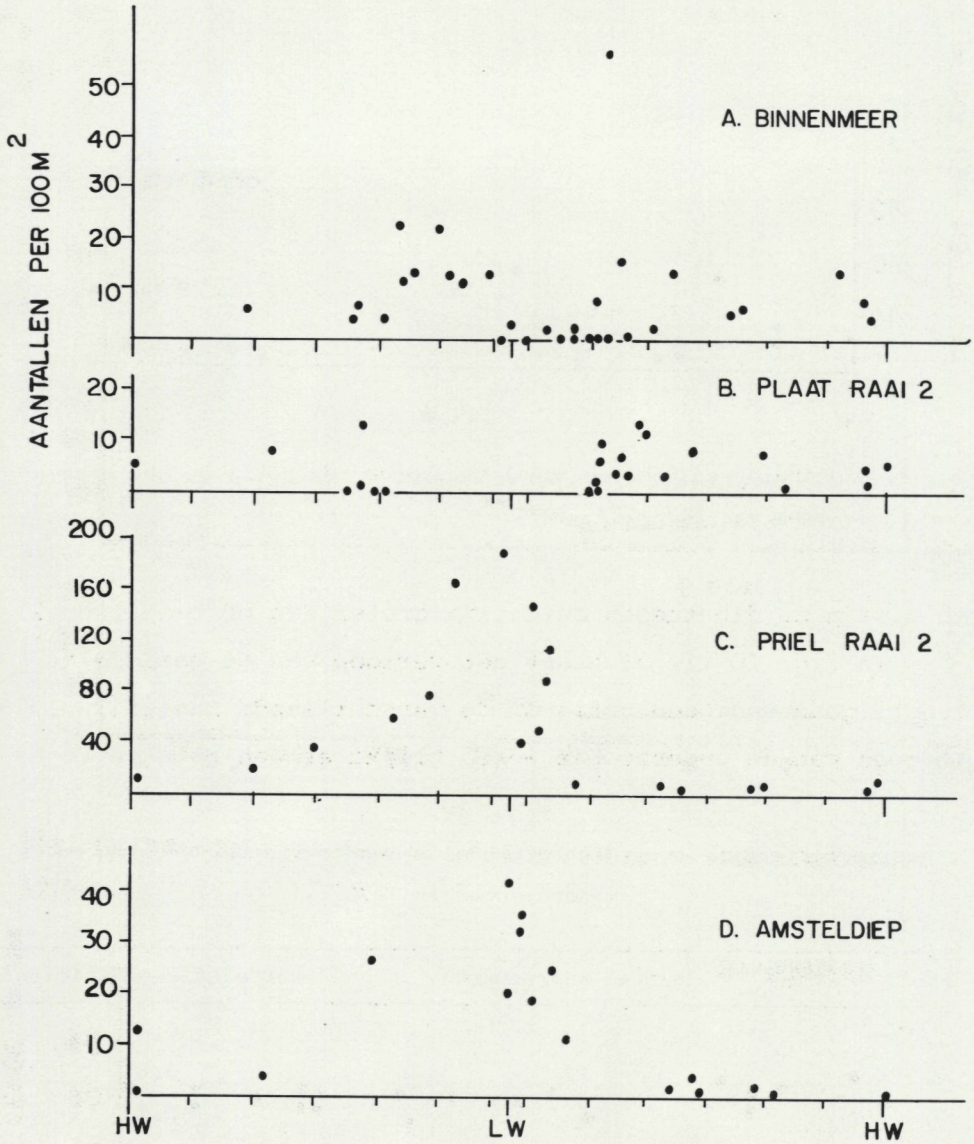


Fig. 9. Dichtheid van 0-groep schol gedurende het getij in de week van 7/6-11/6 1976.

staan tussen de gemiddelde lengte van de 0-groep schollen in een vangst en de waterdiepte. Tabel 4 bevat voor iedere in 1976 bemonsterde week de correlatie tussen de gemiddelde lengte van een vangst en de bijbehorende gemeten waterdiepte.

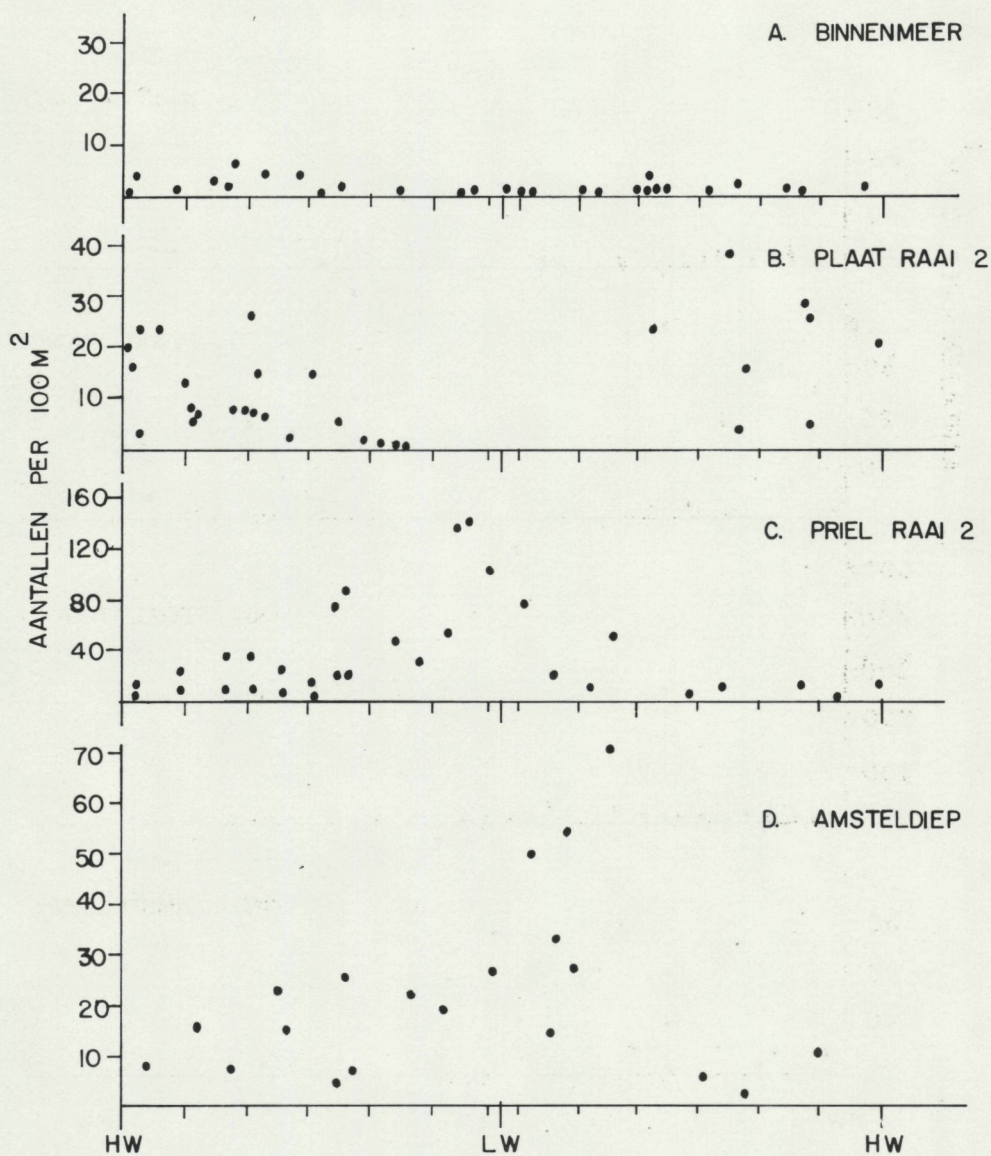


Fig. 10. Dichtheid van 0-groep schol gedurende het getij in de week van 21/6-25/6 1976.

Alleen in de eerste drie weken blijkt deze relatie significant te zijn.

