

Rechten voorbehouden

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

Groei en konditie van jonge schol in Noordzee- en Waddenzee,
en onder laboratorium omstandigheden

door

J. de Vries

Intern verslag

over

werkzaamheden verricht als doctoraal onderwerp in het
tijdvak 15 februari 1971 tot 26 januari 1973

aan

het NIOZ te Texel

voor

Dr. B. Baggerman

Rijks Universiteit Groningen,

onder supervisie van

M. Fonds en B. Kuipers

NEDERLANDS INSTITUUT VOOR ONDERZOEK DER ZEE

PUBLICATIES EN VERSLAGEN

nummer 1974 - 10

Groei en konditie van jonge schol in Noord- en Waddenzee,
en onder laboratorium-omstandigheden

door

J. de Vries

Intern verslag

Inhoud

Summary	o
Samenvatting	o
1. Inleiding	o
1.1. De levensgeschiedenis van de schol	o
1.2. Waddenzee/Noordzeekustgebied als kinderkamer	o
1.2.1. Aantallen schollen in de Nederlandse kustwateren	
1.2.2. Voedselrijkdom	o
1.3. Lengteverschillen van jonge schollen in Noordzee en	
Waddenzee	o
1.3.1. Effect van monsternamen	o
1.3.2. Variatie in ontwikkelingstijd	o
1.3.3. Selectieve mortaliteit	o
1.3.4. Selectieve migratie	o
1.3.5. Groei	o
2. Doel van het onderzoek	o
3. Materiaal en methode	o
3.1. Indirekte groeimeting via bepaling van de konditiefactor	
3.1.1. Het bepalen van verschillende konditiefactoren .	
3.2. Bepaling van de lengte en de konditie van schollen in	
zee	o
3.3. Bepaling van de lengtegroei en de konditie van schollen	
in het laboratorium	o
4. Resultaten	o
4.1. De lengte en konditie van jonge schol in zee	o
4.1.1. De konditie berekend uit het vers gewicht t.o.v.	
lengte en breedte	o
4.1.2. De konditie berekend uit het vers gewicht t.o.v.	
de lengte	o
4.1.3. De konditie berekend uit het droog gewicht	
t.o.v. lengte en breedte	o

4.1.4. Lengtetoeiname	
4.1.5. Relatie tussen lengte en konditie	
4.2. De lengtetoeiname en konditie van jonge schol in het laboratorium	
4.2.1. De overmaat gevoerde dieren	
4.2.2. De beperkt gevoerde dieren	
5. Discussie en conclusies	
5.1. Lengtetoeiname en konditie in het laboratorium	
5.2. Lengtetoeiname en konditie in zee	
6. Literatuur	
7. Tabellen en figuren	

SUMMARY

Growth and condition of young plaice were measured in the Wadden Sea (2 stations), in the North Sea (1 station) and in the laboratory (6 groups at three constant temperatures of 10, 15, 20 °C and two feeding levels: excess food and limited food).

Growth of the young plaice (0-group and I-group) in the North Sea was much better (ca 1,3 cm/month) as compared to the Wadden Sea (0,9 cm/month). The condition of the plaice in both areas, however, was more or less the same. The condition increased in spring to a maximum in July-August, the water content showed an inverse relation to the condition.

With excess food the young plaice in the laboratory showed rapid growth at 15 and 20 °C (ca 1,25 cm/month). With limited food growth appeared to be better at 15 °C (0,9 cm/month) as compared to 20 °C (0,3 cm/month).

There was no direct correlation between growth and condition in Sea, differences in size between young plaice from the Wadden Sea and the North Sea may have been due to selective migration.

SAMENVATTING

Een vergelijkend onderzoek werd gedaan naar groei en konditie van jonge schol in de Waddenzee t.o.v. de Noordzee. Daartoe werden van april tot oktober 1972 iedere maand monsters jonge schol (O-groep en I-groep) verzameld met een boomtrawl, op twee stations in de Waddenzee (Vlieter en Wierbalg) en één station in het Noordzeekustgebied bij Callantsoog. De scholletjes werden gemeten (lengte en breedte) en gewogen (vers gewicht, droog gewicht, ingewanden gewicht), en de konditie werd bepaald.

