

Groei en Gonade ontwikkeling

bij Cardium edule L.

door

J.P. Veldhuyzen

NEDERLANDS INSTITUUT VOOR ONDERZOEK DER ZEE

PUBLICATIES EN VERSLAGEN:

nummer 1968-4

13278.

Groei en Gonade ontwikkeling

bij Cardium edule L.

door

J.P. Veldhuyzen

NEDERLANDS INSTITUUT VOOR ONDERZOEK DER ZEE

PUBLICATIES EN VERSLAGEN:

nummer 1968-4

Groot en goede vertalingen

in de rechten van de menschen

1948

1948

1948

1948

Rechten voorbehouden

Van interne verslagen zijn nadruk of aanhalingen slechts toegestaan met uitdrukkelijke toestemming van het NIOZ.

DE RECHTEN VAN DE MENSCHEN

1948

1948

Groei en Gonade ontwikkeling

bij Cardium edule L.

door

J.P. Veldhuyzen

Intern verslag

over

werkzaamheden verricht als doctorale studie

in het tijdvak februari - juli 1968

aan

het NIOZ te Den Helder

voor

Prof. Dr. L. Vlijm

Zoölogische Laboratorium

Vrije Universiteit

Amsterdam

onder supervisie van

Ingvar Kristensen

NEDERLANDS INSTITUUT VOOR ONDERZOEK DER ZEE

PUBLICATIES EN VERSLAGEN:

nummer 1968-4

Groei en Gonade ontwikkeling

bij Cardium edule L.

door

J.P. Veldhuyzen

(Intern verslag)

Inhoud

I.	Abstract en samenvatting	p. 1-2
II.	Inleiding	p. 3
III.	Materiaal en methode	p. 6
	1. Methode	p. 6
	2. Samenstelling van de populatie	p. 9
IV.	Factoren die de groei kunnen beïnvloeden	p. 10
	1. A-biotische factoren	p. 10
	Tijd van droogliggen	p. 10
	Bodemstructuur	p. 12
	Zoutgehalte	p. 12
	Temperatuur	p. 13
	2. Biotische factoren	p. 14
V.	Resulten en conclusies	p. 15
	1. Schelp en weke delen	p. 15
	Balgzand	p. 15
	Vlieter	p. 22
	2. Ontwikkeling van de gonaden	p. 27
	a. Histologische gegevens	p. 27
	Algemeen	p. 27
	Ovogenese	p. 27
	Spermatogenese	p. 27

	b. Quantitatieve gegevens	p. 30
	Balgzand	p. 30
	Vlieter	p. 33
VI.	Discussie	p. 34
VII.	Referenties	p. 37
VIII.	Aanhangsel .Economische aspecten	p. 40

I. Abstract

- 1) Cockle samples were taken on a flat and in a gully, once a month from February to June, 1968.
- 2) Fixation on formalin does not influence the dry weight, but it does influence the wet weight when compared with boiled cockles: formalin cockles proved to be 1.8 x heavier than boiled ones.
- 3) Shell growth: until the 3rd year the percentual increase in length is greater than in thickness. In older cockles the rates are about the same.
- 4) Shell weight per length group decreased in March, but this was compensated already in April.
- 5) Flesh weight (excl. Gonađs) decreased until the beginning of April and then an increase was found, the rate of which was highest in May.
- 6) Flesh weight (incl. Gonads) increased already from the beginning of March: the increase of the gonads overcompensated the loss of tissue weight.
- 7) Ovaria: from the beginning of February some showed ripe ova. In the beginning of May all ovaria were ripe and did not show oogonia any larger.
- 8) Testes had ripe spermia from March. In the beginning of May testis weight was highest, but besides of spermia also spermatogonia were still to be seen.
- 9) Eggs and sperm shed from the end of April or the beginning of May (at a temperature of $\pm 10^{\circ}$ C).
- 10) The cockles from the flat and the gully did not show much difference. On the flat, the shells were a little bit heavier and the flesh weight was somewhat lower than in the submerged cockles.

Samenvatting

- 1) **Monstering:** van februari tot juni 1968 werden elke maand kokkelmonsters genomen op het Balgzandwad buiten de Marinehaven, vlak bezuiden de Vangdam. Bovendien werden monsters in de Vlieter verzameld, bij boei R no. 10, op 4 m diepte.
- 2) **Fixatie:** fixatie op formaline bleek het drooggewicht niet merkbaar te beïnvloeden. De nat-gewichten van op formaline gefixeerde dieren bleken echter 1.8 x zo hoog te zijn als van gekookte exemplaren.
- 3) **Schelpgroei:** over lengtegroei werden geen gegevens verkregen, afgezien van het resultaat dat het 3e jaar de percentuele lengtegroei belangrijker lijkt dan de diktegroei, terwijl bij oudere kokkels beide ongeveer gelijke zijn.
- 4) **Schelpgewicht:** geeft per lengtecategorie vooral in maart een kleine daling te zien, die in april weer gecompenseerd wordt.
- 5) **Vleesgewicht (excl. gonaden):** geeft een daling te zien tot begin april, waarna stijging optreedt, die vooral in mei heel sterk wordt. Hierbij is de percentuele gewichtstoename van de voet iets groter dan die van de mantel.
- 6) **Vleesgewicht (incl. gonaden):** geeft een stijging reeds vanaf begin maart te zien; dit houdt in dat in maart het verlies aan gewicht van voet en mantel, op het totaal vleesgewicht ruimschoots gecompenseerd wordt door de gonadengroei. Na april speelt deze gonadengroei geen rol meer: het gewicht der gonaden neemt dan wat af.
- 7) **Ovaria:** vertonen bij enkele individuen vanaf februari enige rijpe ova. In april of begin mei bereiken de ovaria hun hoogste gewicht.

- Begin mei zijn alle ovaria rijp en vertonen weinig of geen oögonia in de follikelwand meer.
- 8) Testes: vertonen de eerste rijpe spermiën in maart. Begin mei is het testis-gewicht het grootst, maar ook dan ziet men nog veel spermatogonia naast spermiën.
- 9) Geslachtsproducten: worden vanaf eind april of begin mei geloosd (bij een watertemperatuur van $\pm 10^{\circ}$ C).
- 10) Balgzand- en Vlieterkokkels: op het droogvallende Balgzand vertonen de kokkels per lengtecategorie een iets zwaardere schelp en een wat lager vleesgewicht dan de submerse kokkels uit de Vlieter; overigens waaren de verschillen gering.

II. INLEIDING

Reeds veel onderzoek is in de loop der jaren aan Cardium edule L. gedaan. De anatomie is vrij nauwkeurig door JOHNSTONE (1899) beschreven. Het optreden van groeiringen als leeftijds-indicatie wordt voor het eerst genoemd door WALTON (1926), terwijl o.a. ook KRISTENSEN (1957) deze voor leeftijdsbepaling gebruikt. Daar op het ogenblik nog niet duidelijk is hoe groot de groei in het eerst levensjaar is moeten we voorzichtig zijn met de leeftijds aanduiding. Het is heel goed mogelijk dat de eerste, duidelijk zichtbare jaarring in werkelijkheid aangelegd is na de tweede groei periode. KREGER (1940) noemt het optreden van "disturbing rings", die kunnen optreden onder ongunstige omstandigheden b.v. lange tijd droogliggen. Over de oecologie van de kokkels willen we naast de bovenstaande publicaties nog noemen die van VERWEY (1954) en van BAGGERMAN (1953).

Over de groei en reproductie bij Lamellibranchiata zijn veel

publicaties verschenen, met name in Engeland. Veelal zijn dit publicaties over economisch belangrijke schelpdieren zoals Venus mercenaria (ANSELL, 1964), Pecten maxima (TANG, 1941), Cardium edule (COLE, 1956; CREEK, 1960 en HANCOCK).

Op grond van een beperkt aantal waarnemingen meende KRISTENSEN (1957) dat de kokkels in hun eerste levenjaar tot eind september in lengte groeien terwijl deze lengtegroei in de winter stilstaat. Gedurende de volgende jaren zou deze periode van groei beperkt zijn tot het voorjaar en de voorzomer (eind maart-juli). Het relatieve lichaamsgewicht (weke delen) zou gedurende de winter langzaam afnemen en in het voorjaar weer toenemen, niettegenstaande de snelle toename in schelp lengte en het vormen van de geslachtsproducten. DRENT (1967) toonde aan dat de weke delen inderdaad vanaf oktober voortdurend in gewicht afnemen. De suggestie dat de ontwikkeling van de gonaden zou optreden in de periode waarin ook de weke delen weer in gewicht gaan toenemen zal echter nader bezien moeten worden. Ook HANCOCK (1960) meent dat de weke delen tot aan begin april in gewicht afnemen, waarna een zeer snelle toename in gewicht valt te constateren.

LAMMENS (1967) onderzocht bij Macoma baltica o.m. de gonade ontwikkeling het jaar rond en vond dat deze reeds in de zomer startte, waarbij in het najaar, mits het niet te koud is, er een geleidelijke opbouw van de gonaden valt te constateren. Bij Venus gallina (SALVATORELLI, 1967) begint de gametogenese in de ovaria in oktober, terwijl de spermatogenese in december begint. Beide gonaden bereiken volledige rijpheid in mei en juni. CREEK (1960) meent dat bij de kokkel zich in oktober de eerste primaire geslachtscellen ontwikkelen. Eind november zijn de oocyten, histologisch, duidelijk van de spermatocyten

te onderscheiden, terwijl er in januari al enkele rijpe eieren en spermia te zien zijn. Eind mei zouden de meeste eieren en spermia gereed zijn om geloosd te worden. Uit het werk van DRENT (1967) blijkt dat de gonade gewichten tot midden december langzaam afnemen terwijl er in januari een lichte stijging te zien zou zijn.

Het volgende onderzoek is er met name op gericht iets meer inzicht te krijgen in de gewichtsafname en -toename van de diverse onderdelen van de weke delen in de periode na februari. Niet alle onderdelen zullen waarschijnlijk dezelfde invloed van een winterse hongerperiode ondervinden, terwijl in bepaalde delen voor deze periode een reserve-voorraad voedsel opgeslagen kan zijn. Tevens willen we weten wanneer in het voorjaar de gewichten weer gaan toenemen (d.i. er gaat groei optreden) en of in de diverse delen deze gewichtstoename op hetzelfde tijdstip begint. Als afzonderlijk punt komt hier dan nog de gonade ontwikkeling bij. Veelal wordt gezegd dat deze "explosief" is, hier willen we echter trachten deze ontwikkeling iets meer quantitatief te benaderen. Hierbij zal het nuttig zijn naast de gewichtsbepalingen ook enig histologisch werk te doen.

Schrijver is dank verschuldigd aan Prof. Dr. L. Vlijm voor de geboden gelegenheid een marien-biologisch onderwerp te bewerken, aan Dr. I. Kristensen voor de suggestie van het onderwerp, zijn belangstelling en kritiek, aan de staf van het Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee te Den Helder voor de geboden gastvrijheid en de mogelijkheid gebruik te maken van het onderzoekingsvaartuig "Ephyra". Dank is ook verschuldigd aan A.D.G. Dral, die op zijn toch al zo volle kamer nog een plaats wist in te ruimen en aan G.W.H. Bisselink voor zijn hulp bij het maken van de histologische preparaten.

III. MATERIAAL EN METHODE

1. Methode

Vanaf februari 1968 tot en met juni 1968 werd maandelijks van twee punten het Wadden-gebied een monster kokkels gehaald. Eén monsterplaats lag op een periodiek droogvallend stuk wad achter de nieuwe marinehaven ten zuiden van de vangdam op het Balgzand (Fig. 1). Hier werden iedere keer ongeveer 150 exemplaren verzameld door ze met de hand uit te graven. De andere monsterplaats lag in de Waddenzee tegen de afsluitdijk aan bij baken Vlieter 10. Daar deze plaats permanent onder water ligt (diepte 13 ft.) werd voor bemonstering gebruik gemaakt van het onderzoekingsvaartuig de "Ephyra". Er werd gedurende enkele minuten met het net of de krabber gevist en uit de veelal zéér grote hoeveelheid materiaal werd een willekeurige hoeveelheid van ongeveer 350 exemplaren als monster genomen.

Na verzameling werden de kokkels in een netje in het zeewater-aquarium gehangen gedurende drie dagen om ze te laten "spuwen". D.w.z. dat in deze periode de kokkel zijn kieuwen en in mindere mate ook zijn darmen, schoonspoelt van zand en slib.

Van een aantal exemplaren werd voor het maken van histologische preparaten de voet in Bouin-zeewater gefixeerd en in parafine ingesloten. Hiervan werden coupes (8u) gesneden die met Haemalun-eosine gekleurd werden. (GURR, 1962). De rest van het monster werd ongeveer 4 weken ter fixatie in een oplossing van 6 % formaline gezet. Na deze periode werd van het monster een grootte-frequentie curve gemaakt, waarbij de exemplaren werden verdeeld in millimeter groepen zowel naar lengte als naar breedte. De lengte en breedte zijn gemeten

met een schuifpasser tot op 0,1 mm nauwkeurig.

Voor de verdere bewerking werden van het Balgzand-monster de lengte-klassen 34 mm t/m 39 mm en van het Vlieter-monster de lengte-klassen 20 mm t/m 26 mm gebruikt. Het per lengte-klasse gebruikte aantal exemplaren lag bij het Balgzand-monster rond de 12, bij het Vlieter-monster rond de 11. Het laat zich aanzien dat voor een volledige statistische bewerking deze aantallen aan de lage kant zijn. Daar echter verwacht werd, dat met name de ontwikkeling van de gonaden tamelijk snel zou zijn, was het wenselijk met zo gering mogelijke tussenpozen te bemonsteren, welke tussenpozen voornamelijk zouden worden bepaald door de tijd die nodig zou zijn voor het bewerken van de monsters. Als compromis is, daar de bewerkingstijd ongeveer 3 weken bedraagt, een maandelijks monsterring gekozen met de genoemde aantallen (Tabel I).

Tabel I

Monsterplaats	Datum	Aantal	Bewerkt aantal
Balgzand	13-2-1968	150	59
Balgzand	12-3-1968	159	73
Vlieter	11-3-1968	253	79
Balgzand	4-4-1968	120	73
Vlieter	1-4-1968	262	77
Balgzand	2-5-1968	192	70
Vlieter	3-5-1968	247	76
Balgzand	3-6-1968	288	72
Vlieter	5-6-1968	287	74

Voor de verdere bewerking werd de schelp gescheiden van de weke delen (vlees of vis). Daar het te verwachten was dat eventuele gewichtsaf- en toename niet in alle onderdelen van de weke delen gelijk zou zijn, werden de weke delen met de hand gescheiden in voet en mantel (d.i. mantel met sluitspieren, kieuwen en mondlappen). De voet werd vervolgens onder het binoculair verder onderverdeeld door uit de voet de darmen en de gonaden afzonderlijk vrij te prepareren. Voor de anatomische opbouw verwijzen we naar JOHNSTONE (1899). De schelp en de diverse onderdelen van de weke delen werden in een stoof bij 55° C gedurende 2 tot 4 dagen gedroogd. Het bleek dat wanneer het drogen bij 55° C gedurende enige dagen werd voortgezet er, nadat eenmaal een bepaalde waarde was bereikt, geen noemenswaardige veranderingen in het drooggewicht optraden. (meestal na 5 tot 6 dagen).

Voor het drogen van plankton geeft LOVEGROVE (1961) een optimale temperatuur aan van 60° C; een voortgezette droging bij deze temperatuur zou ook de minste variatie geven. Een verhoging van de temperatuur verhoogt weliswaar de droogsnelheid maar geeft ook een lager drooggewicht wat veroorzaakt zou kunnen worden door verliezen, veroorzaakt door chemische veranderingen in de lipoid fractie van het materiaal of door het verlies van water, gebonden aan proteïne moleculen.

Van de diverse onderdelen werd het (formaline) drooggewicht in grammen tot op vier decimalen nauwkeurig bepaald. Om enig vergelijk te kunnen trekken tussen deze gegevens en die uit meer commercieel gerichte Engelse lit. (o.a. HANCOCK, 1960) waarin de gegevens betrekking hebben op het gekookte gewicht, zijn van één zelfde monster van twee lengte-groepen één helft van de exemplaren gekookt en de andere helft in formaline gefixeerd (ongeveer 4 weken) waarna de nat- en drooggewichten zijn bepaald (Tabel II).