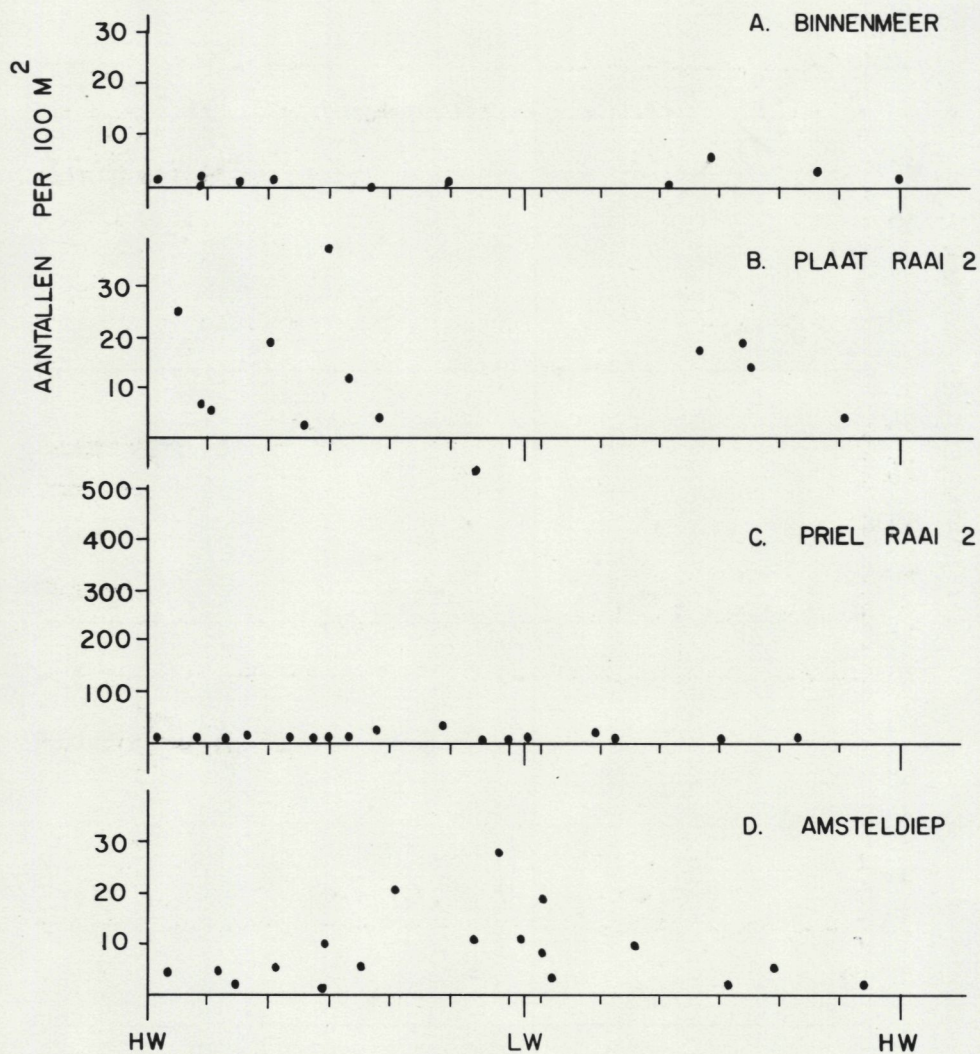


Fig. 11. Dichtheid van 0-groep schol gedurende het getij in de week van 5/7-9/7 1976.

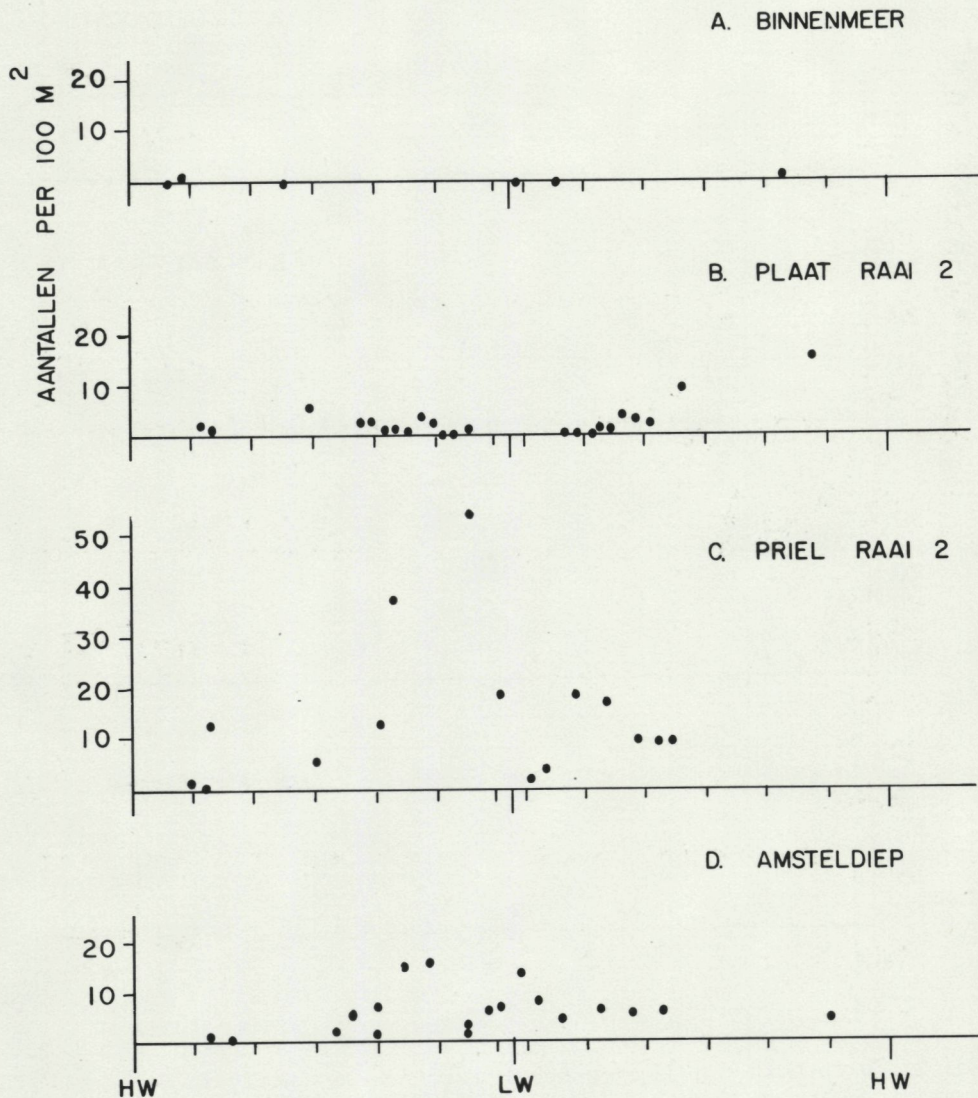


Fig. 12. Dichtheid van 0-groep schol gedurende het getij in de week van 19/7-23/7 1976.