In dezelfde periode werden in het zeewater laboratorium 6 groepen scholletjes (I-groep), opgekweekt bij 3 constante temperaturen (10, 15 en 20 °C) en 2 voedsel dichtheden: "overmaat-" en "beperkt" voer.

De scholletjes in de Noordzee (Callantsoog) waren gemiddeld 2,4 - 4,6 cm groter, en ze groeiden ook sneller (groeisnelheid 1,3 cm/maand) vergeleken met de scholletjes in de Waddenzee (groeisnelheid 0,9 cm/maand). Er was echter geen duidelijk verschil in konditie van de schollen. In beide gebieden nam de konditie van de schollen in het voorjaar toe tot een maximum in juli - augustus, waarna ze weer geleidelijk iets afnam. Het watergehalte (in %) van de scholletjes varieerde omgekeerd evenredig met de konditie. Ook de lengte - breedte verhouding varieerde (tussen 2,7 en 2,9) en het relatief ingewanden gewicht (tussen 9,5 en 6,5% ^v/h. vers gewicht).

In de kweekbakken groeiden de overmaat gevoerde scholletjes maximaal bij 15 en 20 °C (ca 1,25 cm/maand). De dieren bereikten een abnormaal hoge konditie vergeleken met de dieren in zee. Bij beperkt voedsel aanbod was de groei beter bij 15 °C (0,9 cm/maand) dan bij 20 °C (0,3 cm/maand). Door grote sterfte waren de resultaten bij 10 °C niet duidelijk. Uit de resultaten van het onderzoek blijkt o.a. dat er geen duidelijke correlatie is tussen lengte groei en konditie van jonge schol. De verschillen in groei tussen scholletjes in de Waddenzee t.o.v. de Noordzee kunnen ook veroorzaakt worden door selectieve migratie.

1. INLEIDING

1.1. De levensgeschiedenis van de schol

Als economisch belangrijke vissoort is reeds vanaf het einde van de vorige eeuw veel studie gemaakt van de biologie van de schol. Hierdoor is de schol nu één van de best bestudeerde vissoorten van de Noordzee. Verwijzingen naar de uitgebreide literatuur op het gebied van de schol zijn o.a. te vinden bij WIMPENNY (1953) en HARDEN JONES (1968).

De levensgeschiedenis van de schol is in het kort als volgt:

De volwassen schol paaft op verschillende plaatsen in de Noordzee gedurende de maanden januari, februari en maart. De belangrijkste paaipplaats bevindt zich in het zuidelijke gedeelte van de Noordzee, de Southern Bight (SIMPSON, 1959). Vanaf deze paaipplaatsen worden de eieren en de pelagische larven door de reststroom naar de Nederlandse, Duitse en Deense kust getransporteerd. Gedurende de zomer zoeken de jonge, benthisches levende scholletjes (de 0-groep) voedsel in het ondiepe kustwater en groeien daar snel tot een lengte van 6-11 cm. In de herfst trekken ze -waarschijnlijk i.v.m. de sterk dalende temperatuur- naar dieper water. Het volgend voorjaar, omstreeks maart - april, keren ze -alhoewel in kleinere aantallen- weer terug naar de kust. De nu 1 jaar oude schol trekt gedurende de nazomer weer weg naar diepere gebieden. Sommigen komen nog terug voor een derde zomer (SMIDT, 1951). Volgens GARSTANG (1909) en HEINCKE (1913) trekken schollen naarmate ze ouder worden steeds verder weg van de kust naar dieper water zodat de grootte en de leeftijd van de schollen toenemen bij toenemende waterdiepte, terwijl hun dichtheid hierbij afneemt.

1.2. Waddenzee/Noordzeekustgebied als kinderkamer

BUCKMANN (1934) toonde aan dat de Duitse Waddenzee een belangrijke functie heeft als kinderkamer voor jonge schol. Hij vond gedurende de zomermaanden grote aantallen 0-groep schol, tot gemiddeld 500- 1.000 in een trek van 10

minuten met een fijnmazige trawl. Uit een onderzoek van JOHNSEN (1913) bleek dat ook het open kustgebied fungeert als kinderkamer. Hij vond dat langs de hele westkust van Jutland op een diepte van 0-5 meter 0-groep schol voorkomt. Volgens BUCKMANN (1934) echter in veel kleinere aantallen dan in de Duitse Waddenzee.