Tabel II

Formaline monster			Gekookt monster		
36 mm.	37 mm.	lengte	36 mm.	37 mm.	
10	11	aantal	10	11	
3.6681	3.6900	Gem. nat gew. (gram)	1.9699	2.1235	
0.5007	0.5010	" droog "	0.4637	0.5149	
13,7 %	13,6 %	% droog gewicht	23,5 %	24,2 %	

Het blijkt dat de drooggewichten absoluut elkaar niet veel ontlopen. Het gekookt natgewicht blijkt echter tweemaal zo laag te zijn als het formale natgewicht, wat ook het verschil in percentages drooggewicht bij het gekookte en het formale monster verklaart. Het watergehalte varieert dus, afhankelijk van de bewerking, tussen 75 % en 85 %. ANSELL (1964) geeft bij Mercenaria een watergehalte op van 78 % - 84 % over het gehele jaar. Deze variatie zou cyclisch zijn, hoewel niet geheel in fase met de cicli van het droog- en nat vleesgewicht.

2. Samenstelling en populatie

Bij het monsterpunt (no. 1) op het Balgzand bestond de gehele populatie uit exemplaren met vier groei-perioden, d.w.z. tot maart 1968 met drie groeiringen; daarna met vier groeiringen. Om een indruk te verkrijgen van de populatie rond het monsterpunt werd op een aantal plaatsen in juni 1968 een aantal monsters genomen (fig. 1). Het bleek dat de gehele, op het onderzochte wadstuk levende populatie uit één jaar-klasse bestaat (1964). Wel varieert de gemiddelde lengte en breedte van plaats tot plaats, terwijl ook de dichtheid niet overal gelijk was. Vooral opvallend was de grote dichtheid vlak achter de mosselbank, op punt 5 (Tabel III).

Tabel III

Monsterpunt	Aantal m ²	Gem. lengte (mm)	Gem. dikte (mm)	Hoogte boven LWL
1	26	35,5	24,8	± 25 cm.
2	3	-	-	-
3	111	37,0	25,3	± 45 cm.
4	45	35,7	24,9	± 75 cm.
5	245	32,0	20,3	± 40 cm.

Ook de populatie uit de Vlieter bleek, op een enkele uitzondering na, geheel uit één jaarklasse te bestaan, n.l. die van 1966. Het zijn dus schelpen die tot april 1968 twee groeiperioden achter de rug hebben (één groeiring).

IV. FACTOREN DIE DE GROEI KUNNEN BEINVLOEDEN

1. A-biotische factoren

Tijd van droogliggen

De plaats van bemonstering op het Balgzand heeft een bedekkingsgraad van ongeveer 60 %, d.w.z. dat het wad bij ieder tij ongeveer 4 uur. droog ligt. Ook de waarden voor de andere punten zijn in Tabel IV weergegeven. Dit is zo kort dat we daarvan geen invloed op de groei mogen verwachten. THAMDRUP (1935) meent dat een bedekkingsgraad van minder dan 20 % pas merkbare invloed op de groei gaat hebben, daar dan de tijd waarin vedsel opgemoem kan worden, te kort is. Een tekort aan O₂ kan tijdens het droogliggen nauwelijks optreden, daar de kokkel in staat is, zoals ook enkele andere lamellibranchiata, de atmosferische lucht te gebruiken (de O₂ opname uit de lucht is ongeveer 50 % van die

in het water bij gelijk temperatuur).

Bij de populatie in de Vlieter komen deze overwegingen niet ter sprake daar deze monsterplaats permanent onder water ligt.

Diverse auteurs (THAMDRUP, 1935; KREGER, 1940 en KRISTENSEN 1957) vermelden dat, wanneer we kokkels van één wad vergelijken bij een hogere bedekkingsgraad, de exemplaren groter zijn, hoewel hierop een groot aantal uitzonderingen bestaat. In het algemeen groeien geëxponcerde kokkels "harder" dan die welke in de luwte liggen. Daar echter de kokkels van het Balgzand en de Vlieter van verschillende jaarklassen zijn is het moeilijk hier iets over deze invloed te zeggen. ORTON (1936-1937) vermeldt dat bij kokkels die in een kunstmatig meer werden gehouden (dus voortdurend onder water) de groei minder bleek te zijn dan bij die welke bij getijde bewegingen droogvallen. Hij wijt dat, volgens hem ook afwijkend verschijnsel, aan slechtere waterconditie (stilstaand water dat alleen bij een springvloed werd ververst).

Tabel IV
(naar Pistor))

Monsterpunt	Bedekkingsgraad	Gem. Zand korrelgrootte in μ (d_{50})	Slibgehalte droog gew
1. (Balgzand)	60 %	130	13,8 %
2. "	90 %	145	-
3. "	69 %	130	20,5 %
4. "	66 %	130	-
5. "	75 %	100	32,4 %
- (Vlieter)	100 %	50	-

Bodemstructuur

Over de invloed van de bodemstructuur (korrelgrootte en hoeveelheid slib) bestaat geen duidelijke eensluitende mening. COLE (1956) en THAMDRUP (1935) menen dat de bodemstructuur weinig of geen invloed heeft op de (schelp)-groei. Ook KRISTENSEN (1957) vindt geen directe nauwe korrelatie tussen groei en bodemstructuur, hoewel deze op bepaalde delen van het wad wel lijken te bestaan. Wel meent hij dat kokkels in het algemeen sneller groeien op duidelijk zandige bodems dan op meer modderige. Opvallend is dat de populatie op het Balgzand direct achter de mosselbank (monsterpunt 5), waar de korrelgrootte het kleinst is en waarschijnlijk het slibgehalte het hoogst (Tabel IV), uit de kleinste exemplaren bestaat (Tabel III). Hoewel deze geringere groei ook veroorzaakt kan worden door de veel grotere dichtheid (COLE 1956). De korrelgrootte werd bepaald met het Van Veen bezinkingstoestel (HOVENKAMP 1959).

Zoutgehalte.

De populatie op het Balgzand zal, wanneer het wad onder water staat niet onderhevig zijn aan grote schommelingen in het zoutgehalte. Het gehele jaar door is dit iets lager dan dat van de Noordzee n.l. ongeveer 16 ‰ Cl^- (POSTMA 1950, EISMA 1965). Tijdens het droogliggen kunnen echter wel grotere verschillen optreden. Door verdamping zal het zoutgehalte van het water in het wad stijgen, terwijl tijdens regen een verlaging zal optreden. (THAMDRUP 1935). Door het spuien van zoet water uit het IJselmeer bij de uitwateringssluizen bij Den Oever en Kornwerderzand zal de situatie op het Balgzand nauwelijks, die van de Vlieter wel degelijk beïnvloed worden. In de Vlieter kan het

Chloorpromillage variëren van 10 ‰ Cl⁻ in december-februari tot 15 ‰ - 16 ‰ Cl⁻ in mei-juni (EISMA 1965). Het is bekend dat kokkels in de Noordzee en de Atlantische oceaan sneller groeien en ook veel groter worden dan die in de Waddenzee. (WINKWORTH 1921) vermeldt het bestaan van een kokkel populatie met een gemiddelde lengte van 60 mm (max. lengte 76 mm) bij Stromnes in Orckney. De saliniteit blijkt ook invloed te hebben op het aantal ribbels op de schelp en kan in zekere zin een indicatie zijn van de saliniteit (EISMA 1965).

Temperatuur

Daar we te maken hebben met koudbloedige dieren zal, binnen bepaalde grenzen, een positieve correlatie te verwachten zijn tussen temperatuur en groei. Bij de Californian Sea-mussel (COE & FOX 1944) treedt de maximale groei op bij een watertemperatuur van 17° C - 20° C. Zij geven een verband aan tussen overvloedig aanwezige dinoflagellaten en de grote groei incrementen. Hoewel zij dit direct weer iets relativeren door te zeggen, dat zowel de dinoflagellaten als de groei bij de mossel onder dezelfde uitwendige omstandigheden (temperatuur en licht) optreden.

Ook de afzetting van de eieren ondervindt invloed van de temperatuur. Bij temperaturen beneden de 16° C treedt bij de Californian oyster geen ei-afzetting op terwijl de ovulatie geremd is (COE 1931). PORTER (1967) meent dat de grootste afzetting van eieren bij Mercanaria mercanaria (in North Carolina) plaatsvindt bij watertemperaturen hoger dan 20° C (in juni). LAMMENS (1967) geeft als kritische temperatuur voor ei-afzetting bij Macoma Baltica een temperatuur van 10° C aan.

Gedurende de eerste maanden van 1968 was de luchttemperatuur gemiddeld iets boven normaal. Eind maart waren de temperaturen al aan de hoge kant. Na de eerste decade van april werd het warmer terwijl de laatste twee decaden van april zelfs zomers waren. De watertemperaturen die bij eb aan het havenhoofd in Den Helder zijn gemeten en derhalve vrij nauwkeurig de situatie op het Balgzand en de Vlieter zullen weergeven (daar de invloed van het Noordzeewater min of meer is uitgeschakeld) volgen een analoog verloop als de luchttemperaturen, doch met minder grote fluctuaties (fig. 2). De watertemperaturen van de Waddenzee zijn in de winter steeds iets lager dan die van de Noordzee en in de zomer iets hoger dan die van de Noordzee.

2. Biotische factoren

Van directe invloed op de groei is de hoeveelheid voedsel die voorhanden is. Voor de kokkel zullen dit voornamelijk ééncellig fytoplankton zijn. Een tekort zal duidelijke invloeden op de groei hebben.

Als tweede belangrijke factor willen we de dichtheid van de populatie noemen. Bij een aantal auteurs (KREGER 1940, KRISTENSEN 1957) komen we het verschijnsel tegen dat in een kokkel populatie met een hoge dichtheid de lengte (en in het algemeen de groei) minder is dan in een populatie met een geringere dichtheid. Een zelfde verband tussen dichtheid en lengte blijkt te bestaan wanneer we Tabel III bekijken. De verminderde groei in een dichte population kan veroorzaakt worden door competitie maar ook kunnen er nog abiotische factoren meespelen (detritus) (KRISTENSEN 1967).

V. RESULTATEN EN CONCLUSIES

1. Schelp en weke delen

Balgzand

Wanneer we de frequentie-verdelingscurven (aanhangsel 2) zien we dat percentueel gezien, tot en met mei de 36 mm klasse de grootste is in het monster (ongeveer 20 %). In juni verschuift deze waarde naar de 38 mm klasse (ongeveer 18 %). Er lijkt een tendens te bestaan dat het percentuele aandeel van de kleinste klassen geringer wordt en dat percentueel de grootste toename te zien is, en dat vooral in het juni-monster, in de 38 mm en 39 mm klassen. De klassen van 40 mm en hoger blijven ongeveer gelijk. Voorzichtig zouden we hieruit kunnen concluderen dat de groei begint in de kleinere lengte klassen en dat de lengte toename in deze klassen voornamelijk er de oorzaak van is dat de gemiddelde lengte toeneemt. Mogelijkerwijs is dit ook de verklaring voor het optreden van de dubbeltop in de verdelings curven van maart en mei. Dit eerste maximum valt in maart in de 33 mm klasse en in mei in de 34 mm klassen.

Uit Tabel V blijkt dat er tenminste vanaf februari een langzame toename valt te constateren in de gemiddelde schelp-lengte. De groei incrementen over de bemonsterde periode bedragen 0,6 mm voor de lengte en 0,4 mm voor de dikte (resp. 1,7 % en 1,7 %). Over het begin van de groei is nauwelijks iets te zeggen daar de gegevens over de voorafgaande periode nogal sterk schommelen (DRENT 1967-1968).

Opvallend zijn de zoveel lagere waarden zowel voor de lengte als voor de dikte die gevonden worden voor het monster in mei. Dit moet waarschijnlijk geweten worden aan afwijkende bemonstering.

Tabel V

<u>Monsterdatum</u>	<u>gem. lengte (mm)</u>	<u>gem. dikte (mm)</u>
13-2-1968	36,1	24,5
12-3-1968	36,3	24,8
4-4-1968	36,4	24,9
2-5-1968	35,4	24,3
3-6-1968	36,7	24,9

Tabel VI

Schelpgewicht (in grammen)

<u>Monsterdatum</u>	<u>34mm</u>	<u>35mm</u>	<u>36mm</u>	<u>37mm</u>	<u>38mm</u>	<u>39mm</u>
13-2-1968	6.7803	7.0544	8.0953	8.7639	8.8003	9.2923
s.d.	0.7823	0.9721	0.8695	0.9327	0.8189	0.9033
12-3-1968	6.3574	7.5949	7.6583	8.4265	9.0380	9.1708
s.d.	0.4123	0.8426	0.7937	0.6790	1.2962	0.6325
4-4-1968	6.2867	7.0678	7.4552	8.0626	8.3655	9.0863
s.d.	0.4050	0.4583	0.6124	0.6325	0.8000	0.9220
2-5-1968	6.5939	7.5078	7.6005	7.7295	9.6988	9.1039
s.d.	0.6156	0.5542	0.7554	0.6425	0.9591	0.8442
3-6-1968	6.7228	6.9196	7.3485	8.1780	9.1338	9.6348
s.d.	0.6341	0.7043	0.7561	0.8015	0.8552	0.7433

s.d. = standaard deviatie

Er blijkt in iedere monsterperiode een vast verband te bestaan tussen het drooggewicht van de schelp en de schelp lengte wat in Tabel VI wordt geïllustreerd. Het is echter juister wanneer we twee gelijke grootheden vergelijken om iets over een verband te zeggen. Er blijkt, wanneer we het

drooggewicht van de schelp uitzetten tegen de derde macht van de lengte, inderdaad een lineair verband tussen beide grootheden te bestaan (fig. 4). Dat ook in het eerste geval een lineair verband bleek te bestaan moet geweten worden aan het feit dat we met een klein aantal van het mogelijke aantal lengte-klassen werken en we op deze manier slechts een klein deel van de mogelijke curve gebruiken, dat daardoor recht lijkt te zijn.

De meeste lengte-klassen vertonen gedurende een aantal maanden een dalende tendens in het schelpgewicht. De laatste maanden lijken de meeste klassen (een uitzondering vormen de 35 mm en 36 mm klassen) een stijging in het schelpgewicht te vertonen. Deze stijging lijkt het duidelijkst in de grotere lengte-klassen. Dit wordt geïllustreerd in fig. 3, waar de percentuele af- of toename t.o.v. het vorige monster zijn uitgezet.

Voet

In de winter wanneer de watertemperaturen laag zijn en er ook weinig zonlicht is, is het voedsel waarvan de kokkel leeft (het is een "suspension feeder" die voornamelijk van ééncellig phytoplankton leeft) bijna geheel afwezig. Om aan de benodigde energie te komen voor het instandhouden van het basaalmetabolisme zal de kokkel in deze periode bijna geheel aangewezen zijn op het interen van eigen weefsel: Dit kunnen speciale reserve stoffen of reserve weefsel zijn, maar ook op dat moment minder essentiële weefsels.

Wanneer we de voet gedurende een aantal maanden volgen blijkt deze steeds dunner te worden; de voet wordt vlieziger en het spierweefsel lijkt minder te worden. Dit komt tot uiting in Tabel VII. In alle

lengte-klassen zien we een gewichtsafname tot begin april, hierna treedt in bijna alle klassen een sterke toename in het gewicht op. Een uitzondering hierop is de 38 mm klasse, die tot begin mei om hetzelfde gewicht schommelt om dan in juni sterk in gewicht toe te nemen.

Tabel VII

Voetgewichten (in grammen)

<u>Monsterdatum</u>	<u>34mm</u>	<u>35mm</u>	<u>36mm</u>	<u>37mm</u>	<u>38mm</u>	<u>39mm</u>
13-2-1968	0.1110	0.1299	0.1565	0.1499	0.1423	0.1621
s.d.	0.0346	0.0283	0.0447	0.0374	0.0283	0.0245
12-3-1968	0.0978	0.1169	0.1374	0.1431	0.1518	0.1437
s.d.	0.0190	0.0352	0.0403	0.0361	0.0539	0.0197
4-4-1968	0.1006	0.1011	0.1236	0.1231	0.1471	0.1297
s.d.	0.0243	0.0220	0.0212	0.0160	0.0277	0.0288
2-5-1968	0.1202	0.1232	0.1280	0.1330	0.1428	0.1462
s.d.	0.0173	0.0132	0.0232	0.0184	0.0229	0.0159
3-6-1968	0.1621	0.1662	0.1723	0.1873	0.2116	0.1912
s.d.	0.0450	0.0327	0.0312	0.0336	0.0329	0.0543

Wanneer we de percentuele af- en toename van het voetgewicht t.o.v. het gewicht in oktober 1967 (DRENT) bekijken (fig. 5) zien we dat in alle lengteklassen de vorm van de afname en toename min of meer gelijk is, met dien verstande dat de 39 mm klassen steeds de grootste afname laat zien en de 35 mm klasse (in mindere mate ook de 36 mm klasse) steeds de kleinste afname n.l. 60 % en respectievelijk 52 % van het gewicht in oktober 1967. De gemiddelde afname is ongeveer 50 %.