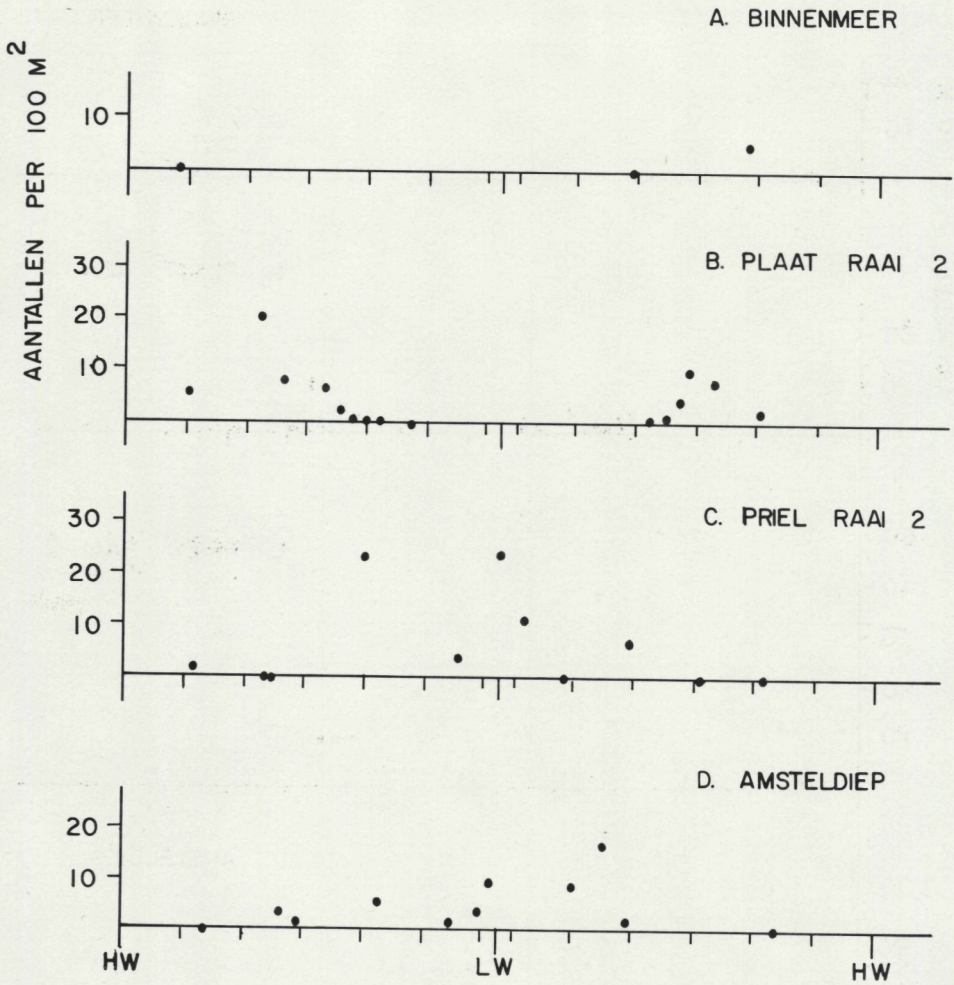


Fig. 13. Dichtheid van 0-groep schol gedurende het getij in de week van 16/8-20/8 1976.

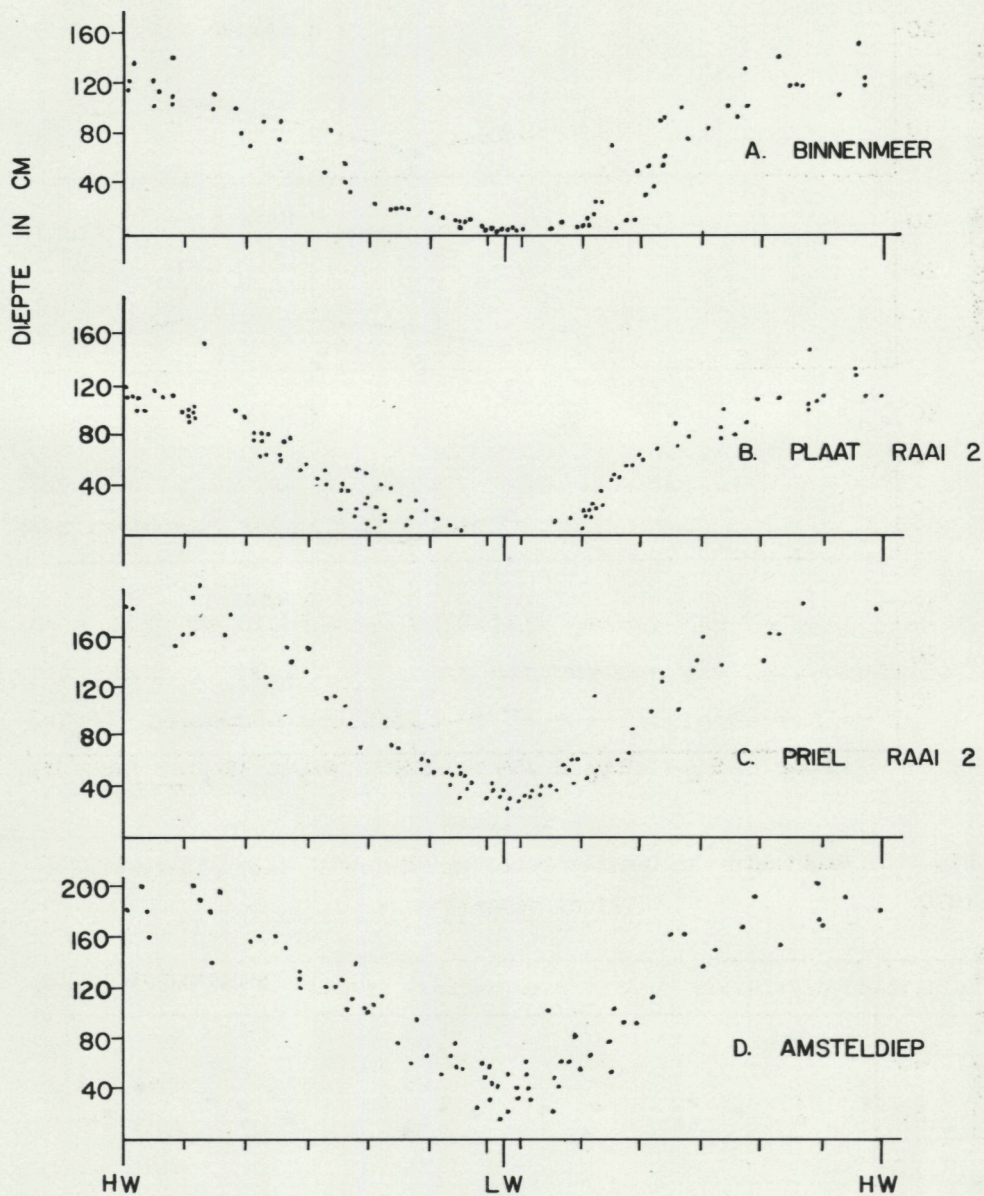


Fig. 14. Verloop van de waterdiepte op het proefgebied gedurende het getij.

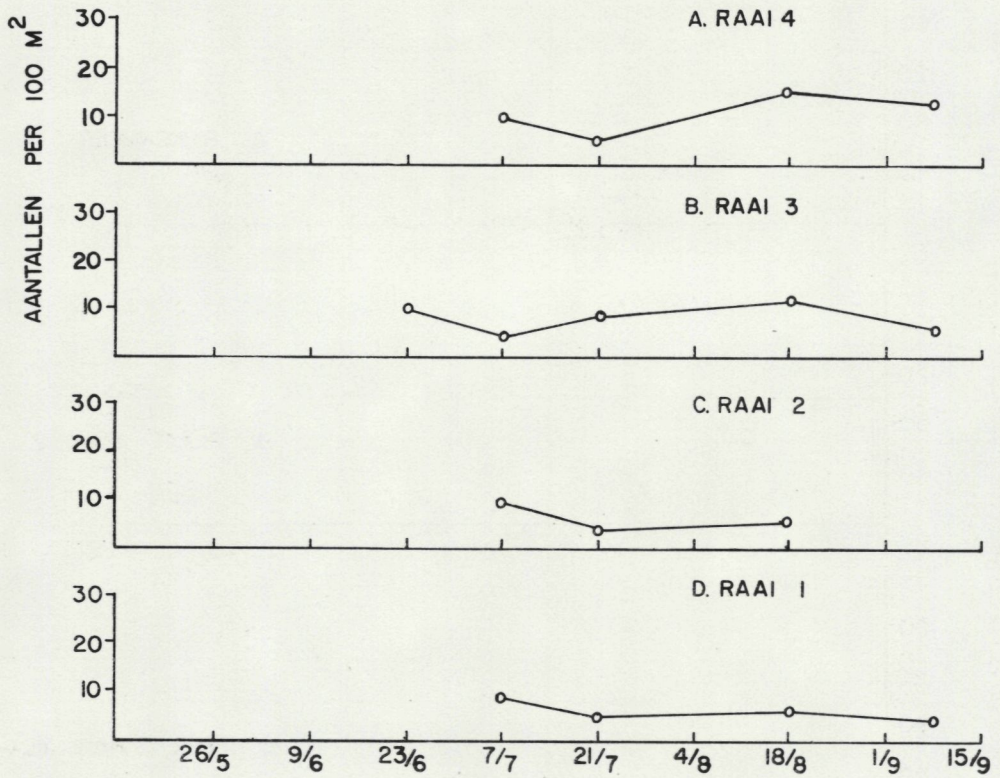


Fig. 15. Dichtheid van 0-groep schol met HW op de vier plaatraaien in 1976.