1.2.1. Aantallen schollen in de Nederlandse kustwateren

Ook in het Nederlandse kustgebied is de laatste jaren veel onderzoek aan jonge schol gedaan. Uit onderzoek van het NIOZ (TONDS & CREUTZBERG, 1964, ongep.) naar het seizoensoptreden van jonge platvis bleek dat de Waddenzee en het aangrenzende kustgebied 's zomers rijk zijn aan jonge schol. Ze kwamen voor de maand juli 1964 tot een schatting van ± 80 miljoen I-groep schol voor de hele Waddenzee en ± 20 miljoen voor het open kustgebied.

Deze rijkdom werd de laatste jaren nog eens bevestigd door gegevens van het Waddenzeeprojekt (een Nederlands onderzoek gesteund door België en Duitsland). Aantalsschattingen in april 1969 bedroegen 44,5 miljoen I-groep schol voor de Waddenzee en 5,5 miljoen voor het open kustgebied (ZIJLSTRA, 1972). Voorlopig geven de schattingen de indruk dat het open kustgebied hoogstens $\pm 20\%$ bevat van alle jonge schol die in de Nederlandse kustwateren voorkomt, en dat het merendeel (nl. $\pm 80\%$) in de Waddenzee zit.

Hierbij dient echter wel opgemerkt te worden, dat deze aantals-schattingen niet erg betrouwbaar zijn door een te grote spreiding van het aantal schollen per trek. Bovendien kon dicht bij de Noordzeekust en in de Waddenzee op de ondiepe platen niet worden gevist, i.v.m. de diepgang van de boten (1,5 m). Omdat juist op deze ondiepe plaatsen de meeste jonge schol voorkomt, mag worden aangenomen dat de berekende aantallen grote onderschattingen zijn van de werkelijke populatiegrootte.

1.2.2. Voedselrijkdom

De grote dichtheid van jonge schol in de Waddenzee, vergeleken met het Noordzeekustgebied, is vermoedelijk het gevolg van de grotere voedselrijkdom

van de Waddenzee. Argumenten hiervoor zijn, dat de Waddenzee erg rijk is aan nutriënten en gesuspendeerd organisch materiaal (POSTMA & ROMMETS, 1970), hetgeen bijzonder gunstig is voor de ontwikkeling van een rijke bodemfauna. Er bestaat een uitgebreide literatuur over de bodemfauna, in het bijzonder over de in de Duitse en Deense Waddenzee en van de Duitse Bocht. GESNER (1957) (gegevens van LINKE & HAGMEIER) geeft aan dat de hoeveelheid bodemorganismen in de Duitse Waddenzee varieert van 5-5.000 g/m², terwijl in de Duitse Bocht slechts een hoeveelheid van 30-300 g/m² voorkomt. SMIDT (1951) geeft voor het zuidelijke deel van de Deense Waddenzee hoeveelheden van gemiddeld 174 g/m² en gemiddeld 497 g/m² voor het noordelijk deel (boven- genoemde getallen zijn natgewichten). Hij vond dat de biomassa van de bodemfauna in de Deense Waddenzee 3-9 maal zo hoog is als in gebieden zoals de Duitse Bocht en het Kattegat. Verder geeft hij aan dat de biomassa in de Waddenzee niet alleen groter is dan in het Noordzeekustgebied, maar ook een hoger percentage aan voedsel bevat dat geschikt is voor jonge schollen, nl.: wormen, kleine dunkleppige mollusken en kleine crustaceën. (Bovenstaande gegevens over de bodemfauna zijn geciteerd uit ZIJLSTRA, 1972).

Voor het Nederlandse kustgebied zijn minder gegevens bekend over de biomassa van de bodemfauna. Het is echter wel aannemelijk dat ook hier de Waddenzee veel rijker is dan het Noordzeekustgebied.

1.3. Lengteverschillen van jonge schol in Noordzee en Waddenzee

Uit het NIOZ-onderzoek (1964) blijkt dat gedurende de zomer de I-groep schollen uit het Noordzeekustgebied gemiddeld 1-2 cm langer zijn dan die uit de westelijke Waddenzee. Ook bij recent onderzoek op Schiermonnikoog vond men in het Noordzeekustgebied een grotere lengte van jonge schol vergeleken met die in de Waddenzee (Verslag Strandwerkgroep VU). Dit verschijnsel lijkt wonderlijk, daar uit het voorgaande blijkt dat de Waddenzee een zeer rijk opgroeigebied voor jonge schol is en men op grond daarvan eerder in de Waddenzee een grotere lengte van de jonge schollen zou

verwachten.