Het blijkt dat de afname van het voetgewicht t.o.v. de vorige maand minder wordt (fig. 6). Wanneer we aannemen dat gedurende de koude periode

de waarde van het basaalmetabolisme ongeveer gelijk blijft zouden we verwachten dat door verbruik van eigen weefsel ten behoeve van het basaalmetabolisme de gewichtsafname iedere maand t.o.v. de vorige maand ongeveer gelijk blijft. Hoewel de gewichten blijven dalen (fig. 5), blijkt de percentuele daling t.o.v. de vorige maand echter minder te worden (fig. 6). Dit zou er op kunnen wijzen dat er vanaf februari-maart weer voedsel (ééncellig phytoplankton, voornamelijk flagellaten ? (KRISTENSEN 1957) aanwezig is, dat voor een deel de energiebehoefte dekt. Dit wordt nog aannemelijker wanneer we bedenken dat in deze periode ook de gonaden zeer snel gaan ontwikkelen waarvoor ook extra energie nodig is. Tevens bleek bij het uitprepareren van de gonaden uit het voetweefsel en de darmen dat deze laatsten steeds inhoud hadden (zand en veel diatomeën).

Vanaf midden april gaan de gewichten van de voet toenemen. Eerst langzaam, in maart is de toename in gewicht t.o.v. april ongeveer 10 % en daarna zeer snel; in juni is de toename t.o.v. april ongeveer 37 %.

Mantel

Evenals de voetgewichten blijken ook de mantelgewichten in één monster regelmatig over de lengte-klassen toe te nemen. Er lijkt een min of meer rechtlijnig verband te bestaan tussen de schelpenlengte en de mantelgewichten (tabel VIII).

Echter zijn hier dezelfde opmerkingen van toepassing als die welke gemaakt zijn bij het schelpgewicht. Wanneer we de afzonderlijke lengte-klassen over de monsterperiode volgen zien we dat bijna alle klassen tot april of begin mei een gewichtsafname vertonen. Een uitzondering hierop vormen de 38 mm en 39 mm klassen. Beide klassen vertonen van februari (de 39 mm klasse vanaf maart) tot begin mei een vrijwel gelijkblijvend

gewicht dat echter in mei een duidelijke stijging vertoont gelijk aan die bij de andere lengte-klassen. Het maximum gewichtsverlies t.o.v. oktober 1967 bedraagt ongeveer 30 % (fig. 5). De afname van het mantelgewicht gedurende de maanden januari, februari, maart en voor een deel ook april t.o.v. de resp. vorige maanden blijkt ongeveer gelijk te zijn n.l. 8 % - 10 %. In juni zien we een duidelijke gewichtstoename in alle lengte-klassen (ongeveer 20 % t.o.v. de vorige maand fig. 6).

Tabel VIII

Mantelgewichten (in grammen)

<u>Monsterdatum</u>	<u>34mm</u>	<u>35mm</u>	<u>36mm</u>	<u>37mm</u>	<u>38mm</u>	<u>39mm</u>
13-2-1968	0.1022	0.1172	0.1301	0.1342	0.1332	0.1510
s.d.	0.0200	0.0141	0.0173	0.0245	0.0224	0.0173
12-3-1968	0.0930	0.1131	0.1167	0.1304	0.1367	0.1305
s.d.	0.0112	0.0251	0.0214	0.0184	0.0226	0.0114
4-4-1968	0.0893	0.0963	0.1129	0.1135	0.1347	0.1307
s.d.	0.0127	0.0145	0.0164	0.0138	0.0181	0.0235
2-5-1968	0.1032	0.1088	0.1101	0.1114	0.1320	0.1316
s.d.	0.0140	0.0144	0.0139	0.0156	0.0172	0.0159
3-6-1968	0.1143	0.1294	0.1392	0.1408	0.1595	0.1542
s.d.	0.0128	0.0123	0.0169	0.0114	0.0148	0.0182

Voet en mantel

In het algemeen kunnen we zeggen dat de voet niet alleen procentueel veel meer in gewicht verliest dan de mantel maar dat de voet, mede daardoor, in dezelfde periode aan veel sterkere veranderingen onderhevig is dan de mantel (fig. 6). Iedere maand is de procentuele af- of toename voor de voet groter dan voor de mantel.

Het lijkt dan ook voor de hand liggend dat de energie die in de koude periode nodig is om het basaalmetabolisme, voor zoverre die niet uit het, eventueel, opgenomen voedsel betrokken kan worden, voornamelijk wordt verkregen door afbraak van stoffen en/of weefsels die in de voet aanwezig zijn. Dit kunnen speciale reserve voorraden zijn, maar de indruk bestaat dat hiervoor ook spierweefsel in de voet gebruikt wordt.

Vleesgewicht

Wanneer we naar de veranderingen in de vleesgewichten gaan kijken zien we iets opvallends. Allereerst kijken we naar de vleesgewichten s.s. dat is totale hoeveelheid weke delen zonder de gonaden (fig. 7). We zien dan dat t.o.v. oktober 1967 deze gewichten een dalende lijn te zien geven tot begin april. Opvallend is dat de daling van de gewichten in begin april percentueel gezien t.o.v. de vorige maand groter is dan de daling in maart (fig. 8). Na begin april gaan de vleesgewichten (zonder gonaden) sterk stijgen (in mei is deze stijging t.o.v. april ongeveer 8 % en in juni t.o.v. mei bedraagt deze stijging 27 % fig. 8). Wanneer we nu kijken naar het verloop van het gewicht van het totaal van het gewicht van de weke delen (dus nu met de gonaden) zien we dat deze gewichten al in mei gaan stijgen; het monster van begin april geeft al een iets hogere waarde dan het voorgaande monster (een stijging t.o.v. maart van 2 %). Hieruit kunnen we het volgende concluderen. De toename in het totaal vleesgewicht die in eind maart gaat optreden moet dus geheel toegeschreven worden aan de vorming van de geslachtsproducten. De gewichtstoename in het voorjaar die veel auteurs signaleren (o.a. KRISTENSEN 1957; HANCOCK 1960) is in eerste instantie, d.w.z. totdat de gonaden ongeveer volledig rijp zijn, volledig toe te

schrijven aan de vorming van de geslachtsproducten en niet aan de toename van het gewicht van het vlees s.s. (dat nog steeds afneemt). De gewichtstoename in de maand april moet hoofdzakelijk worden toegeschreven aan de gewichtstoename van de voet en (in mindere mate) aan die van de mantel. De verdere aanmaak van geslachtsproducten speelt nu nog maar een zeer geringe rol in de toename van het totaal vleesgewicht. De gewichtstoename van het totaal vleesgewicht in de maand mei moet geheel toegeschreven worden aan de groei van de mantel en de voet. Het blijkt zelfs dat de toename van het vleesgewicht zonder gonaden t.o.v. de vorige maand groter is dan de toename van het totaal vleesgewicht, wat toegeschreven moet worden aan het op grote schaal vrij komen van de geslachtsproducten (de toename in gewicht bedraagt resp. 28 % en 19 %). Het blijkt dus dat, in ieder geval bij de Balgzand populatie, de ontwikkeling van de gonaden ten koste van het vlees s.s. (d.w.z. voet en mantel) gaat. In de eerste plaats direct ten koste door het interen, d.i. onttrekken van materiaal aan deze delen en in de tweede plaats indirect daar eventueel opgenomen voedsel waarschijnlijk uitsluitend gebruikt wordt voor de vorming van de geslachtsproducten.

Vlieter

Wanneer we de grafieken met de percentuele frequentie-verdelingscurven bekijken zien we dat het percentage van de schelpen in de kleinste lengte-klassen langzaam minder wordt, terwijl de percentages in de grotere lengte-klassen regelmatig hoger worden. (aanhangsel 2). Het lijkt dat van maart tot juni de groei regelmatig in alle lengte-klassen optreedt.

Tabel IX

<u>Monsterdatum</u>	<u>gem. lengte</u>	<u>gem. dikte</u>
11-3-1968	22.8	15.1
1-4-1968	23.0	15.2
3-5-1968	23.0	15.4
5-6-1968	24.0	15.8

We zien vanaf maart een langzame toename in de lengte met een duidelijke grotere groei in mei, wat ook duidelijk in de toename van de dikte tot uiting komt (de lengtegroei is in deze periode nihil). De groei-incrementen over de gemeten periode bedragen 1,2 mm voor de lengte en 0,7 mm voor de dikte (resp. 5,2 % en 4,7 %). (Tabel IX).

Evenals in het Balgzand-monster zien we ook hier dat in ieder monster de schelpgewichten regelmatig met de lengte-klassen oplopen (Tabel X). Het blijkt dat over de bemonsterde periode de schelpgewichten nagenoeg gelijk blijven (fig. 9), ondanks het feit dat er groei is opgetreden. Wel lijkt er tot begin mei een lichte daling in de gewichten op te treden, terwijl hierna in bijna alle lengte-klassen een stijging van de gewichten valt te zien.

Wanneer we het schelpgewicht uitzetten tegen de derde macht van de bijbehorende lengte (fig. 4) zien we dat ook hier een rechtlijnig verband bestaat tussen beide grootheden (KRISTENSEN 1957).

Voet

Gedurende de maand maart nemen de gewichten in alle lengte-klassen

Tabel X

Schelpgewichten (in grammen)

<u>Monsterdatum</u>	<u>20mm</u>	<u>21mm</u>	<u>22mm</u>	<u>23mm</u>	<u>24mm</u>	<u>25mm</u>	<u>26mm</u>
11-3-1968	1.2390	1.4572	1.6070	1.8077	1.9299	2.1661	2.4498
s.d.	0.0976	0.1359	0.1541	0.1306	0.2193	0.1704	0.1859
1-4-1968	1.2148	1.3678	1.5715	1.8241	1.9614	2.1241	2.5142
s.d.	0.0698	0.0917	0.1131	0.2324	0.1612	0.2236	0.2619
3-5-1968	1.1270	1.3539	1.6060	1.7758	1.9356	2.2137	2.4370
s.d.	0.1224	0.1327	0.0791	0.1452	0.0924	0.1421	0.2133
5-6-1968	1.2222	1.4127	1.6620	1.8045	1.9843	2.1733	2.4514
s.d.	0.0860	0.0898	0.1708	0.1478	0.2267	0.1908	0.2306

af, waarbij er, evenals bij de schelpgewichten een duidelijk verband lijkt te bestaan tussen het gewicht en de schelplengte (Tabel XI). Het verband

Tabel XI

Voetgewichten (in grammen)

<u>Monsterdatum</u>	<u>20mm</u>	<u>21mm</u>	<u>22mm</u>	<u>23mm</u>	<u>24mm</u>	<u>25mm</u>	<u>26mm</u>
11-3-1968	0.0249	0.0329	0.0352	0.0398	0.0429	0.0439	0.0564
s.d.	0.0031	0.0072	0.0104	0.0066	0.0133	0.0094	0.0120
1-4-1968	0.0212	0.0253	0.0296	0.0350	0.0359	0.0412	0.0513
s.d.	0.0033	0.0041	0.0069	0.0062	0.0058	0.0073	0.0122
3-5-1968	0.0437	0.0481	0.0577	0.0623	0.0729	0.0764	0.0891
s.d.	0.0102	0.0099	0.0076	0.0108	0.0138	0.0408	0.0124
5-6-1968	0.0358	0.0379	0.0499	0.0548	0.0595	0.0665	0.0840
s.d.	0.0108	0.0061	0.0123	0.0111	0.0117	0.0120	0.0169

tussen het gewicht en de derde macht van de lengte is weergegeven in fig. 13. De gemiddelde percentuele afname t.o.v. het vorige monster, welke in

fig. 11 is uitgezet, is wat groter dan die bij de Balgzand populatie in dezelfde periode, n.l. 14 %. In de daarop volgende maand (april), waarin de lengte-groei nog gering is, neemt het voetgewicht zeer sterk toe (het mei-monster is 90 % hoger dan dat van april). Wanneer dan echter de schelp in mei sterk in lengte gaat toenemen, blijft de gewichtstoename van de voet hierbij ten achter, wat tot gevolg heeft dat de gewichten van de voet in het juni-monster lager zijn dan in het voorgaande monster (ongeveer 15 % lager).

Mantel

Tijdens de maand maart dalen ook de gewichten van de mantel nog (fig. 10; Tabel XII) zodat begin april de mantel én de voet ongeveer hetzelfde gewicht hebben bereikt. De daling t.o.v. het vorige monster is ongeveer 8 % (fig. 11). In april gaan de gewichten weer toenemen terwijl in juni, wanneer de schelp sterk in lengte toeneemt, de mantel ongeveer gelijk van gewicht blijft. (terwijl de voetgewichten in mei duidelijk daalden). Dit is niet zo verwonderlijk wanneer we bedenken dat de mantel de Ca-afzetting verzorgt waardoor de schelp, in dit geval, in lengte gaat toenemen. Er zal dus bij de kleinere, c.q. jongere schelpen, waar de lengte-groei nog belangrijker is dan de dikte-groei, een nauwer verband bestaan tussen mantelgewicht en schelplengte dan bij de voet het geval zal zijn.

Voet en mantel

Er blijkt ook bij het Vlieter-monster dat, hoewel de monsterperiode vrij kort is geweest, de voet aan grotere veranderingen onderhevig is geweest dan de mantel in dezelfde periode (fig. 10). Dit zien we wanneer we kijken naar de periode wanneer er groei gaat optreden. In mei en juni is het gewicht van de voet steeds duidelijk hoger dan van de mantel, terwijl

in begin april het voet- en mantelgewicht bijna gelijk is. We mogen dus, mede op grond van de opmerkingen hierover bij het Balgzand-monster gemaakt, aannemen dat ook bij het Vlieter-monster de meeste reserve stoffen voor het instandhouden van het basaalmetabolisme in de koude periode, in de voet gezocht moeten worden.

Tabel XII

Mantelgewichten (in grammen)

<u>Monsterdatum</u>	<u>20mm</u>	<u>21mm</u>	<u>22mm</u>	<u>23mm</u>	<u>24mm</u>	<u>25mm</u>	<u>26mm</u>
11-3-1968	0.0229	0.0280	0.0311	0.0345	0.0348	0.0388	0.0474
s.d.	0.0022	0.0042	0.0032	0.0041	0.0062	0.0051	0.0066
1-4-1968	0.0208	0.0255	0.0285	0.0323	0.0348	0.0380	0.0435
s.d.	0.0023	0.0025	0.0045	0.0038	0.0041	0.0035	0.0060
3-5-1968	0.0288	0.0316	0.0367	0.0394	0.0451	0.0492	0.0541
s.d.	0.0044	0.0043	0.0029	0.0051	0.0046	0.0056	0.0064
5-6-1968	0.0258	0.0330	0.0368	0.0398	0.0435	0.0465	0.0576
s.d.	0.0045	0.0029	0.0059	0.0039	0.0044	0.0055	0.0048

Vleesgewichten

De vleesgewichten met en zonder gonaden laten in principe hetzelfde verloop zien. (fig. 12) Beide dalen tot aan begin april terwijl ze in absolute waarde nauwelijks verschillen. Daarna gaan echter in april de vleesgewichten met gonaden sterker stijgen dan die zonder gonaden. Het blijkt dus dat bij het Vlieter-monster tegelijk met de toename van het vlees (s.s.) ook de gonaden in gewicht gaan toenemen (dit in tegenstelling tot wat we bij het Balgzand-monster zagen). In mei treden er bijna geen veranderingen op in het gemiddelde vleesgewicht (in de kleinste klassen

een lichte daling). Wel zien we een duidelijke daling in de vleesgewichten met gonaden, wat moet worden toegeschreven aan het lozen van geslachtsproducten, wat blijkt uit de grotere daling van de vleesgewichten met gonaden. Hierop komen we nog nader in hoofd stuk Vb terug.

2. Ontwikkeling in de gonaden

a. Histologische gegevens

De gonaden zijn geheel in de voet gelegen. Aanvankelijk bestaan ze uit een vrij los weefsel rondom en tussen de darm. Bij de rijping gaan ze de gehele voet opvullen, zodat de darm geheel in het gonade-weefsel ligt ingebed, tevens breiden de gonaden zich naar dorsaal uit (tot in de apex) en is de "digestive-gland" geheel door gonade-weefsel omgeven (JOHNSTONE, 1899; PORTER 1967).