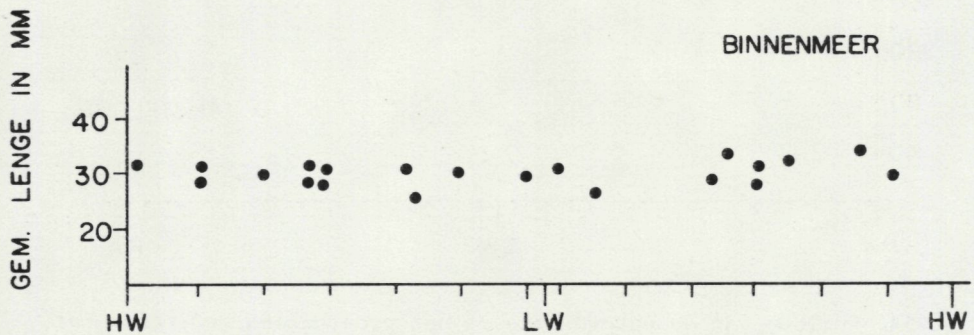


Fig. 16. Gemiddelde lengte van 0-groep schol gedurende het getij in de week van 24/5-28/5 1976.

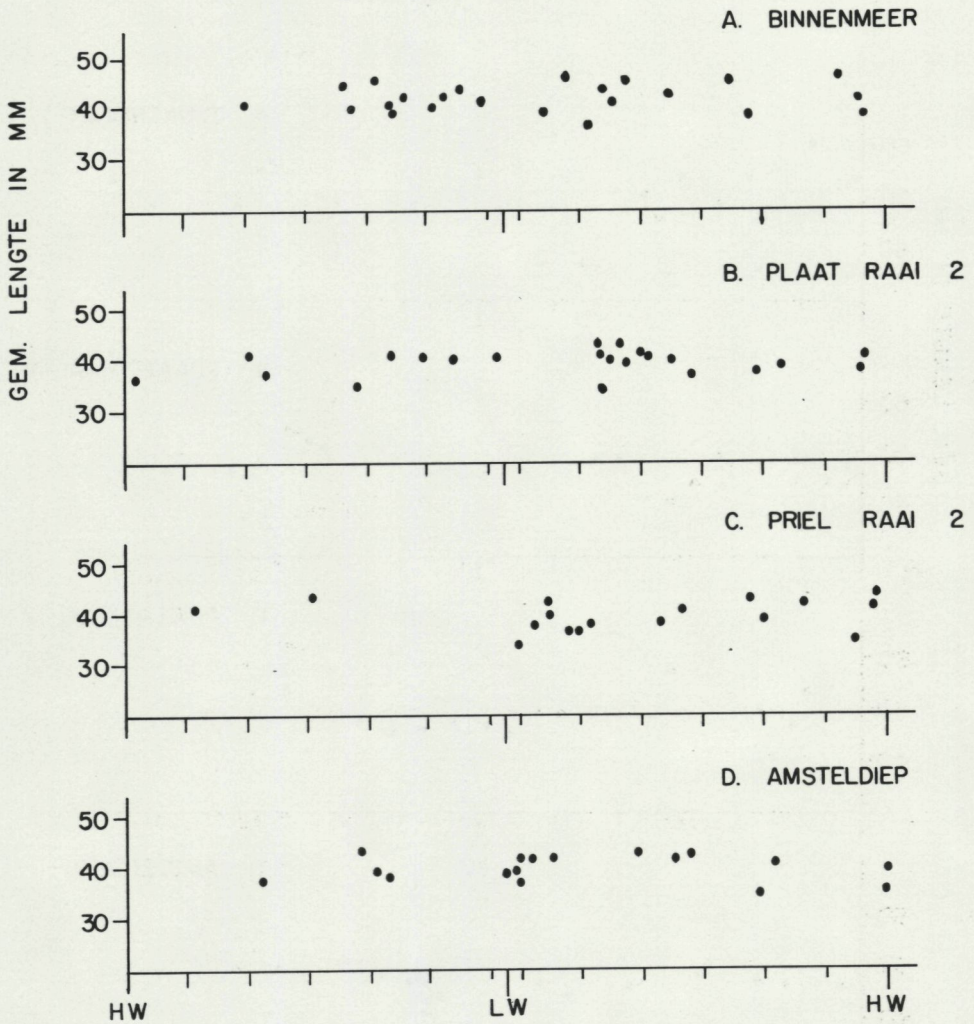


Fig. 17. Gemiddelde lengte van 0-groep schol gedurende het getij in de week van 7/6-11/6 1976.

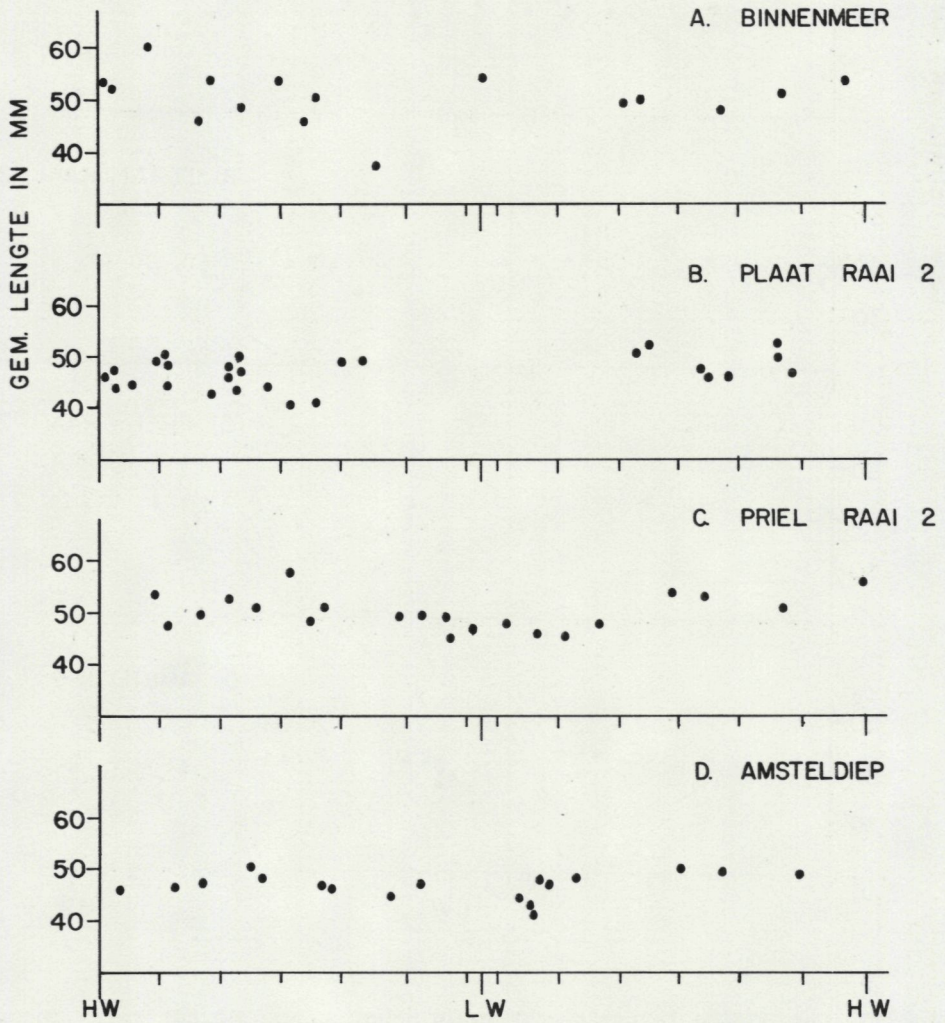


Fig. 18. Gemiddelde lengte van 0-groep schol gedurende het getij in de week van 21/6-25/6 1976.

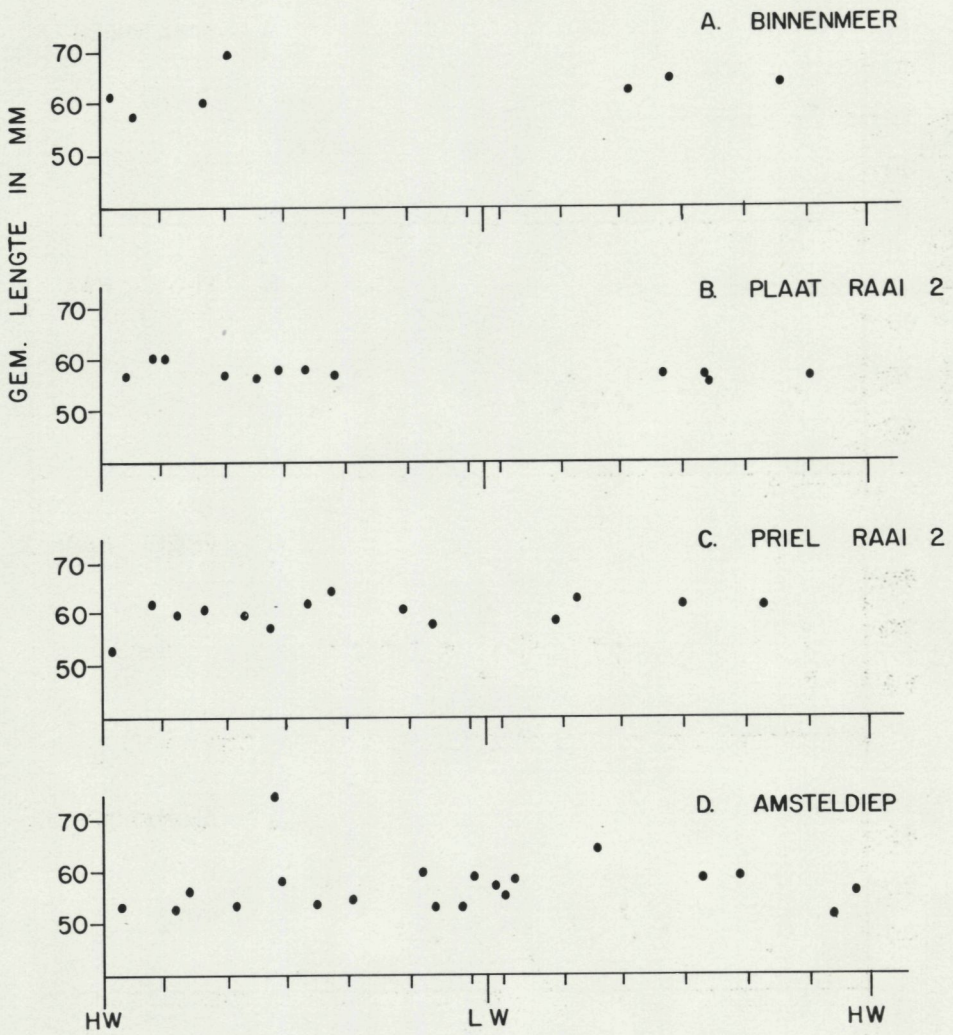


Fig. 19. Gemiddelde lengte van 0-groep schol gedurende het getij in de week van 5/7-9/7 1976.

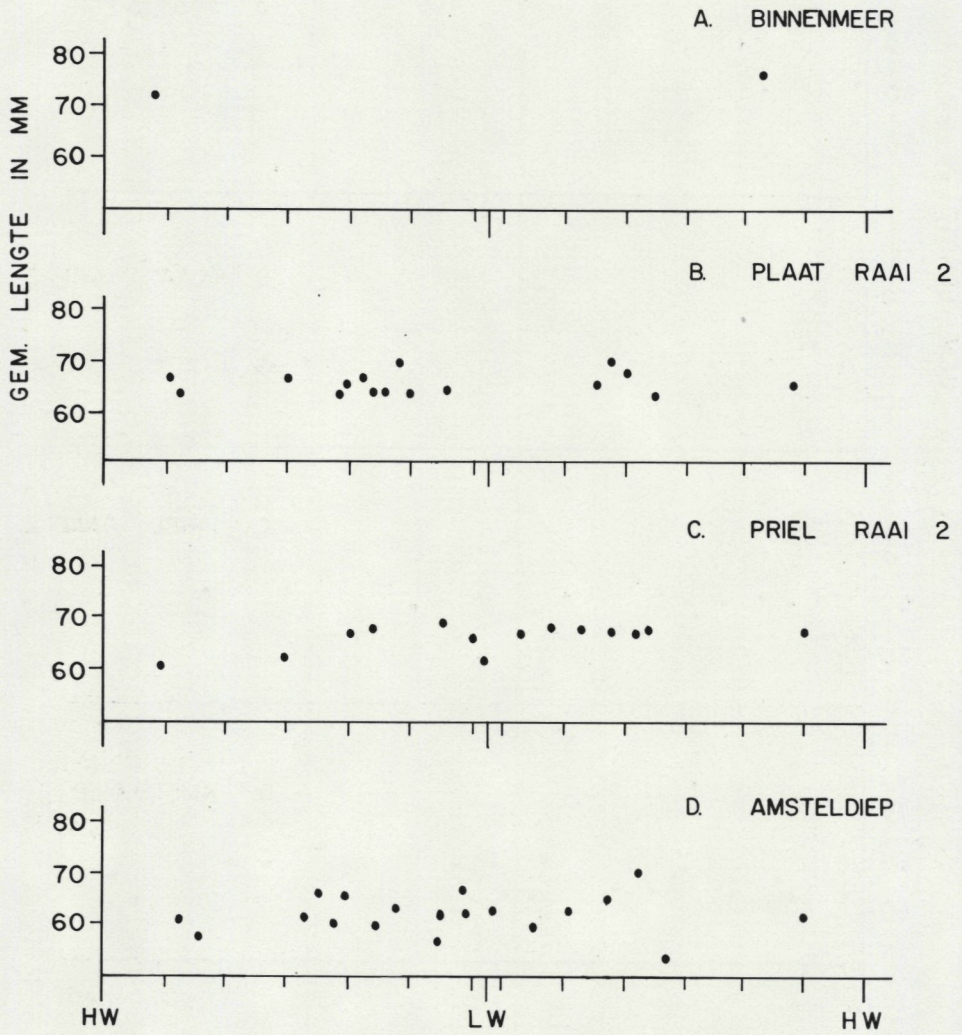


Fig. 20. Gemiddelde lengte van 0-groep schol gedurende het getij in de week van 19/7-23/7 1976.