Wanneer de gonaden zich in de loop van februari en maart gaan ontwikkelen, is duidelijk een verandering in de structuur te zien; de aanvankelijk ongedifferentieerde structuur gaat over in een vertakt, blazig systeem (het doet aan een tros druiven denken), de z.g. follikels. Dit ongedifferentieerde weefsel bestaat uit zeer kleine follikels gelegen in een los weefsel. Bij de meeste bivalva is een dergelijk connectief weefsel aangetoond. Het verdwijnt bijna geheel bij de toename in hoeveelheid en grootte van de follikels en breidt zich na het afzetten van de geslachtsproducten weer uit. Sommige auteurs (CHIPPERFIELD, 1953; BARGETON-COUTEAUX 1942) hebben aangetoond dat in deze weefsels veel lipoiden en glycogeen wordt opgeslagen, dat een voedingsfunctie zou hebben bij de ontwikkeling van de geslachtsproducten. In sommige gevallen is in de preparaten van de gonaden een aanduiding te zien van de aanwezigheid van een los weefsel in nog niet rijpe

follikels. LAMMENS (1967) vond dergelijke follikel-cellen in de nog niet rijpe follikels van Macoma baltica, terwijl COE, and TURNER (1938) dergelijke structuren in de follikels van Mya arenaria vonden. Evenals het connectief weefsel buiten de follikels zouden deze follikel-cellen een voedingsfunctie hebben bij de ontwikkeling van de geslachtsproducten.

Reeds in het monster van februari zijn een aantal exemplaren met rijpe eieren te zien. Het percentage van vrouwelijke exemplaren met rijpe eieren loopt regelmatig op. In het monster van mei, wanneer de gonaden volledig rijp zijn bedragen de percentages vrouwelijke exemplaren in de populatie op het Balgzand en in de Vlieter resp. 47 % en 45 %. We mogen wel veronderstellen dat de verhouding mannelijk-vrouwelijk bij de kokkel 1 : 1 is. Er zijn in de monsters geen hermafrodiete dieren aangetroffen, zodat het waarschijnlijk is dat de kokkel in tegenstelling tot b.v. Ostrea lurida (COE 1931), Pecten maxima (TANG, 1941), Mercenaria mercenaria (PORTER, 1967) en Mytilus edulis (THORSON, 1936), gonochorist is.

Ovaria

De ovogenese begint met de ontwikkeling van oogonia uit primaire germcellen die in de wand van de follikel gelegen zijn (foto 1) (voor foto's zie aanhangsel 1).

De cellen hebben duidelijk grote kernen (in tegenstelling tot de spermatogonia, die kleinere en donkerder kernen hebben) en hebben relatief weinig plasma. Uit deze oogonia gaan zich de oocyten ontwikkelen die aanvankelijk nog voor een groot gedeelte aan de wand van de follikel vastzitten. Ze gaan echter voortdurend meer van de wand loskomen. De laatste fase in dit loskomen (en het uiteindelijk rijp

worden van de eieren) kenmerkt zich door peervormige oocyten, die nog me een dunne "steel" aan de follikelwand vast zitten (foto 2, 3) waarna ze geheel los komen te liggen in het lumen van de follikel. Deze zelfde structuren komen we tegen bij de ovaria van o.a. Mya arenaria (COE and TURNER 1938), bij Venus gallina (SALVATORELLI 1967) en bij Macoma baltica (LAMMENS 1967). Wat bij Mya en Venus en, in mindere mate, bij Macoma minder duidelijk lijkt uit te komen is het zeer duidelijke gelatineuse (?) kapsel rond de oocyten en rijpe eieren bij de kokkel (foto 4). Het lijkt er sterk op, dat dit kapsel bij de ovulatie in de follikel achter blijft (foto 5).

Wanneer in mei de eieren rijp zijn, zijn er nog maar zeer weinig of geen oogonia in de follikelwand te zijn. Het is daarom mogelijk dat, na de aanvankelijke ontwikkeling van primaire germcellen tot rijpe eieren, er hierna geen of nog slechts zeer weinig primaire germcellen zich tot rijpe eieren ontwikkelen. De rijpe eieren komen dan gedurende een periode van 2-3 maanden vrij zodat het gewicht van de ovaria, na het bereiken van het maximum gewicht bij volledige rijpheid, door het afzetten van de eieren langzaam minder wordt.

Testes

De spermatogenese begint met de ontwikkeling van de primaire germcellen die in de wand gelegen zijn tot spermatogonia. De kernen van deze cellen zijn vrij klein en erg donker van kleur en aanvankelijk nog in een dunne rand tegen de wand van de follikel gelegen (foto 6). Bij de verdere ontwikkeling gaan de spermatogonia naar het centrum van de follikel opschuiven, waar de rijping tot spermia plaats vindt (foto 7 en 8). Uit de foto's blijkt dat de eerste rijpe spermia in de loop van maart aangetroffen kunnen worden. CREEK (1960) vindt bij C. edule L. al in

januari enkele rijpe spermia. De ontwikkeling ervan zou al in de loop van oktober van het vorige jaar begonnen zijn. In november zijn de spermatocyten al duidelijk van de oocyten onder het microscoop te onderscheiden. Opvallend is in de foto's (o.a. 7) dat er in alle monsters naast de rijpe spermia steeds een grote hoeveelheid spermatogonia tegen de wand van de follikel aanwezig blijft. Dit zou er op kunnen wijzen dat, in tegenstelling tot wat er bij de ovaria opgemerkt is, de spermatogenese voortduurt ook tijdens het, gedeeltelijk, afzetten van rijpe spermia. In ieder geval zou de spermatogenese niet zo'n abrupt einde hebben als dat het geval lijkt bij de ovogenese.

b. Quantitatieve gegevens

Balgzand

Wanneer we naar de drooggewichten van de gonaden kijken zien we gerekend vanaf oktober 1967 tot eind december 1967 een lichte daling gevolgd door een lichte stijging (DRENT 1967). In februari hebben de gonade-gewichten ongeveer dezelfde waarde als in oktober (fig. 14). In de loop van februari gaan de gewichten toenem (Tabel XIII) zodat het gemiddelde gewicht midden maart ongeveer 85 % hoger is dan in oktober 1967. Wanneer we fig. 14 verder bekijken zien we dat de stijging door gaat tot begin mei (een stijging t.o.v. oktober van 700 %) waarna de gonade-gewichten gaan afnemen, hoe de gewichtsaf- en -toename t.o.v. de vorige maand telkens is, laat fig. 15 zien. Het blijkt dat de grootste gewichtstoename t.o.v. de vorige maand begin april valt, die gemiddeld 215 % bedraagt. In de loop van april stijgen de gewichten veel minder, n.l. maar ongeveer 30 % t.o.v. het vorige monster. Deze verminderde toename moeten we echter wat nauwkeuriger bekijken. Vanaf het monster

van april kunnen we onder het binoculair de rijpe vrouwelijke exemplaren van de mannelijke exemplaren scheiden, zodat we ook de gewichten apart kunnen gaan bekijken.

Tabel XIII

Gonade-gewichten (in grammen)

<u>Monsterdatum</u>	<u>34mm</u>	<u>35mm</u>	<u>36mm</u>	<u>37mm</u>	<u>38mm</u>	<u>39mm</u>
13-2-1968	0.0068	0.0072	0.0066	0.0072	0.0069	0.0068
s.d.	0.0017	0.0026	0.0017	0.0032	0.0022	0.0030
12-3-1968	0.0109	0.0107	0.0102	0.0138	0.0106	0.0120
s.d.	0.0057	0.0068	0.0068	0.0122	0.0042	0.0087
2-4-1968						
testes	0.0257	0.0288	0.0400	0.0463	0.0399	0.0284
s.d.	0.0126	0.0182	0.0155	0.0118	0.0098	0.0118
ovaria	0.0263	0.0396	0.0357	0.0373	0.0401	0.0359
s.d.						
4-5-1968						
testes	0.0539	0.0520	0.0552	0.0685	0.0553	0.0710
s.d.	0.0121	0.0094	0.0145	0.0152	0.0096	0.0098
ovaria	0.0316	0.0326	0.0303	0.0419	0.0402	0.0317
s.d.	0.0029	0.0142	0.0054	0.0120	0.0152	0.0100
3-6-1968						
testes	0.0368	0.0520	0.0383	0.0330	0.0360	0.0213
s.d.	0.0088	0.0095	0.0141	0.0075	0.0063	0.0052
ovaria	0.0277	0.0258	0.0149	0.0215	0.0308	0.0258
s.d.	0.0067	0.0154	0.0058	0.0072	0.0145	0.0139

We moeten echter wel bedenken dat we nu met zeer kleine aantallen gaan werken, zodat de verkregen getallen op z'n hoogst een aanduiding van een bepaalde tendens kunnen zijn, die met deze getallen niet statistisch betrouwbaar wordt aangetoond. Wanneer we tabel XIII bekijken zien we dat de waarden voor de ovaria-gewichten elkaar in maart en april

niet veel ontlopen en soms in april al lager zijn, terwijl de gewichten van de testes gedurende deze maanden nog een duidelijke stijging vertonen. Dit zelfde zien we uitgezet in fig. 15 waarin de af- en toename van gewichten t.o.v. de vorige maand zijn uitgezet. We zien dat de ovaria in mei ongeveer 8 % in gewicht gedaald zijn t.o.v. het vorige monster. Het is dus waarschijnlijk dat eind april de eerste eieren in zee worden afgezet. Het feit dat de ovaria direct na het bereiken van het maximum-gewicht in gewicht gaan afnemen, welke afname ook in het juni-monster te zien is, doet vermoeden dat na eind mei geen of nog maar zéér weinig nieuwe oocyten worden ontwikkeld, wat overeenstemt met de opmerkingen gemaakt in het histologisch overzicht. Bij de testes zien we gedurende april nog wel een stijging, maar die is duidelijk minder dan in de vorige maand. In het juni-monster is er een duidelijke daling t.o.v. het vorige monster opgetreden. De indruk bestaat dus dat tegen eind april, wanneer de testes zich nog niet geheel ontwikkeld hebben, er al rijpe spermia afgezet worden.

In dit verband moet vermeld worden, dat eind mei / begin juni de eerste broedval van de kokkel op het Balgzand (monsterpunt 3) plaats vindt, welke eind juni een eerste maximum bereikt (gegevens PISTOOR). Wanneer we aannemen dat de periode waarin de kokkellarven vrij in het water rond zweven ongeveer 20 - 30 dagen is (BAGGERMAN 1953) kunnen we het afzetten van de eerste geslachtsproducten verwachten omstreeks eind april/begin mei, wat ook reeds bleek uit de veranderde waarden van de gonade-gewichten. Ook CREEK (1960) meent dat in mei de meeste eieren en spermia gereed zijn om geloosd te worden. Op grond van het feit dat de gonaden begin oktober nog geen (of geen meer) rijpe geslachtscellen bevatten (CREEK 1960, DRENT 1967) mogen we aannemen, dat de geslachtsproducten afgezet worden gedurende een periode van 4 (5 ?) maanden.

(vanaf eind april/begin mei).

Vlieter

Daar de bemonstering begonnen is in maart is het onmogelijk te zeggen wanneer de eerste groei in de gonaden is gaan optreden. Het is mogelijk dat deze, gezien de zeer lage gewichten, eind januari, begin februari pas meetbaar gaat worden. Uit tabel XIV blijkt, dat de gonadegewichten tamelijk regelmatig met de lengte-klassen oplopen.

In fig. 16 zijn de drooggewichten per lengte-klasse per maand uitgezet. We zien dat de gewichten ook gedurende maart nog laag blijven, hoewel de percentuele stijging in april t.o.v. maart toch ongeveer 200 % is. Gedurende de maand april bereiken de gonaden waarschijnlijk hun maximum gewicht, wat t.o.v. maart een stijging van ongeveer 2900 % betekent. Het lijkt er op, dat de ovaria iets hogere gewichten bereiken dan de testis (fig. 16). Gedurende mei gaan de gonadegewichten dalen, waarbij de daling van de ovaria sterker is dan die van de testes. We mogen aannemen dat begin mei bij het Vlietermonster de geslachtsproducten gedeeltelijk in zee geloosd worden. Of dit inderdaad evenredig is met de gewichtsvermindering in fig. 16, is de vraag. We hebben in mei te doen met een sterke groei in de lengte waarbij de groei (gewichtstoename) in het vlees bij ten achter bleef. Het is dus heel goed mogelijk de gonadegewichten in zekere mate dit zelfde patroon volgen en dus de daling in gewichten niet representatief is voor het afzetten van de geslachtsproducten.

Zoals uit tabel XIV en fig. 16 blijkt lijkt in het algemeen de daling en stijging van de gonadegewichten in alle lengte-klassen gelijk te verlopen, zodat we mogen veronderstellen dat de mate van afzetting van geslachtsproducten voor alle klassen gelijk is.

Tabel XIV

Gonade-gewichten (in grammen)

<u>Monsterdatum</u>	<u>20mm</u>	<u>21mm</u>	<u>22mm</u>	<u>23mm</u>	<u>24mm</u>	<u>25mm</u>	<u>26mm</u>
11-3-1968	0.0009	0.0012	0.0013	0.0016	0.0015	0.0013	0.0014
s.d.	0.0005	0.0006	0.0009	0.0005	0.0004	0.0004	0.0004
1-4-1968	0.0023	0.0026	0.0038	0.0037	0.0040	0.0052	0.0054
s.d.	0.0005	0.0021	0.0020	0.0030	0.0015	0.0015	0.0033
3-5-1968							
testes	0.0340	0.0382	0.0462	0.0473	0.0406	0.0527	0.0555
s.d.	0.0069	0.0081	0.0046	0.0023	0.0123	0.0126	0.0121
ovaria	0.0194	0.0249	0.0321	0.0342	0.0347	0.0369	0.0403
s.d.	0.0084	0.0036	0.0078	0.0064	0.0068	0.0124	0.0074
5-6-1968							
testes	0.0171	0.0131	0.0177	0.0192	0.0189	0.0207	0.0261
s.d.	0.0024	0.0071	0.0085	0.0066	0.0088	0.0069	0.0083
ovaria	0.0082	0.0076	0.0093	0.0129	0.0149	0.0126	0.0155
s.d.	0.0039	0.0038	0.0055	0.0055	0.0045	0.0037	0.0073

VI. DISCUSSIE

Wanneer we naar het verband tussen schelp lengte en schelpgewicht kijken, zien we dat zeker nog in het derde jaar de lengtegroei belangrijker is dan de diktegroei (Vlieter). Bij oudere kokkels wordt de diktegroei belangrijker (Balgzand).

KRISTENSEN (1957) vermeldt dat er tussen de lengte (mm) en de derdemachtswortel uit het schelpgewicht een rechtlijnig verband bestaat, terwijl deze rechte lijn na extrapolatie door het nulpunt lijkt te gaan. Wanneer we nu naar fig. 4 kijken, zien we dat er tussen het schelpgewicht en de derde macht van de lengte, zoals te verwachten is, een rechtlijnig verband bestaat. Wanneer we de rechte getrokken door het Vlietermonster verlengen tot de lengten van het Balgzand-monster, lijkt deze lijn

onder die van het Balgzand te lopen (hoewel voor meer betrouwbare opmerkingen een statistische bewerking nodig zou zijn). Het zou er op kunnen wijzen dat een populatie die voortdurend onder water is (Vlieter) bij dezelfde schelpenlengte, lichtere schelpen heeft dan een populatie die door getijdebewegingen regelmatig droogvalt. Wanneer we naar fig. 13 kijken, zien we dat er, hoewel in het april-monster minder duidelijk, een tendens dat de vleesgewichten van schelpen die voortdurend onder water zijn, bij gelijke lengte, hoger zijn dan die van exemplaren die regelmatig droogvallen. Wanneer we schelpgewichten en vleesgewichten van de beide populaties in één (fig. 17) zetten, zien we dat bij 40 % "exposure" (Balgzand) de waarde van de verhouding schelpgewichten: vleesgewicht groter is dan bij 0 % "exposure" (Vlieter).

BAIRD and DRINNAN (1956) zien een dergelijk verschijnsel bij mossels die slechts in tijd van droogliggen ("exposure") verschilden, n.l. 0 % en 53 %. Ook hier blijken de littorale exemplaren een hoger schelpgewicht: vleesgewicht-waarde te hebben, wat veroorzaakt wordt zowel door een vermindering van het vlees als door een toename van het schelpgewicht bij een gegeven lengte. Zij stellen dat de energiebehoefte voor de instandhouding van het basaalmetabolisme tijdens het droogliggen wordt gedekt door het verbranden van vlees (gewichtsverlies). Tevens wordt tijdens het droogliggen door het basaalmetabolisme Ca aan de schelp onttrokken. Dit energieverlies (verminderd vleesgewicht en Ca-gehalte) moet in de volgende periode van-onder-water weer op peil gebracht worden. Dit betekent dat voor het bereiken van een bepaalde lengte er een groter aantal groei-perioden moet worden doorgemaakt, wat resulteert in een dikkere schelp en een lager vleesgewicht.