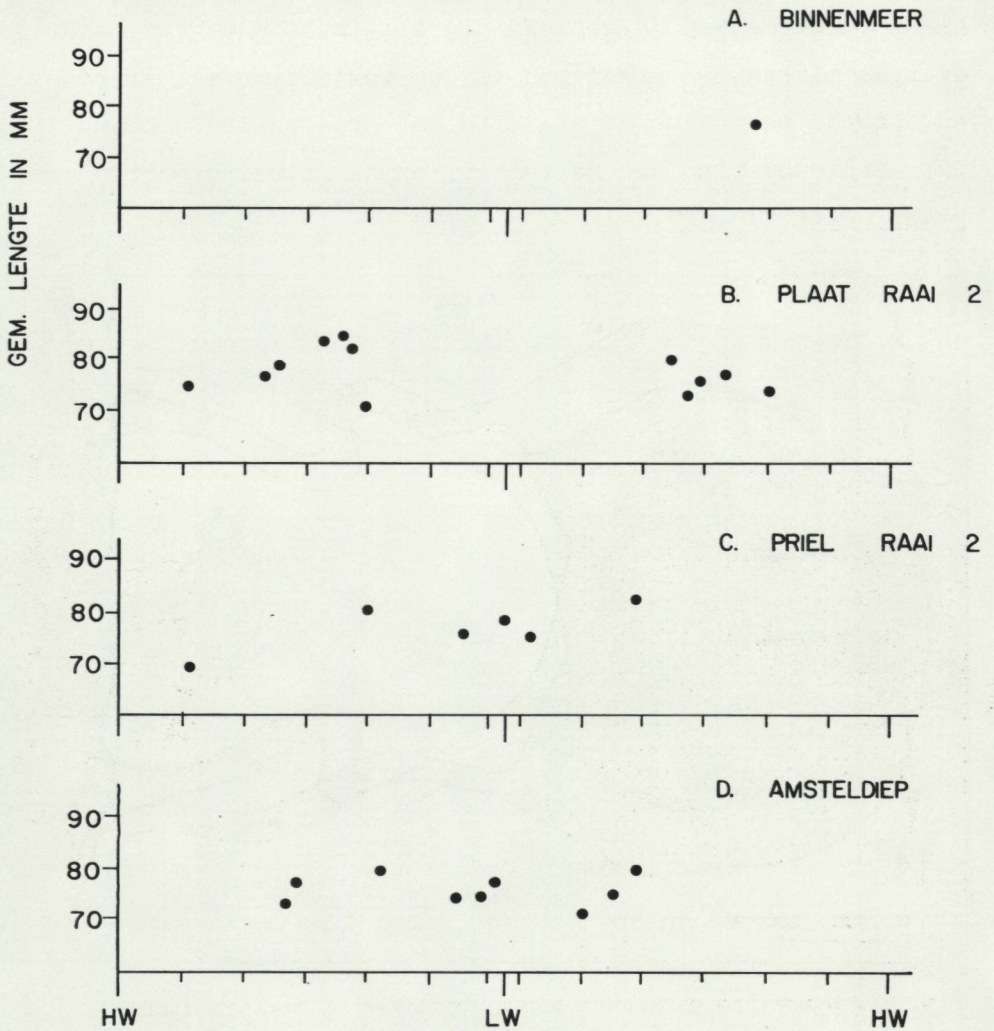


Fig. 21. Gemiddelde lengte van 0-groep schol gedurende het getij in de week van 16/8-20/8 1976.

3. Richting van de getijdenbeweging op de plaat

Teneinde meer inzicht in het kwalitatieve en kwantitatieve karakter van de getijdenmigratie van de O-groep schollen over de platen te verkrijgen is een opstelling met kijkdoos en staande netten op de plaat in het proefgebied gebouwd (Fig. 22). Een nummering van de fuiken, en de richting waarin deze staan geeft Fig. 22.

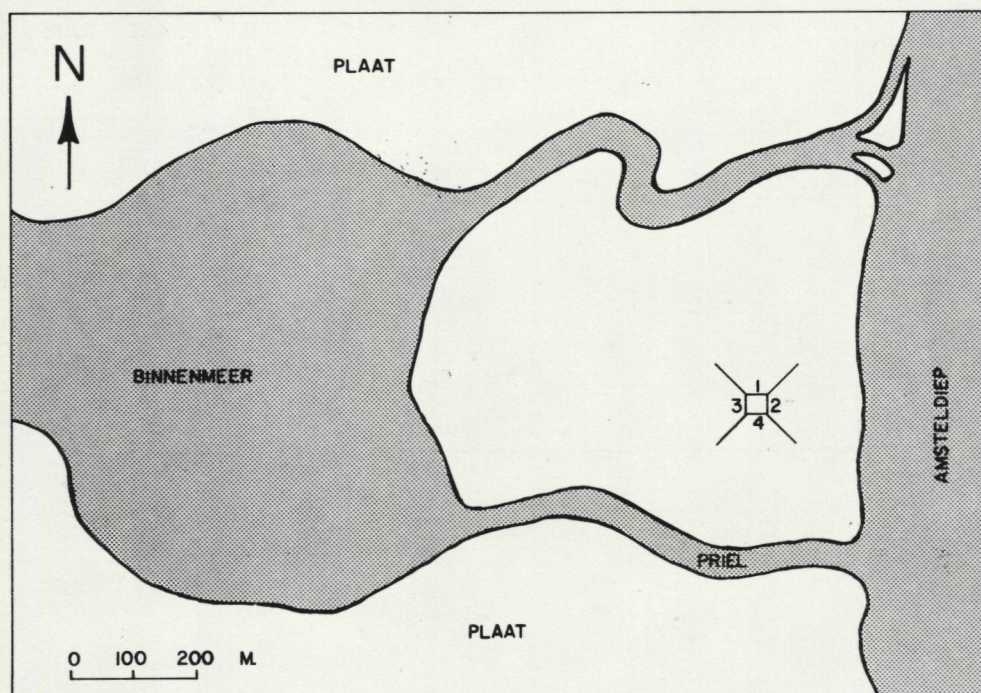


Fig. 22. Nummering en richting van de fuiken op het proefgebied.

Alleen met afgaand water zijn waarnemingen verricht, omdat met opkomend water opwervend slib en zand het gezichtsveld onder de kijkdoos tot enkele centimeters beperkt.

In Tabel 5 is het totaal aantal door de kijkdoos waargenomen schollen, gegeven vanaf HW en vanaf $1\frac{1}{2}$ uur na HW. In Fig. 23 is het totaal aantal waargenomen schollen uitgezet

Tabel V.

Totaal aantal waargenomen schollen gedurende een eb in juli 1977.

	vanaf HW	vanaf 1½ uur na HW
fuik 1	4	0
fuik 2	6	6
fuik 3	8	8
fuik 4	7	7

tegen de waterdiepte, ongeacht de fuik van herkomst. Tijdens afgaand water bij een waterdiepte van meer dan 100 cm (d.w.z. binnen 2 uur na HW) worden 4 schollen waargenomen, allen uit

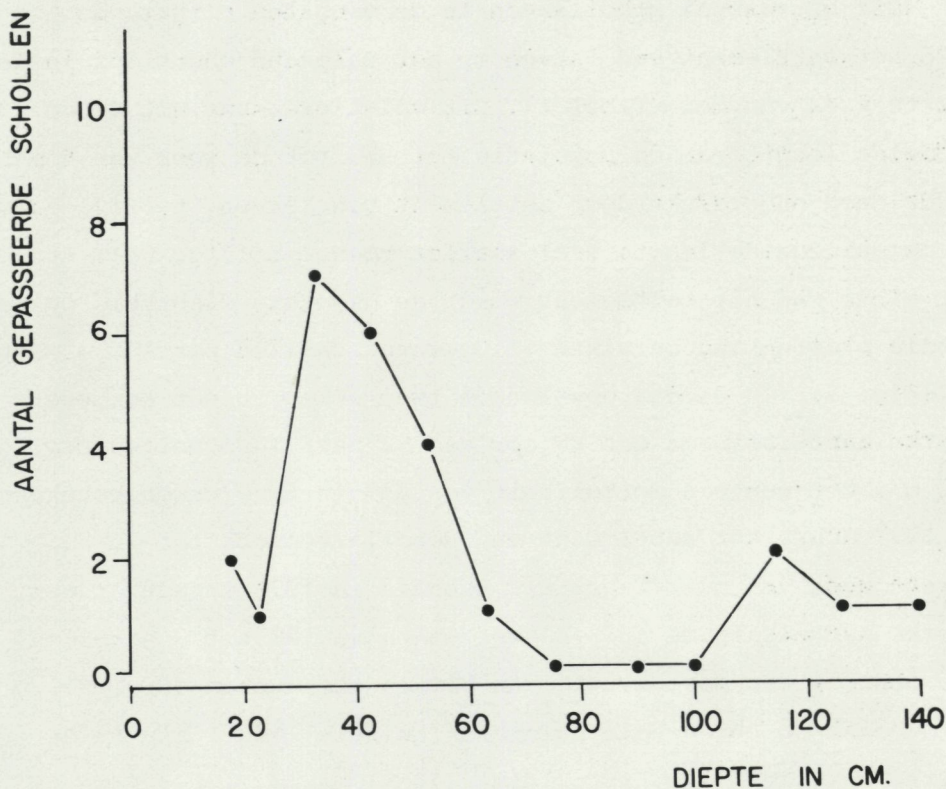


Fig. 23. Aantal waargenomen schollen in 10 minuten bij verschillende waterdiepten.

fuiik 1. Deze schollen worden tot de random verspreide HW-populatie gerekend (Kuipers, 1973). Het grootste aantal schollen wordt waargenomen bij een waterdiepte van 55 tot 10 cm, overeenkomend met een periode van 3 tot 4.30 uur na HW. Van het totaal aantal waargenomen schollen in die periode komt het grootste deel uit de fuiken 2, 3 en 4, waarbij er tussen deze drie fuiken onderling geen verschil bestaat. Er is geen correlatie geconstateerd tussen het aantal schollen dat uit een fuiik komt en de dan heersende stroomrichting.

VI. DISCUSSIE

1. Aantalsverloop en verspreiding

Uit het aantal schollarven in de vangsten blijkt, dat in 1976 het settlement van larven op het Balgzand duurt tot in de eerste week van mei (Tabel 1). Dit volgt eveneens uit de gemiddelde lengte van de populatie met HW: tot de week van 5 mei wordt deze onderdrukt door settlement van larven, terwijl daarna de gemiddelde lengte veel sneller toeneemt (Fig. 6a). Aan het einde van het settlement wordt de grootste dichtheid op het gehele proefgebied bereikt: 52 O-groep schollen per 100 m^2 met HW (Fig. 5). In de daaropvolgende twee weken treedt een zeer sterke aantalsafname met HW op: van 52 naar 14 schollen per 100 m^2 , hetgeen een mortaliteit van 73% in twee weken betekent. In 1977 duurt het settlement van schollarven ook tot in de eerste week van mei (Tabel 2). Evenals in 1976 treedt er een sterke aantalsafname op: in twee weken van 28 tot 8 schollen per 100 m^2 , een mortaliteit van 71% in twee weken (Fig. 5).

Zowel op het gehele Balgzand (Kuipers, 1977) als in de Britse wateren (Riley & Corlette, 1965; Macer, 1967; Edwards & Steele, 1968; Lockwood, 1972) is al meerdere jaren een dergelijke aantalsafname waargenomen. In tegenstelling tot de

korte, sterke afname op het Balgzand vindt deze in de Britse wateren van juni tot oktober plaats, waarbij een mortaliteit van 30-50% per maand geldt. De afname wordt in de Britse kustwateren voornamelijk toegeschreven aan vispredatoren: tarbot, pitvis, kleine pieterman, bot, koolvis, jonge kabeljauw, schar, knorhaan en harnasmannetje (Riley & Corlette, 1965; Macer, 1967; Edwards & Steele, 1968). Edwards & Steele (1968) constateerden eveneens in de magen van de garnaal (*Crangon crangon*) enig materiaal van O-groep schollen, maar zij veronderstelden, dat deze garnalen dode schollen hadden geconsumeerd. Op het Balgzand komen in de periode van de aantalsafname van alle genoemde vispredatoren alleen I- en II-groep schol en bot voor, en daarnaast garnalen (*Crangon crangon*) en strandkrabben (*Carcinus maenas*). Bij onderzoek naar de maaginhoud van vele I- en II-groep schollen en botten op het Balgzand zijn echter nooit O-groep schollen aangetroffen (Kuipers, 1977).

In 1976 blijven de O-groep schollen tot de week van 5 mei (het begin van de aantalsafname) met LW achter op het binnenmeer (Fig. 5a). Voorafgaande aan deze datum worden zowel bij het afspitten van drooggevallen plaat als in bodemonsters (Beukema, pers. meded.) geen O-groep schollen aangetroffen. De O-groep schollen blijven met LW dus zeer waarschijnlijk niet of slechts in geringe mate op de drooggevallen platen achter.

De dichtheid met LW in het binnenmeer neemt na de tweede week van mei gelijktijdig met de HW-dichtheid af. De toenemende dichtheid tijdens LW in de priel en in het Amsteldiep in de tweede en derde week van mei geeft aan, dat de getijdenmigratie in deze periode op gang komt (Fig. 5b, c). In 1977 neemt eveneens tegelijk met de aantalsafname met HW de dichtheid met

LW in het binnenmeer af, terwijl de dichtheden in de priel en in het Amsteldiep toenemen door de op gang komende getijdenmigratie. Het samenvallen van de beschreven aantalsafname met HW en het op gang komen van de getijdenmigratie naar de prielen in beide jaren wijst mogelijk op een mortaliteit met LW in de prielen. Naast I- en II-groep schollen en botten worden in de prielen uitsluitend garnalen, strandkrabben en grondels gevangen, waarvan de laatste drie alleen als predator in aanmerking kunnen komen.

In 1976 is in de week van 23 juni de getijdenmigratie volledig ontwikkeld: met ieder LW migreert de hele populatie O-groep schollen van het binnenmeer en de platen af naar de priel en het Amsteldiep, om er met het opkomende water weer terug te keren. De afnemende dichtheid met LW vanaf begin juli in de priel duidt erop, dat een groter percentage van de schollen met LW naar het Amsteldiep migreert (Fig. 5b, c). De in het Amsteldiep afnemende dichtheid moet worden toegeschreven aan het feit, dat de schollen zich met LW over een bredere zone langs de rand van het Amsteldiep verspreiden.

Uit de verspreiding met HW in 1976 en 1977 blijkt, dat de O-groep schollen zich direkt na het einde van het settlement vooral op het binnenmeer bevinden (Fig. 4), wat er op duidt, dat het settlement vooral op het binnenmeer plaatsvindt. Wanneer de getijdenmigratie op gang komt, verspreiden de schollen zich met HW over een groter gedeelte van het getijdengebied, waardoor de dichtheid op de plaat, in de priel en in het Amsteldiep toeneemt. In de verdere loop van het seizoen blijkt dit verspreidingspatroon weinig meer te veranderen.

2. Getijdenmigratie

De O-groep schollen vertonen de eerste weken na het settlement geen getijdenmigratie (Fig. 5). In de eerste drie maanden komt dit getijdengedrag tot ontwikkeling, en eind juni migreert de gehele populatie O-groep schollen met ieder getij de platen op en af. Deze getijdenmigratie is al eerder geconstateerd voor oudere schollen door Kuipers (1973) op het Balgzand en door Gibson (1973) in de Britse wateren.

In 1976 migreren de O-groep schollen in de week van 5 mei voor het eerst met LW naar de prielen. De gemiddelde lengte van de schollen met LW in de prielen is in die week duidelijk groter dan de lengte van de schollen met LW op het binnenmeer (Fig. 6). In 1977 is op 20 april de getijdenmigratie reeds op gang gekomen, waarbij ook in dit jaar de grotere dieren met LW in de prielen worden gevangen (Fig. 7). De grootste schollen in de populatie vertonen dus het eerst getijdenmigratie. De kleinste met LW in de priel gevangen schollen hebben in 1976 een lengte van 20 mm, en in 1977 een lengte van 15 mm. Dit wijst erop, dat het op gang komen van de getijdenmigratie niet afhankelijk is van de lengte van de schol, maar van de leeftijd of van de tijdsduur die de schol al in het getijdengebied heeft doorgebracht. Gedurende de eerste twee weken van de getijdenmigratie blijft in 1976 ondanks de groei van alle schollen de gemiddelde lengte met LW in de priel gelijk, doordat steeds meer - relatief kleinere - schollen met LW naar de prielen gaan migreren. Wanneer de getijdenmigratie uiteindelijk volledig ontwikkeld is, dan is de gemiddelde lengte met HW gelijk geworden met de gemiddelde lengte met LW in de priel en Amsteldiep.