Het bleek dat er eind december al een lichte stijging in de gonade-

gewichten waste constateren (DRENT) toen de temperaturen nog laag waren. Het blijkt dat in de loop van maart, wanneer de temperaturen een stijgende tendens gaan vertonen (en boven de 5° C komen) de gonadegewichten sterk toenemen. Opvallend is, dat de eerste geslachtsproducten vrijkomen juist wanneer de watertemperaturen in eind april/begin mei enige dagen boven de 10° C zijn gekomen. Het lijkt aannemelijk dat de temperatuur de belangrijkste factor is voor het lozen van geslachtsproducten uit de rijpe gonaden en dat de kritische temperatuur 10° C zou zijn (LAMIENS 1967 vond dit ook voor *Macoma baltica*). CREEK 1960 vindt in histologische preparaten aan het eind van het jaar reeds spermatocyten en oocyten in de gonaden. De gonade-ontwikkeling zal dus aan het eind van het najaar beginnen maar door de lage wintertemperaturen sterk afgeremd worden. In het vroege voorjaar wanneer de temperatuur gaat stijgen, gaan de gonaden zeer sterk groeien. Een stijging van de watertemperaturen (beter de temperatuur van de omgeving) zou dus regulerend effect hebben op de gonade-ontwikkeling. Tevens zullen ook de veranderingen in daglengte (nl. langer worden) de gonade-ontwikkeling sterk kunnen beïnvloeden.

In dit verband zou het aardig zijn te weten hoe de gewichten van de diverse onderdelen van de kokkel zouden verlopen, wanneer we ze op constante zomercondities zouden houden met voldoende voedsel, terwijl het ook interessant zou zijn te weten wat plotselinge, langdurige temperatuurveranderingen voor effecten zouden hebben.

VII. Referenties

- ANSELL, A.D., 1964. Some parameters of the growth of mature Venus mercenaria. Journ. du Conseil. 29: 214-220.
- ANSELL, A.D., 1964. Studies on the hard-shell clam, Venus mercenaria, in British waters. Journ. Appl. Ecol. 1: 63-82.
- BAGGERMAN, B., 1953. Spatfall and transport of Cardium edule L. Arch. Néerl. Zool. 10 (3): 315-342.
- BAIRD, R.H. & R.E. DRINNEN, 1956. The ratio of shell to meat in Mytilus as a function of tidal exposure to air. Journ. du Conseil 22 (1): 329-336.
- BARGETON - COUTEAUX, M., 1942. Les variations saisonnières du tissu confoctif vésiculeux chez l'huitre. Bull. biol. 76: 175-191.
- CHIPPERFIELD, P.N.J., 1953. Observations on the breeding and settlement of Mytilus edulis in British waters. J. Mar. biol. Ass. V.K. 32: 449-476.
- COE, W.R., 1931. Development of the gonads and the sequence of the sexual phases in the Californian oyster (Ostrea lurida). Bull. Scripps. Inst. Oceanography 3: 1931-1935
119-138.
- COE, W.R. & D.C. FOX, 1944. Biology of the Californian sea-mussel (Mytilus californicus) III.: environmental conditions and rate of growth. Biol. Bull. 87: 59-72.
- COE, W.R. & H. TURNER, 1938. Development of the gonads and gametes in the soft-shell clam Mya arenaria. J. of Morfology. 62: 91-111.
- COE, W.R., 1947. Nutrition, growth and sex of pismo clam. J. exp. Zool. 104: 11-23.
- COLE, H.A., 1956. A preliminary study of the growth-rate in cockles (Cardium edule) in relation to commercial exploitation. Journ. Conseil. 22 (1): 77-90.

- CREEK, G.A., 1960. Development of the lamellibranch (Cardium edule L.)
Proc. Zool. Soc. London. 135 (2): 243-260.
- DEIGHTON, L., 1967. Action cook book. Penguin Handbook PH129. 170-171.
- DRENT, P., 1967. Onderwerp verslag over groei en gonade-ontwikkeling
bij Cardium edule L. N.I.O.Z. Den Helder.
- EISMA, D., 1965. Shell-characteristics of (Cardium edule L.) as an
indicator of salinity. Neth. Journ. Sea Research. 2
(4): 493-540.
- GURR, R., 1962. Staining animal tissues. Leonard Hill (books) Ltd.
London.
- HANCOCK, D.A., 1960. Seasonal changes in the condition of edible
cockles (Cardium edule L.). Int. Council expl. Sea-
shellfish comm. 161 (100): 1-4.
- HANCOCK, D.A., 1967. Predation of cockles (Cardium edule L.) by
oystercatchers. Int. Council for the exploration of sea.
Shellfish Comm. no. 104.
- HANCOCK, D.A., 1967. Growth and mesh selection in the edible cockle
(Cardium edule L.). Journ. of appl. ecology. 4 (1):
137-159.
- HOVENKAMP, S.G., 1959. De bepaling van korrelgrootte-verdeling met het
Van Veen bezinkingstoestel. Rijkswaterstaat-Deltadienst.
Waterloopkundige afdeling (Hellevoetsluis). Rapp. 15.
- JOHNSTONE, J., 1899. Cardium edule L. Liverpool mar. biol. Comm. 2.
- K.N.M.I., 1968. Maandelijks overzicht van de weersgesteldheid (jan. -
juli).
- KREGER, D., 1940. On the ecology of Cardium edule L. Arch. Néérl.
Zool. 6: 157-200.
- KRISTENSEN, I., 1957. Differences in the density and growth in a cockle
population in the Dutch Waddensea. Arch. Néérl. Zool.
12: 351-453.
- LAMMENS, J.J., 1967. Growth and reproduction in a tidal flat population
of Macoma baltica L. Neth. Journ. Sea Research. 3 (3):
315-382.

- LOVEGROVE, T., 1961. The effect of various factors on dry-weight values. *Rapp. Cons. Expl. Mer.* 153: 86-91.
- ORTON, J.H., L.E. BUNTING, A. ESLICH, & J.W. JONES, 1936. Rate of growth of Cardium edule L. *Nature* 137: 705-706.
- ORTON, J.H., J. McCLOY, J.M. DODD, H.C. DAVIES, & F.B.J. EDMONDS, 1937. Rate of growth of totally submerged Cardium edule L. *Nature*, 139: 799-801.
- PORTER, H.J., 1967. Seasonal gonadal changes of adult clams Mercenaria mercenaria L. in North Carolina. *Proc. Nat. Shellfish Ass.* 55: 35-52.
- POSTMA, H., 1950. The distribution of temperature and salinity in the Wadden Sea. *Waddensymposium. Tijdschr. Kon. Nederl. Aardrijksk. Genootsch.*, 67: 34-42.
- SALVATORELLI, G., 1967. Osservazione sul ciclo riproduzionee annuo di Venus gallina *Annali dell'Universita di Ferrara. Sezione 13. Anatomia comperata.* 11 (2):..
- TANG, S.F., 1941. The breeding of the escallop (Pecten maxima L.) with a special note on the growth-rate. *Proc. Transact. Liverpool Biol. Soc.* 54: 9-18.
- THAMDRUP, H.M., 1935. Beiträge zur Ökologie der Wattenfauna (auf experimenteller Grundlage). *Medd. Komm. Havundersøg.* *Fiskeri* 10 (2): 1-125.
- THORSON, G., 1936. The larval development, growth and metabolism of arctic marine bottom invertebrates compared with those of other seas. *Medd. Grønland.* 100 (6): 1-155.
- VERWEY, J., 1954. On the ecology of distribution of Cockle and Mussel in the Dutch Waddensea, their rôle in sedimentation and the source of their food supply. *Arch. Néérl. Zool.* 2: 172-239.
- WALTON, C.L., 1929. Notes on the shell of Cardium edule L. . *Rapp. Lancashore Sea Fisheries Lab.* 28: 47-50.

WILBUR, K.M. & H. JODREY, 1952. Shell formation studies using Ca^{45} .

Biol. Bull. 103: 269-275.

WINKWORTH, R., 1916. Giant race of Cardium edule L. Journ.

Conchology. 15/16: 157.

VIII AANHANGSEL

Economische aspecten

In de Waddenzee vormt de kokkel tezamen met andere schelpdieren een belangrijke bron van voedsel voor een aantal vogels zoals eidereenden. In zee wordt naast krabben en zeesterren ook zeer veel door platvissen op de kokkel gepredeerd. (HANCOCK 1961). Behalve deze dierlijke consumenten treedt de mens ook op als consument van de kokkel. Vooral in Engeland en in veel mindere mate in Frankrijk wordt de kokkel veelvuldig gegeten en is daar ook wel bekend als "the poormans oyster" (DEIGHTON 1967).

In Engeland worden de kokkels op bij eb droogvallende stukken zeebodem met een soort hark uitgegraven. Belangrijke kokkelvelden liggen in het Thames-estuary, Burry-Inlet (Zuid Wales) en bij de Morecome Bay. In de vijftiger jaren is de kokkel gedurende een periode van geringe broedval sterk overbevist. Dit heeft geleid tot een intensief onderzoek naar de groei en broedval van de kokkel. Tevens heeft dit geleid tot het instellen van minimum maten die echter in verband met plaatselijke verschillen in groei, niet in alle Sea Fishery Districts hetzelfde zijn. (gem. ongeveer 18 mm) (HANCOCK 1963).

In Nederland is de kokkelvisserij uiterst gering (in Den Helder wordt dit eigenlijk alleen maar gedaan door de HD 101). De aanvoer van kokkels op de afslag is dan ook gering en bedroeg in 1966 voor de

afslag op Texel ongeveer 172.000 kg., terwijl in Den Helder slechts 4000 kg werd verhandeld. De visserij in Zeeland schijnt wat beter en van grotere omvang te zijn.

Het grootste, commerciële, visserijbedrijf op kokkels in de Waddenzee is Severnside Visprod. Mij. te Harlingen. Dit is een zusterbedrijf van een Engelse maatschappij, die voor eigen rekening vist en bijna uitsluitend naar Engeland exporteert. Dit bedrijf heeft de laatste jaren grote hoeveelheden kokkels gevist en neemt ook het leeuwendeel van de Nederlandse omzet voor haar rekening.

1962	6 402 990 kg.	(gegevens van het Ministerie
1963	2 372 360 kg.	van Landbouw en Visserij).
1964	5 529 220 kg.	
1965	8 253 430 kg.	

Om welke aantallen het gaat wordt duidelijk wanneer we bedenken dat in één kg. 70-80 kokkels (versgewicht) gaan.

In tegenstelling tot Engeland worden in Nederland de kokkels vnl. met behulp van boten gevist, waarbij een stalen bak over de bodem wordt getrokken. De grootte van de te vissen kokkels wordt uitsluitend bepaald door bedrijfs-economische factoren en de vraag van de afnemer (s). In het algemeen kan gesteld worden, dat kokkels die gezouten worden, groter dienen te zijn dan normaal (b.v. gekookte exemplaren) daar door het zouten de kokkels krimpen. Kokkels in het zuur mogen wel kleiner zijn. Het verschil kan het best worden uitgedrukt in aantallen (vleesgewicht) per kilo. In het eerste geval is dit ongeveer 450, in het laatste geval kan dit wel 700 zijn. (gegevens van Severnside N.V.).

Bij benadering kunnen we dus zeggen dat, mede op grond van gegevens uit Hfd. II, kokkels (b.v. van de populatie op het Balgzand), vanaf de 36 mm klasse op grond van bovenstaande eisen, exploitabel zouden zijn als de aantallen, economisch gezien, groot genoeg zouden zijn.

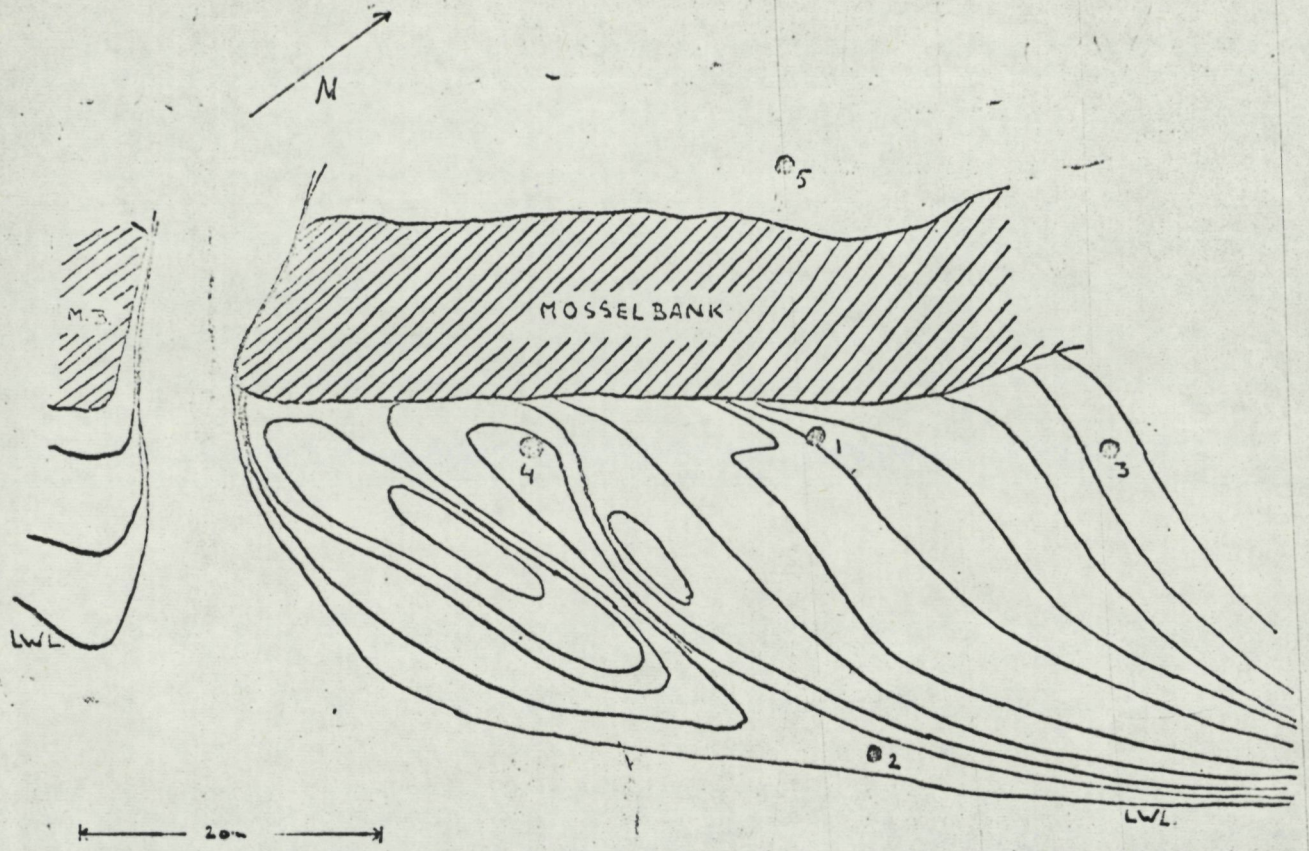
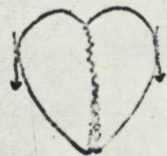


Fig. 1. Monsterpunten op Balyzand, met relatieve hoogtelijnen.
(No. 1. is hoofdmonsterpunt).

in meters.



lengte



breedte

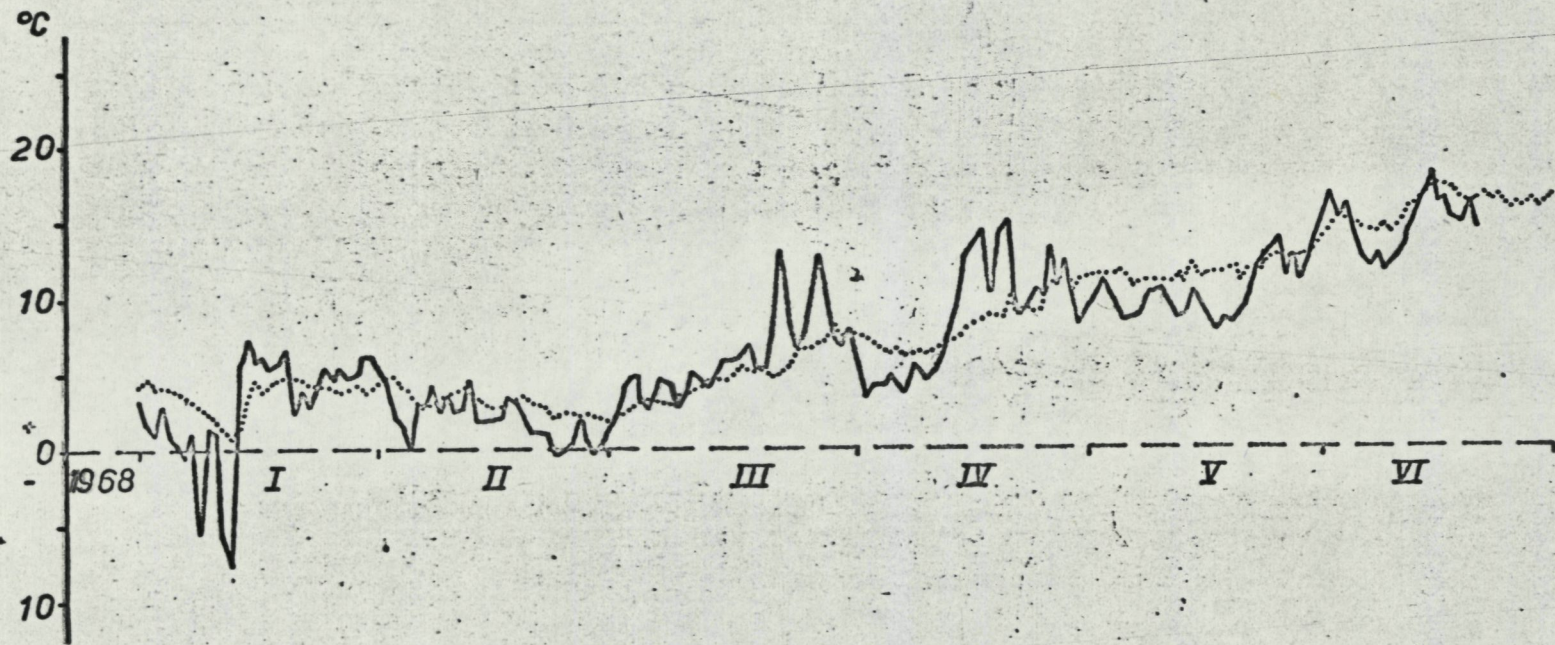


Fig. 2. Luchttemperaturen (—) en watertemperaturen (.....) te Den Helder.

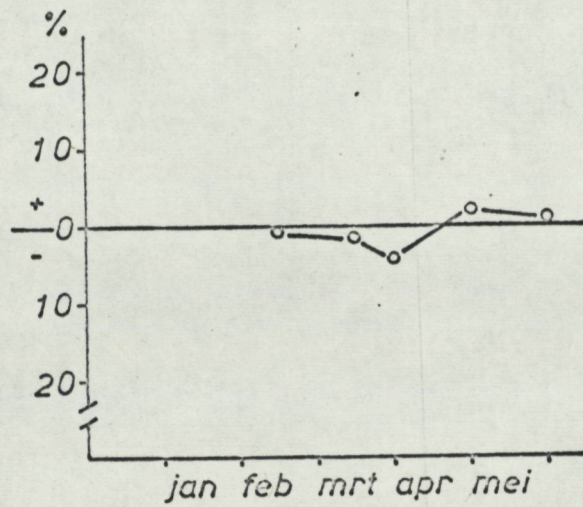


Fig. 3. Percentuele gewichtsveranderingen in het gemiddelde schelpgewicht t.o.v. vorige maand (=100%). (Balgzand)

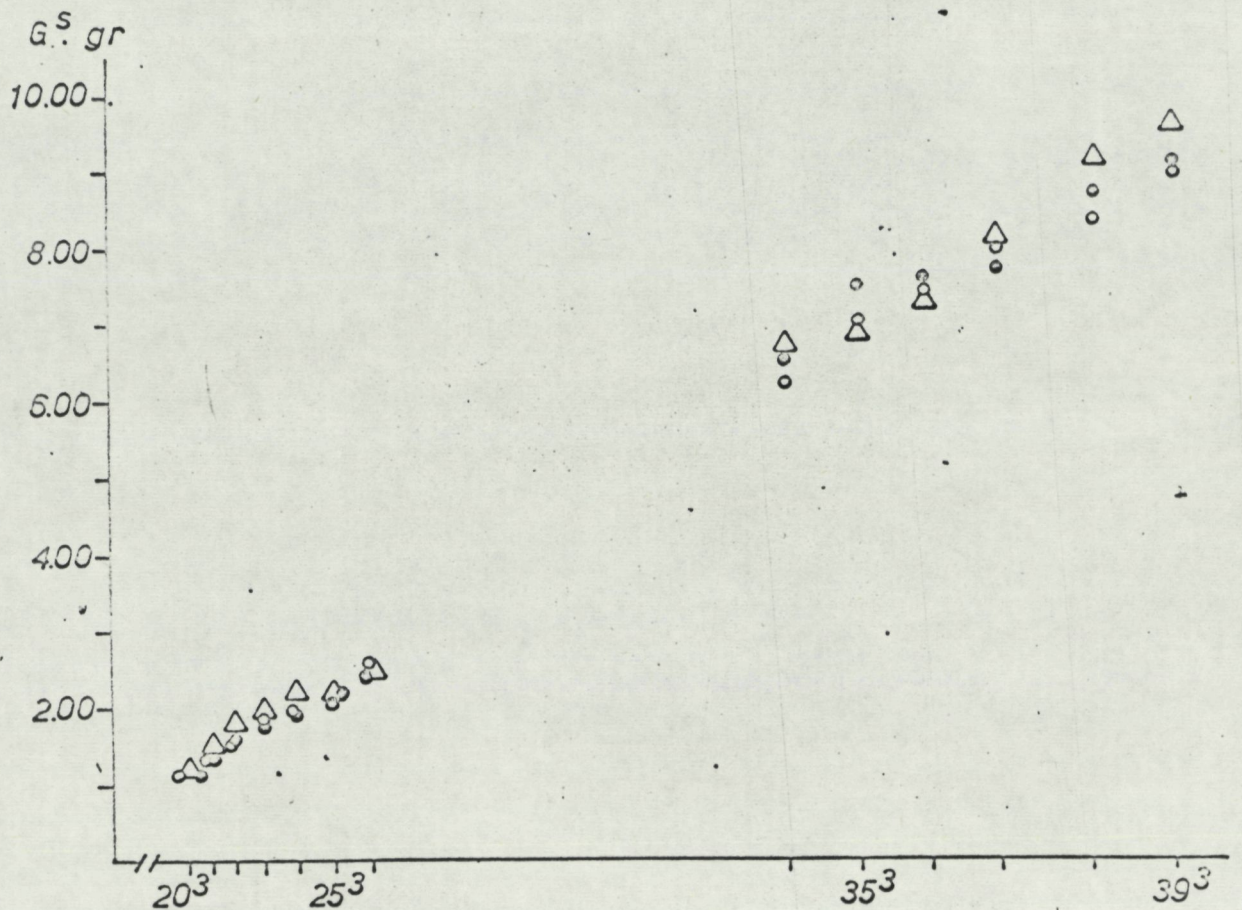


Fig. 4.

Verband tussen schelpgewicht en bijbehorende derde macht van de lengte (L^3) van Vlieter en Balgzand. (Ieder punt is een gemiddelde van resp. 11 en 12 waarden!).

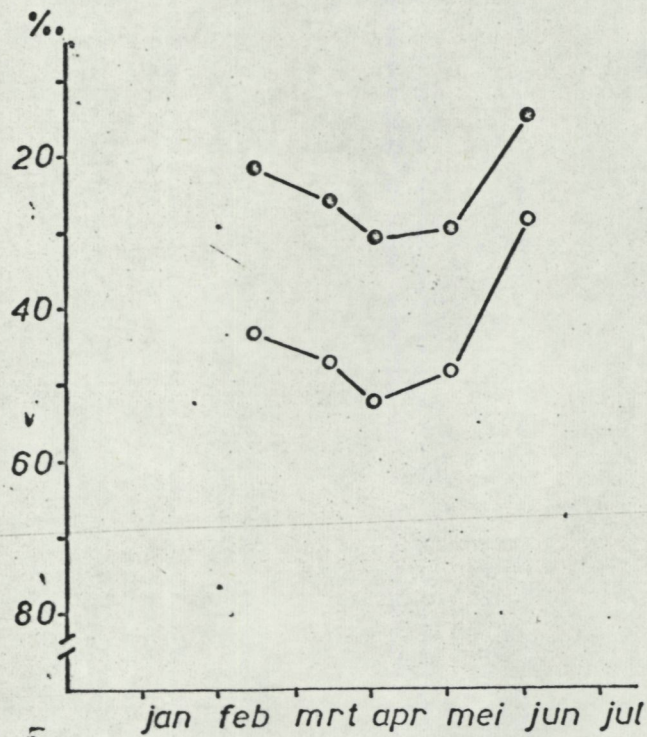


Fig. 5.

Percentueel gewichts af- en toename t.o.v. \bar{X} '67 (=100%) (Balgzand).

- voet-gewichten (gemiddeld)
- mantel-gewichten (-..-)

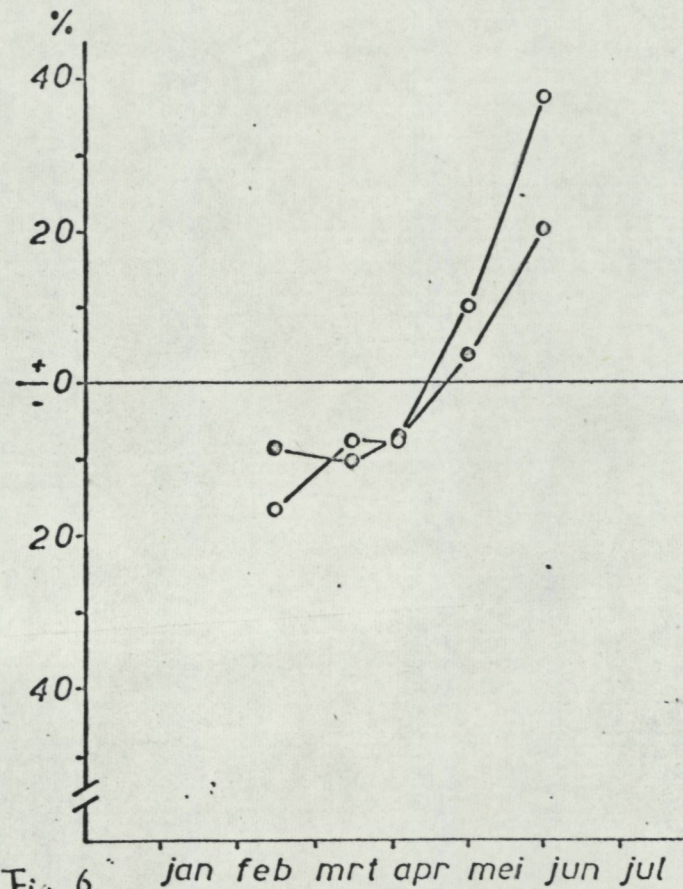


Fig. 6.

Percentuele gewichtsverandering t.o.v. vorig monster (=100%) (Balgzand).

- voet-gewichten (gemiddeld)
- mantel-gewichten (-..-)

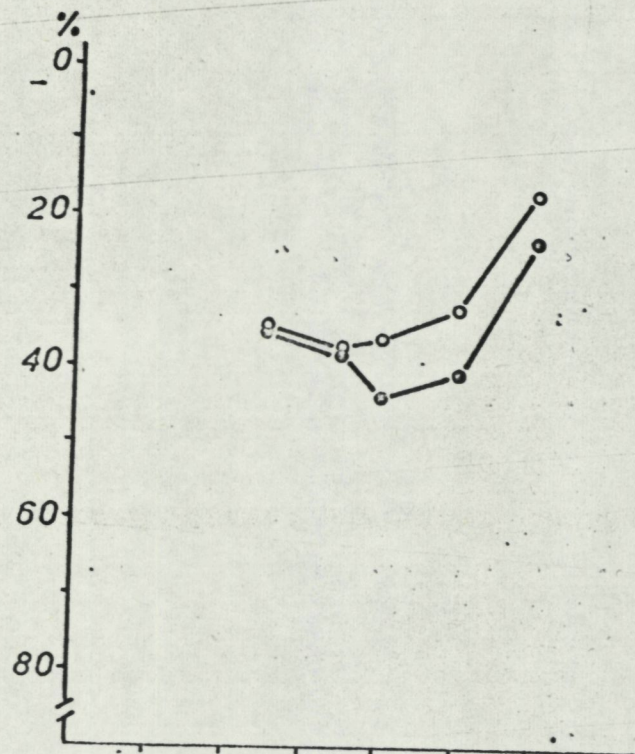


Fig. 7. jan feb mrt apr mei jun
 Percentuele gewichts af- en toename
 t.o.v. X-'67 (=100%) (Balgzand).
 • vlees totaal (gemiddeld)
 • vlees-gonaden (" - ")

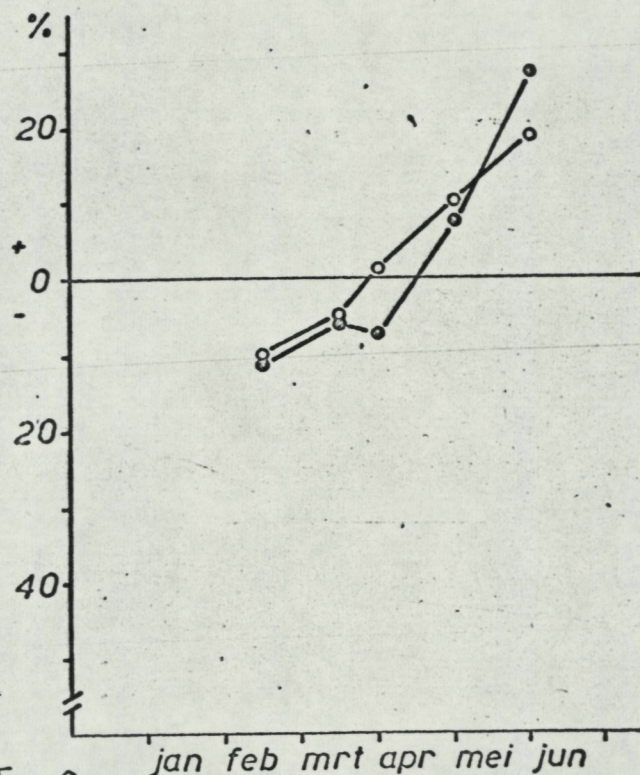


Fig. 8. jan feb mrt apr mei jun
 Percentuele gewichtsverandering t.o.v.
 vorig monster (=100%) (Balgzand)
 • vleesgew. totaal (gemiddeld)
 • vleesgew.-gonaden (" - ")

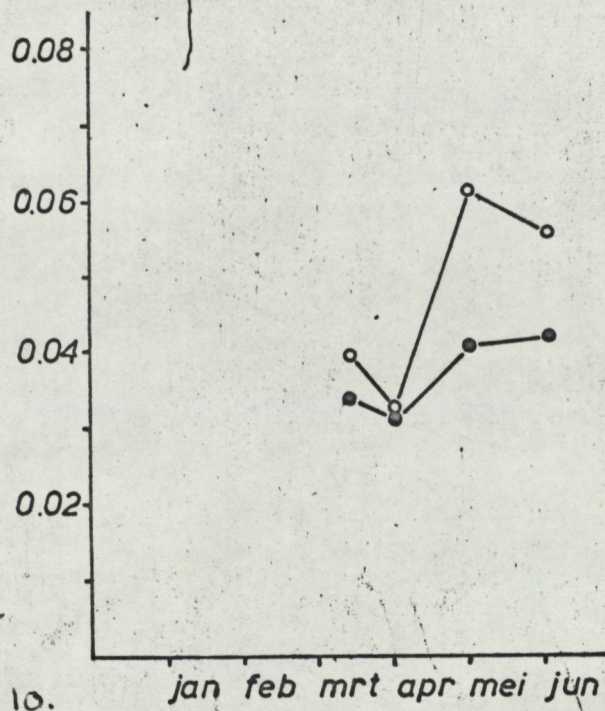


Fig. 10. *jan feb mrt apr mei jun*
 Gem. Voet gewichten (o) (Vlieter)
 " Mantel gewichten (•) "

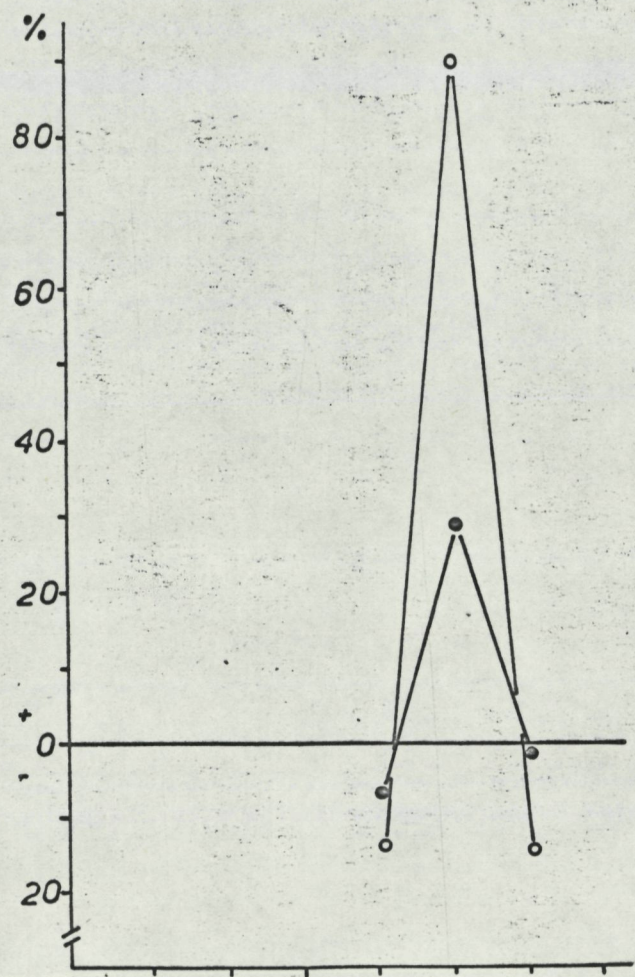


Fig. 11. *jan feb mrt apr mei jun*
 Percentuele verandering t.o.v. vorig
 monster (=100%) (Vlieter).
 o voet • mantel