Alleen in de eerste weken in 1976, als de getijdenmigratie op gang komt, is er een significante correlatie aanwezig

tussen de gemiddelde lengte van de O-groep schollen en de waterdiepte (Tabel 4), doordat dan de relatief kleinere schollen met LW nog achterblijven op het binnenmeer, terwijl de grotere schollen met LW in de diepere prielen zitten. Het op gang komen van de getijdenmigratie lijkt niet veroorzaakt te worden door een zich ontwikkelende dieptevoorkeur bij de schollen, omdat in de verdere loop van het seizoen geen enkele relatie meer gevonden wordt, terwijl bovendien de schollen in 1976 pas vanaf een lengte van 20 mm migreren, en in 1977 al vanaf een lengte van 15 mm. Gibson (1973) constateerde in de Ardmuchnish Bay in Schotland onder de O-groep schollen wel een duidelijke relatie tussen de gemiddelde lengte van de schollen en de waterdiepte, althans in die gebieden, waar met LW enkele decimeters water blijft staan. In de Ardmuchnish Bay is het getijdenverschil echter 4 meter, terwijl dit op het Balgzand 1.50 meter bedraagt. Een eventuele dieptevoorkeur kan op het Balgzand moeilijk tot uiting komen door de geringe waterdiepte op de platen, waar de schollen met HW hun voedsel zoeken.

Vanaf half mei is in 1976 geen relatie aantoonbaar tussen de gemiddelde lengte van de O-groep schollen en het tijdstip van de vangst in het getij (Tabel 4). De gehele populatie migreert dus in totaliteit gelijk de platen op en af, zonder dat grotere schollen eerder de plaat af migreren.

Uit de dichtheden van de schollen met HW over het gehele proefgebied blijkt, dat als de getijdenmigratie geheel op gang is gekomen, het verspreidingspatroon niet verandert in de loop van de tijd. Daarnaast blijkt uit de 12-uurs series, dat het ritme van de getijdenmigratie eveneens niet veranderd in de loop van het seizoen: steeds verlaten de laatste schollen 3

tot 4 uur na HW de platen, om er omstreeks 4 tot 5 uur voor HW weer terug te keren.

3. Richting van de getijdenbeweging op de plaat

Bij het experiment met de kijkdoos wordt slechts een zeer gering aantal schollen waargenomen, in vergelijking met de dichtheid met HW in het gebied om de kijkdoos (12 schollen per 100 m^2). Meerdere factoren kunnen hierbij een rol hebben gespeeld, te weten:

- de hoogte en breedte van de fuikopening onder de kijkdoos (resp. 10 en 30 cm) zijn te gering, zodat deze voor de schollen een barrière vormen in plaats van een ongehinderde doorgang.
- De netten zijn te laag geweest, zodat de schollen over de netten heen zijn gezwommen. Voor I-groep botten is dit verschijnsel door Mandoz (1973) in de Oosterschelde geconstateerd.

De resultaten van dit experiment tonen aan, dat de meeste schollen de kijkdoos passeren bij een waterdiepte van 55 tot 10 cm. Dit komt overeen met de tijdsperiode van 3 tot $4\frac{1}{2}$ uur na HW. Door Kuipers (1973) is op hetzelfde gebied echter geconstateerd, dat al 1.30 uur na HW de migratie naar de prielen en de geulen op gang komt. Gibson (1973) constateerde met eenzelfde kijkdoos-experiment, dat op platen waar met LW 40 cm water staat, de O-groep schollen (gemiddeld 40 mm lang) bij een waterdiepte van 2 tot 1 meter passeren, wat overeen komt met de periode van 2.30 tot 4.30 na HW. Tyler (1971) observeerde met een TV-camera de getijdenmigratie van *Pseudopleuronectus americanus* in een gebied, waar met LW minstens 60 cm water bleef staan. Deze Amerikaanse botten, die kleiner waren dan 10 cm, passeerden in een periode van 3.45 tot 5.45

uur na HW. De breedte van de fuikopening was hier 90 cm, en de hoogte van de netten 1.20 meter.

Uit de resultaten van dit experiment blijkt niet, dat de schollen zich bij de migratie naar de geulen oriënteren op de stroomrichting.

Voor een nauwkeuriger beeld zou dit experiment herhaald moeten worden met hogere netten en een bredere fuikopening.

VII. LITTERATUUR

- BECKER, H.B. & K.H. POSTUMA, 1974. Enige voorlopige resultaten van vijf jaar 'Waddenzee' projekt.-Visserij 27: 69-79.
- BEVERTON, R.J.H., 1962. Long-term dynamics of certain North Sea fish populations.- Symp. Brit. Ecol. Soc., 1960. Blackwell Oxford: 242-259.
- CREUTZBERG, F., G. ELTINK & G.J. van NOORT, 1977. The migration of plaice larvae *Pleuronectes platessa* into the western Wadden Sea.- Proc. 11st Europ. Mar. Biol. Symp. (in press).
- EDWARDS, R.C.C. & J.H. STEELE, 1968. The ecology of 0-group plaice and common dabs in Lock Ewe. I. Population and food.- J. exp. mar. Biol. Ecol. 12: 79-102.
- DAPPER, R, 1978. De Balgzand-scholgegevens 1975, 1976 en 1977.- NIOZ Intern Verslag 1978-12.
- GIBSON, R.N., 1973. The intertidal movements and distribution of young fish on a sandy beach with special reference to the plaice (*Pleuronectes platessa* L.).- J. exp. mar. Biol. Ecol. 12: 79-102.
- GIBSON, R.N., 1975. Tidal and circadian rhythms in juvenile plaice, *Pleuronectes platessa*.- Mar. Biol. 22: 379-386.
- KUIPERS, B.R., 1973. On the tidal migration of young plaice (*Pleuronectes platessa*) in the Wadden Sea.- Neth. J. Sea Res. 6: 376-388.
- KUIPERS, B.R., 1975a. On the efficiency of a two-metre beam trawl for juvenile plaice (*Pleuronectes platessa*).- Neth. J. Sea Res. 9: 69-85.
- KUIPERS, B.R., 1975b. Experimental and field observations on the daily food intake of juvenile plaice (*Pleuronectes platessa*). In: H. Barnes (ed.), Proc. 9th Europ. mar. Biol. Symp. Aberdeen Univ. Press 1-12.
- KUIPERS, B.R., 1977. On the ecology of juvenile plaice on a tidal flat in the Wadden Sea.- Neth. J. Sea Res. 11: 56-91.
- LOCKWOOD, S.J., 1972. An ecological survey of an 0-group plaice (*Pleuronectes platessa* L.) population, Filey Bay, Yorkshire. Univ. of East Anglia, England. 167 pp. (thesis).

- LOCKWOOD, S.J., 1973. Weight and length changes of 0-group plaice (*Pleuronectes platessa* L.) after preservation in 4% neutral formalin.- J. Cons. perm. int. Explor. Mer 35: 100-101.
- MACER, C.T., 1967. The food web in Red Wharf Bay (North Wales) with particular reference to young plaice (*Pleuronectes platessa* L.).- Helg. wiss. Meeresunt. 15: 560-573.
- MANDOZ, M., 1973. De invloed van de predatie door oudere schollen (*Pleuronectes platessa*) en botten (*Platichthys flesus*) op de bodemfauna van zandig slik.- Doct. verslag Delta Inst. 92 pp.
- RAUCK, G. & J.J. ZIJLSTRA, 1978. On the nursery aspects of the Wadden Sea for some commercial fish species and the possible longterm changes.- Rapp. p.v. Réun. Cons. int. Exp. Mer 172: 266-275.
- RILEY, J.D. & J. CORLETT, 1965. The numbers of 0-group plaice in Port Erin Bay.- Rep. mar. biol. stat. Port Erin 78: 51-56.
- RYLAND, J.S., 1966. Observations on the development of larvae of the plaice in aquaria.- J. Cons. perm. int. Explor. Mer 30: 177-195.
- TYLER, A.V., 1971. Surges of winter flounder *Pseudopleuronectes americanus* into the intertidal zone.- J. Fish. Res. Bd Can. 28: 1727-1732.
- VLAS, J. de, 1979. Annual food intake by plaice and flounder in a tidal flat area in the Dutch Wadden Sea with special reference to consumption of regenerating parts of macrobenthic prey.- Neth. J. Sea Res. 13(1): 117-153.
- ZIJLSTRA, J.J., 1972. On the importance of the Waddensea as a nursery area in relation to the conservation of the Southern North Sea fishery resources.- Symp. zool. Lond. 29: 233-258.