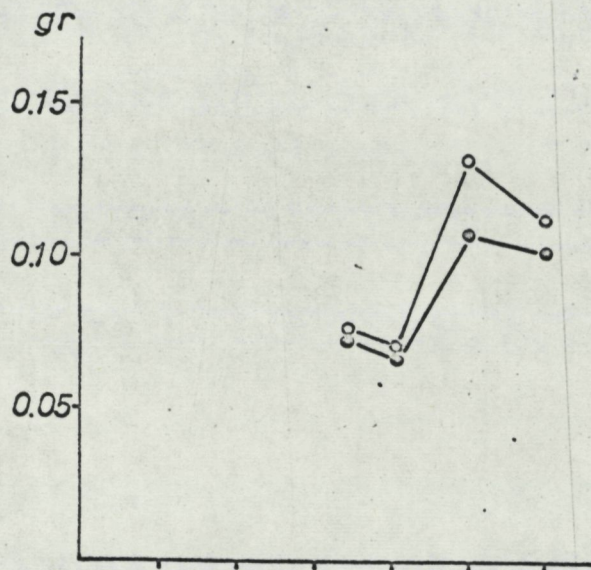


Fig. 12. jan feb mrt apr mei jun

○ gemiddelde vleesgewichten totaal
 ● - - - - - gonaden

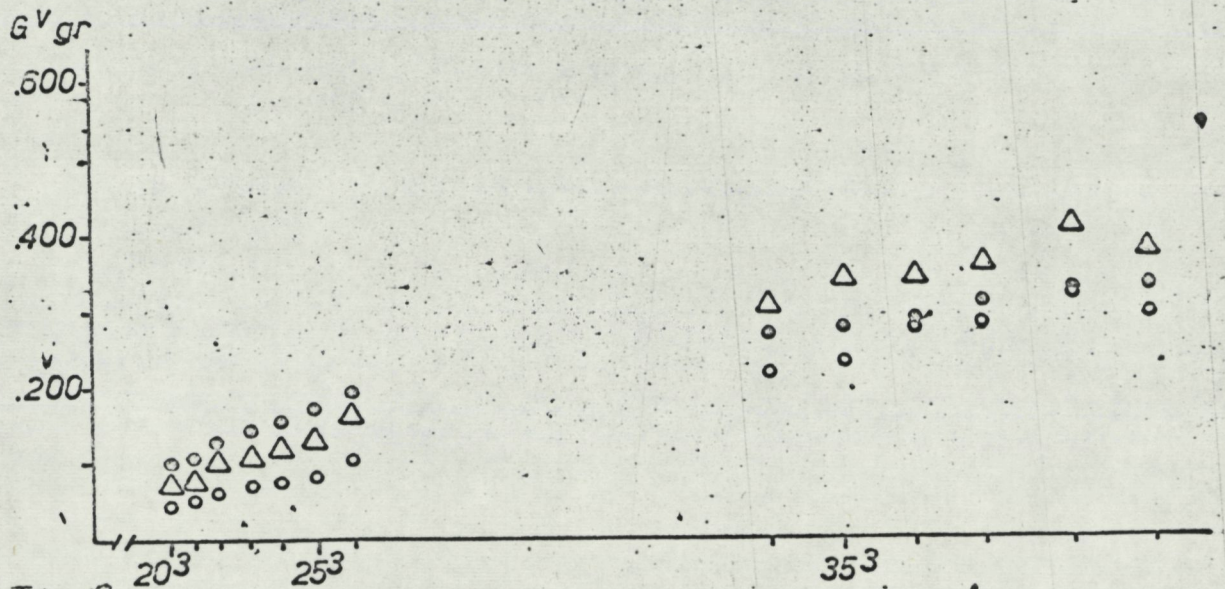


Fig. 13.

Verband tussen vleesgewicht (totaal) en bijbehorende derde macht van de lengte (L^3), van Vlieter en Balgzand. (Ieder punt is een gemiddelde van resp. 11 en 12 waarden)

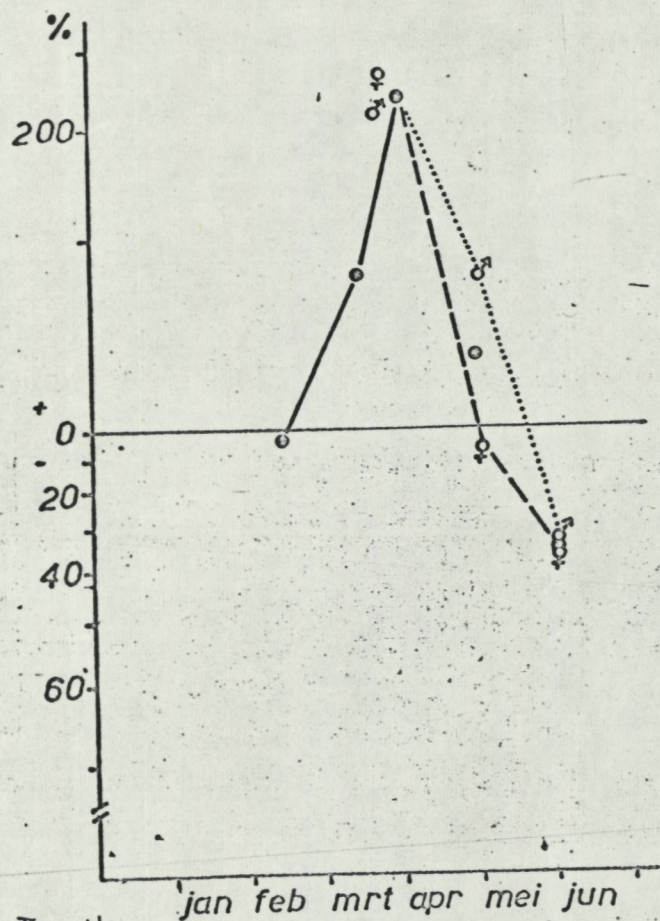


Fig. 14.
 Gemiddelde percentuele gewichts
 veranderingen in gonade gewicht
 t.o.v. vorige maand (=100%)
 (Balgzand)

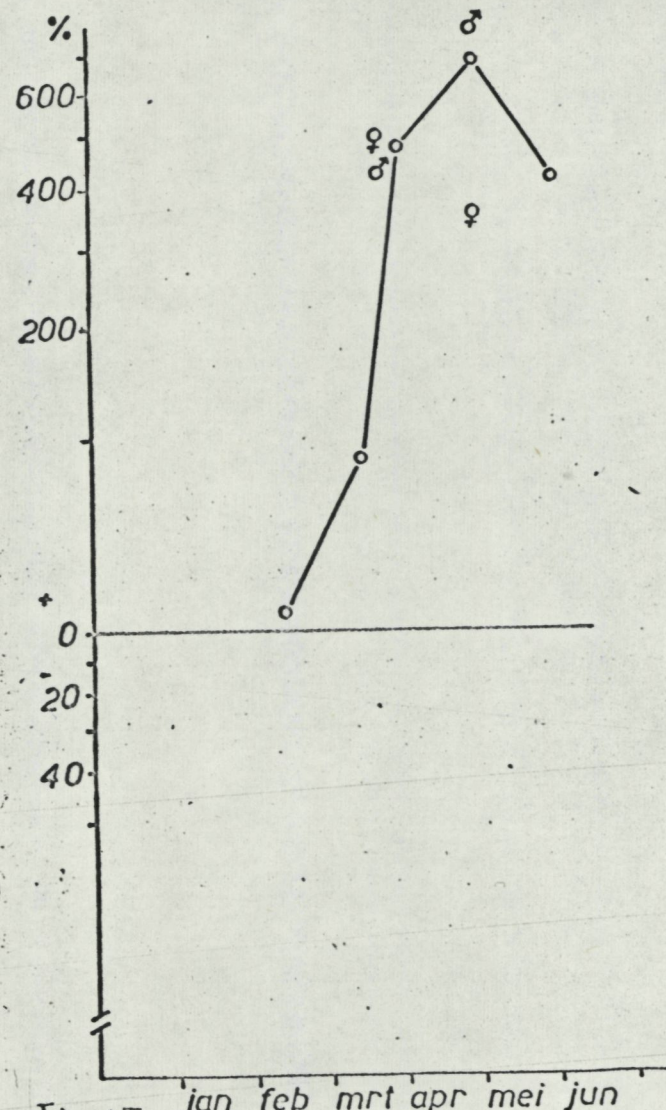
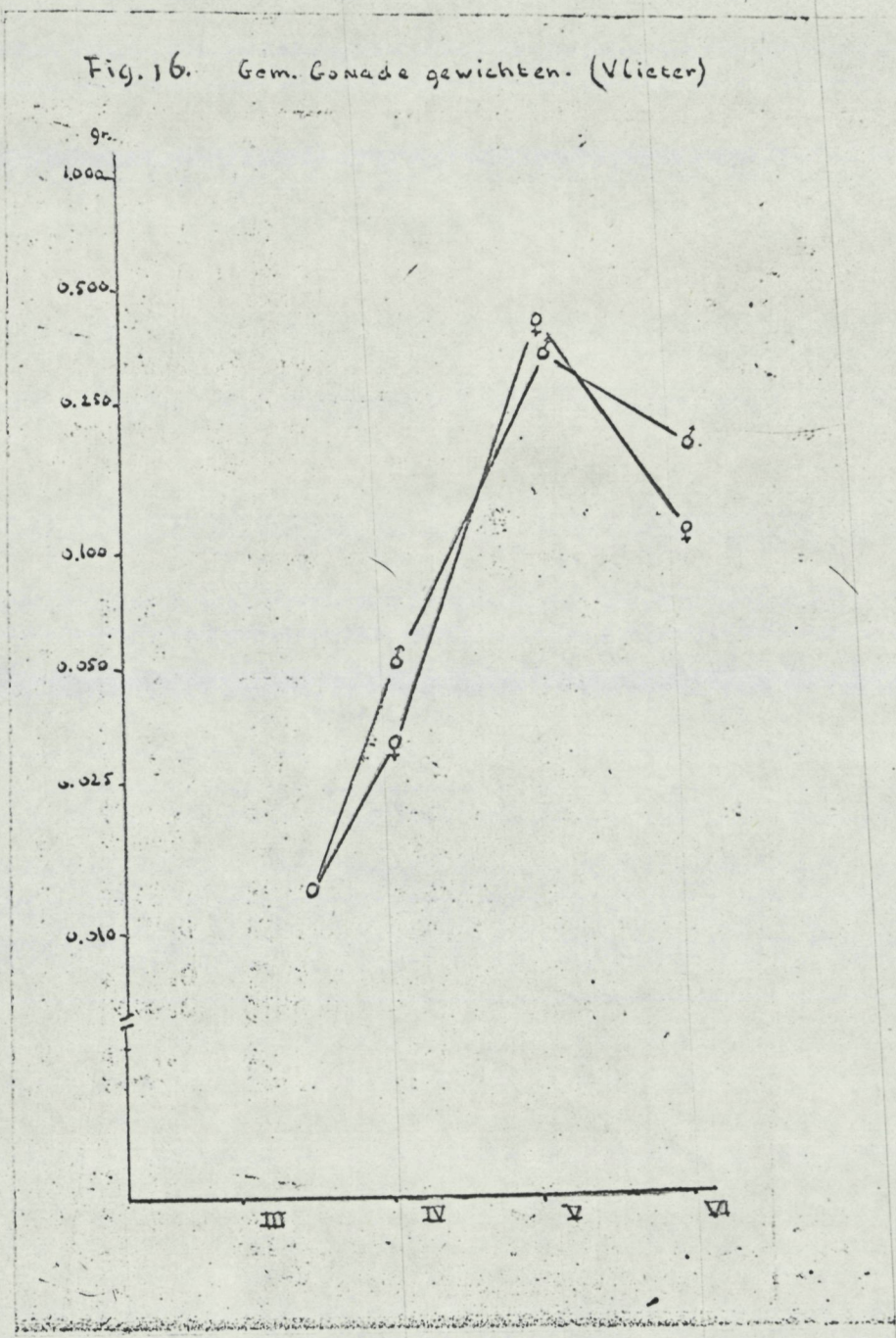


Fig. 15.
 Gemiddeld percentueel gewichts af-
 en toename van de gonaden t.o.v.
 X '67 (=100%) (Balgzand).

Fig. 16. Gem. Gonade gewichten. (Vlieter)



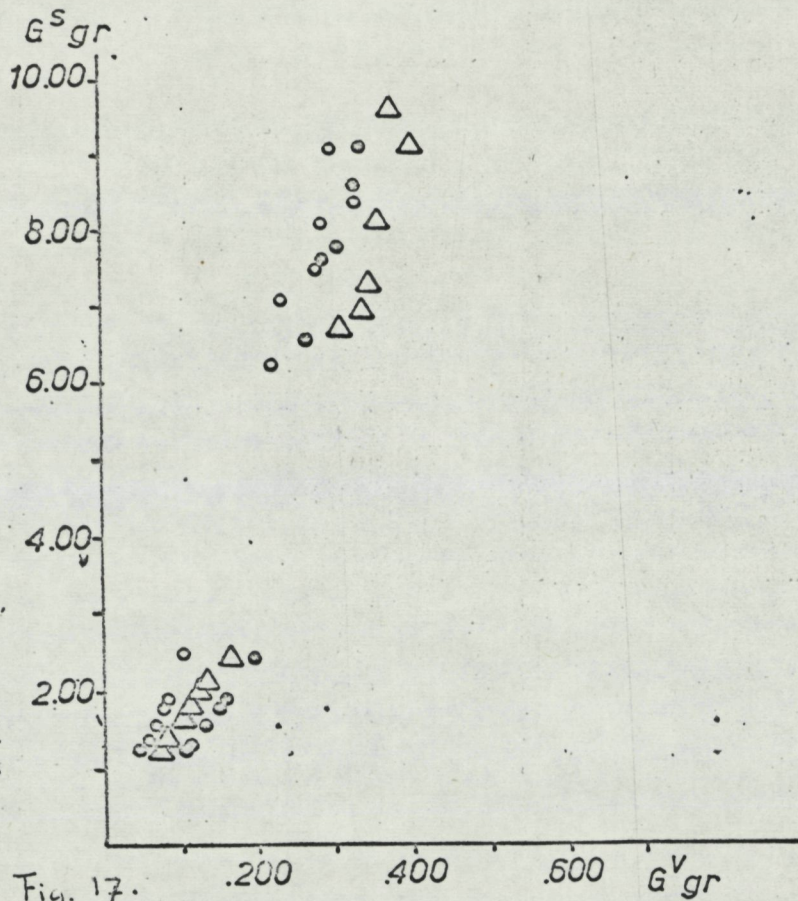
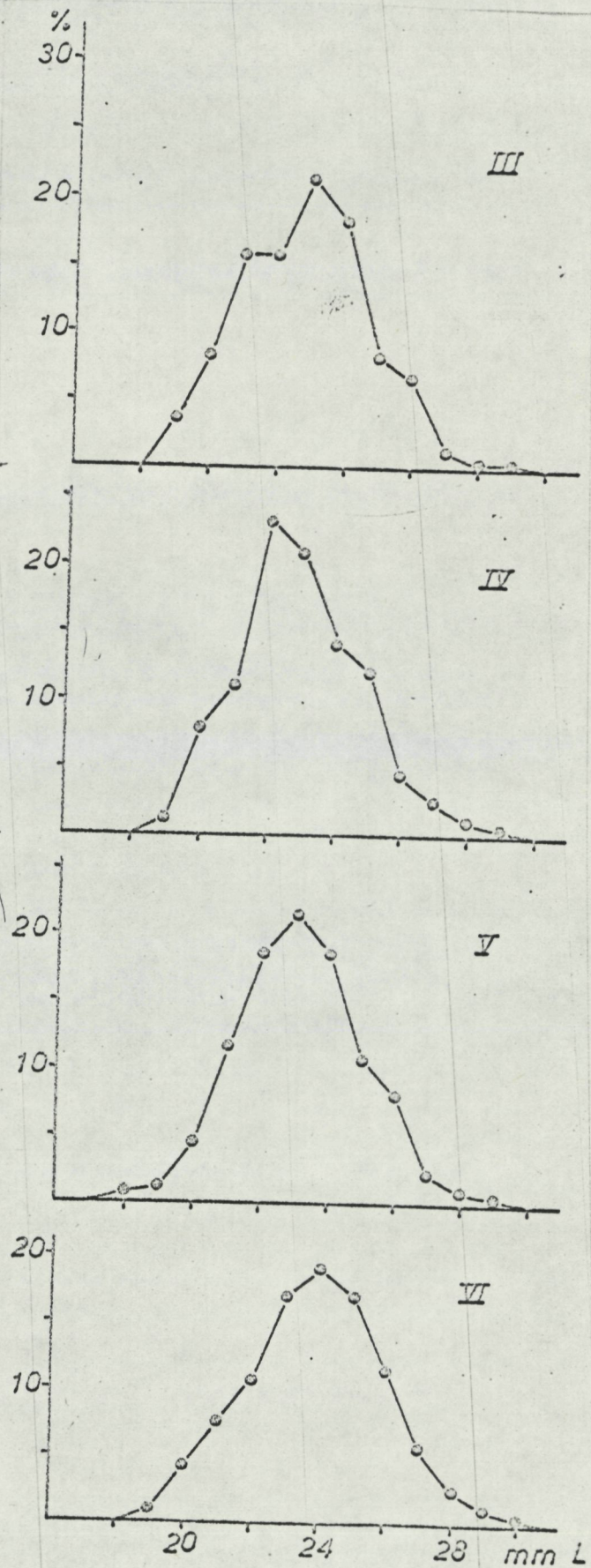
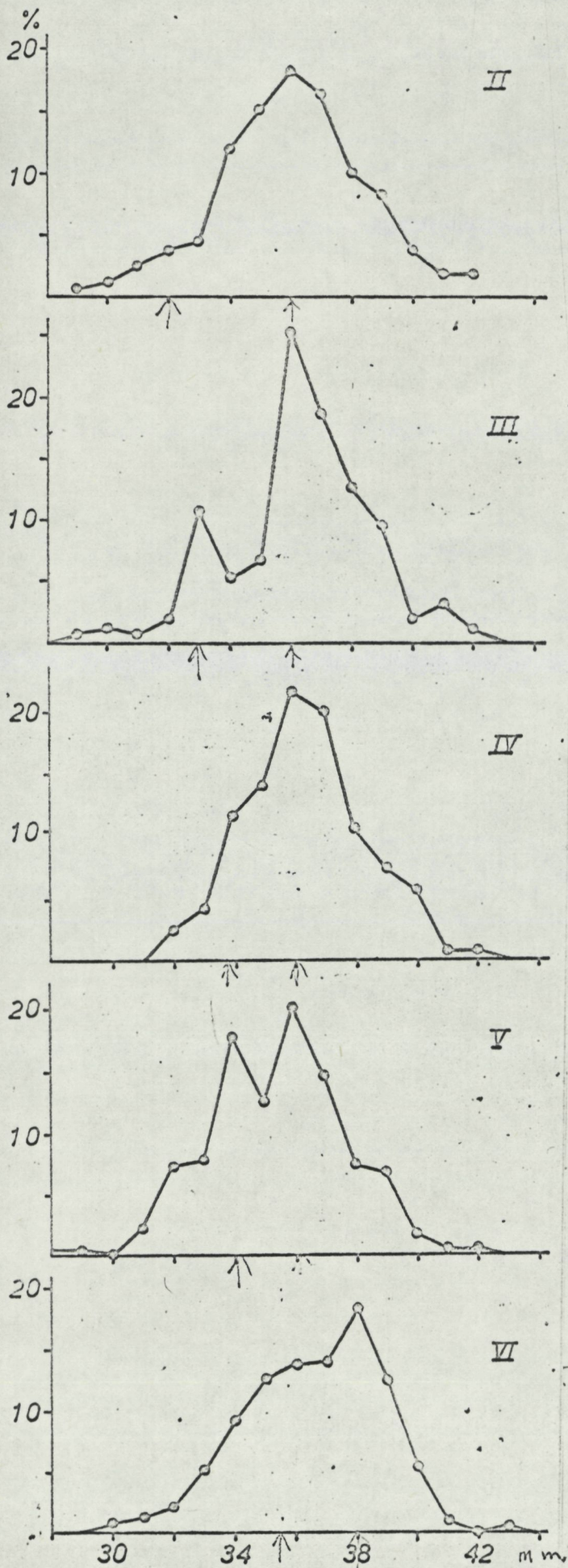


Fig. 17.
 Verband tussen vleesgewicht (h.taal) en
 schelpgewicht van Vlieter en Balgzand.
 (Ieder punt is een gemiddelde van resp.
 11 en 12 waarden).

Aanhangsel 2. Percentage lengte verdelingen

Balgzand

De Vlieter



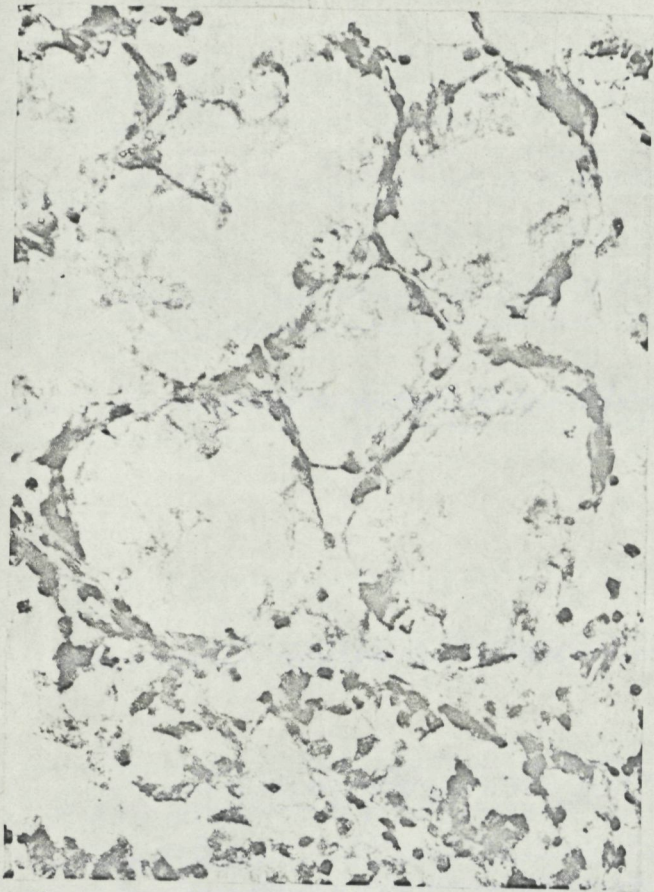


Foto. 1. III. '68. ♀ (VL)

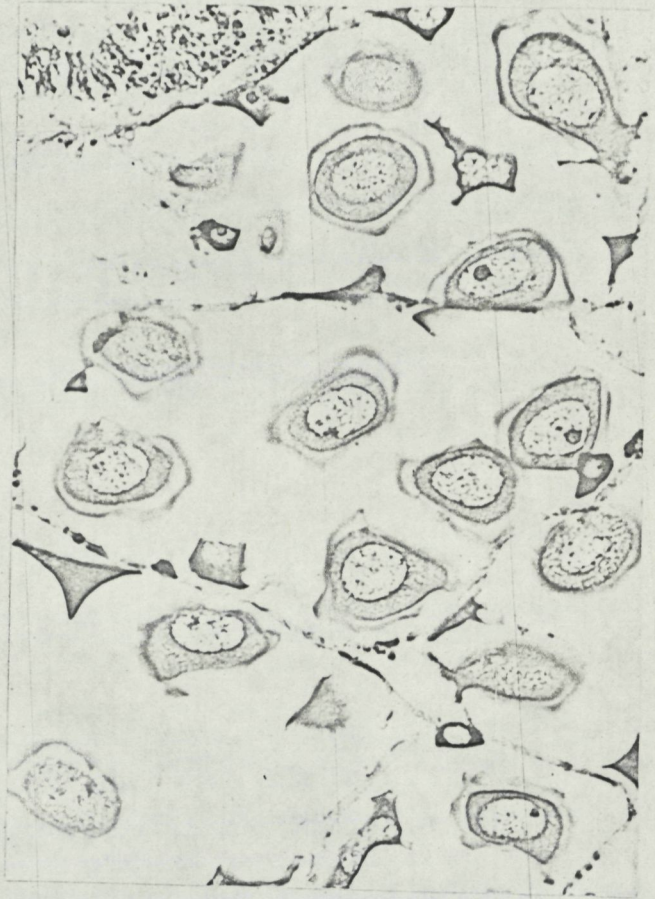


Foto. 2. IV. '68 ♀ (Ba)



Foto. 3. V. '68 ♀ (Ba).

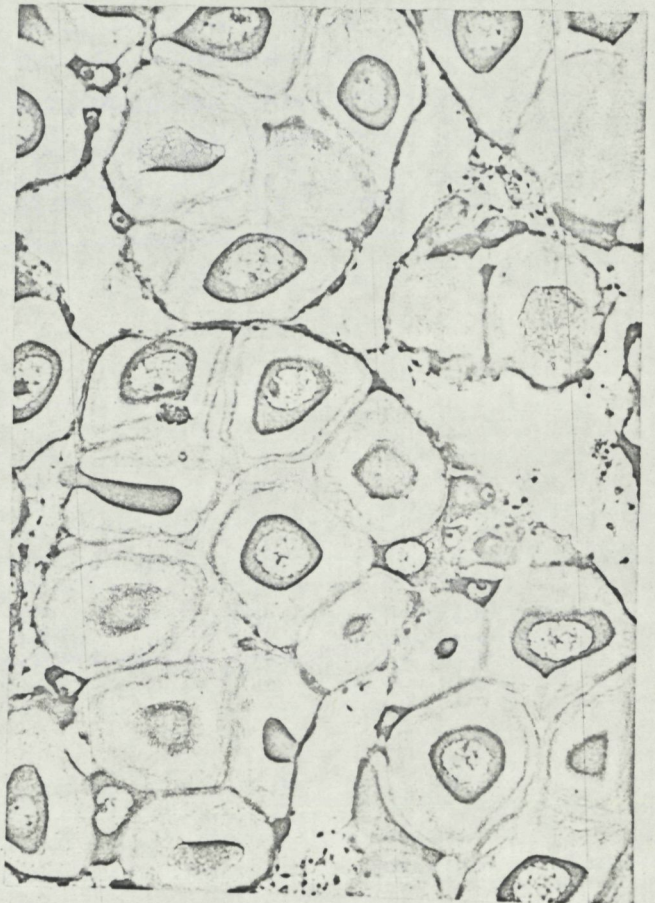


Foto. 4. V '68 ♀ (Ba).

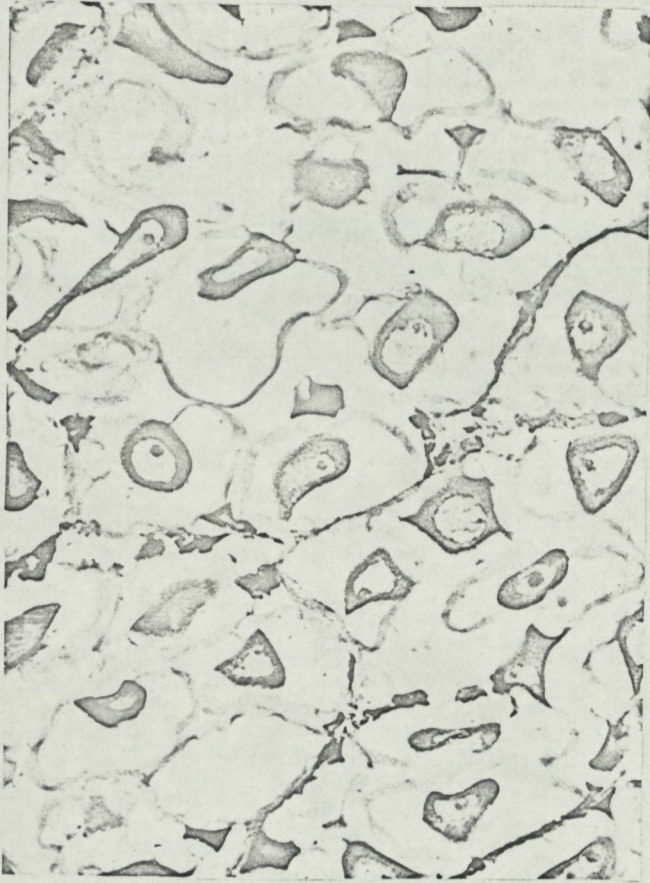


Foto. 5. VI. '68. ♀ (VL).



Foto. 6. III. '68 ♂ (VL).

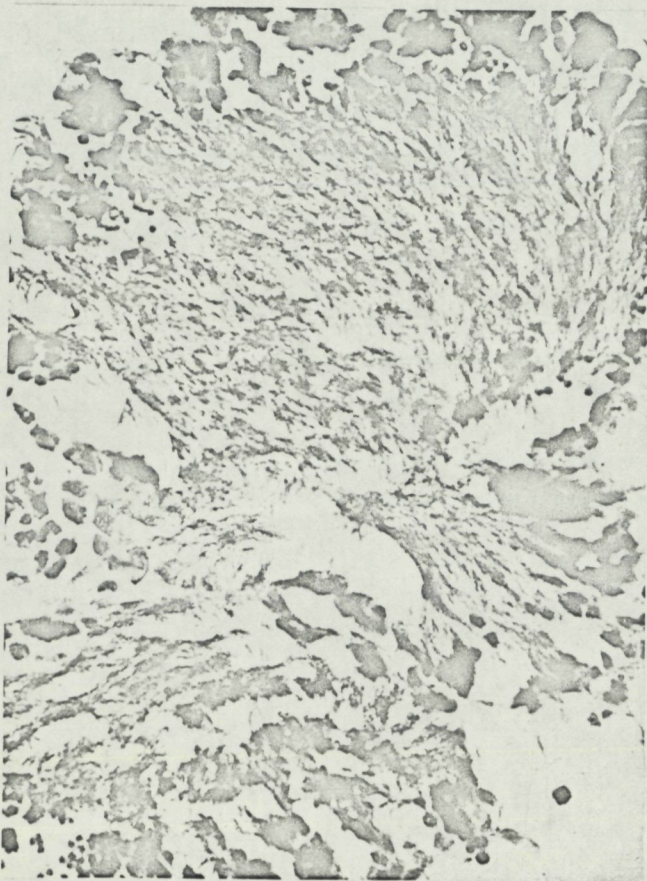


Foto. 7. VI '68. ♂ (VL).

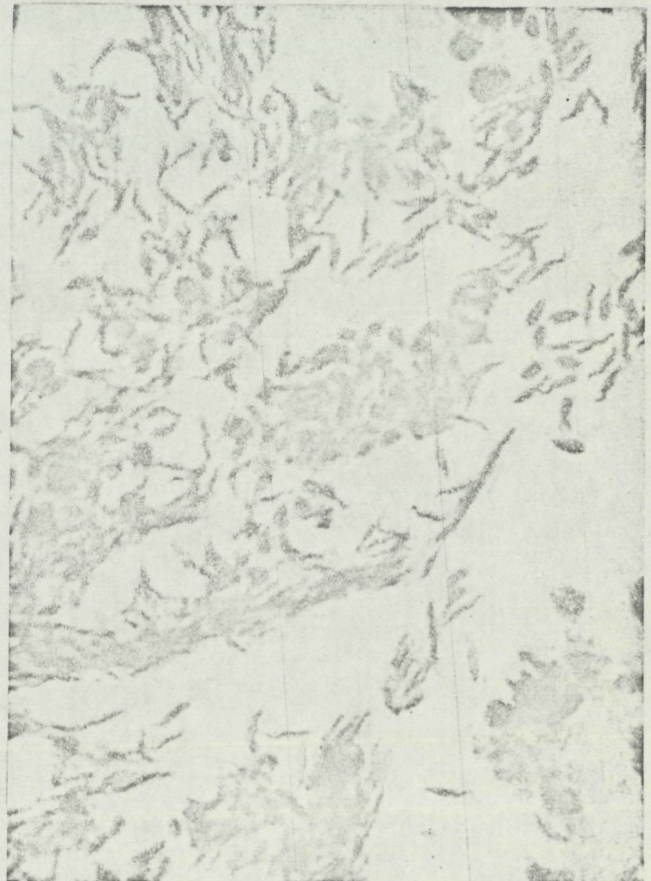


Foto. 8. IV. '68. ♂ (Baj).