Ter verklaring van dit verschijnsel kan aan een aantal hypothesen worden gedacht, welke hieronder zullen worden besproken, en waarvan er in dit onderzoek één werd uitgewerkt. Deze hypothesen zijn:

1.3.1. Effekt van monstername

De mogelijkheid bestaat dat het gevonden lengteverschil het gevolg is van de gebruikte visteknik. Ook al wordt in beide gebieden op dezelfde manier gemonsterd, d.w.z. met hetzelfde net, met dezelfde snelheid, op dezelfde diepte, etc., dan is het nog de vraag of men in beide gebieden wel hetzelfde deel van de populatie vangt wat betreft de lengteverdeling van de jonge schollen binnen iedere leeftijdsgroep. Het is denkbaar dat de grote verschillen tussen Noordzee en Waddenzee, wat betreft grondsoort, diepteverloop, stroming, soort voedsel en voedselverdeling, etc. belangrijke verschillen teweeg kunnen brengen in de manier waarop de lengteklassen binnen iedere leeftijdsgroep van de schollen zich over beide gebieden verspreiden. Dit zou met de gebruikte vismethode tot een ogenschijnlijk lengteverschil tussen Noordzee- en Waddenzeeschollen kunnen leiden. Bovendien krijgt men bij het monsteren nog te maken met de efficiency en selectiviteit van het net, die o.a. afhankelijk zijn van de grondsoort, helderheid van het water, watertemperatuur en het aanwezig zijn van algen (*Ulva*). Deze factoren zouden dus ook een fout beeld van het lengteverschil kunnen geven.

Doordat bij het NIOZ-onderzoek (1964) echter gedurende het hele jaar werd gemonsterd, waarbij veel monsters werden genomen op zeer uiteenlopende diepten (van 2 tot 20 meter) zowel in de Waddenzee als in het Noordzeekustgebied, mogen we aannemen dat de gebruikte vismethode niet de oorzaak is van het waargenomen lengteverschil tussen Waddenzeeschol en Noordzeeschol van dezelfde leeftijdsgroep.

1.3.2. Variatie in ontwikkelingstijd

Zoals bij de ontwikkeling van alle organismen, bestaat er in de ontwikkeling van visseneieren een zekere variatie wat de ontwikkelingstijd betreft.

De pelagische eieren van de schol worden vanaf de paaipplaats met de stroom meegevoerd. Tijdens dit transport zullen de larven uit de snelst ontwikkelde eieren, na de metamorfose, eerder tot een bodemleven overgaan en daardoor dichterbij de paaipplaats langs de Noordzeekust blijven, terwijl de zich langzamer ontwikkelende eieren en larven verder weggevoerd zijn voordat ze hun bodemleven beginnen. Deze zouden dan bijvoorbeeld in de Waddenzee en langs de eilanden terecht komen en kleiner zijn dan de eerder gevestigde scholletjes in zuidelijker gelegen gebieden.

Het blijkt echter dat de O-groep schol die langs de Waddeneilanden wordt gevangen langer is dan die op het Balgzand, terwijl ze volgens de hypothese kleiner zou moeten zijn.

1.3.3. Selectieve mortaliteit

De mogelijkheid bestaat dat in de Noordzee meer kleine scholletjes door predatie verdwijnen dan in de Waddenzee, waardoor in het Noordzeekustgebied relatief grotere scholletjes overblijven. Om echter hiermee het lengteverschil te kunnen verklaren, moet men aannemen dat er in de Noordzee predatoren leven die specifiek de kleinere jonge scholletjes eten. Hier is echter niets van bekend.

1.3.4. Selectieve migratie

Het is denkbaar, dat

- de grotere schollen gedurende het jaar selectief uit de Waddenzee wegtrekken naar de diepere Noordzee, zodat er een verdeling van de schollen ontstaat zoals beschreven door HEINCKE (1913, zie 1),
- de grotere schollen van de I-groep na het wegtrekken in de winter niet meer terugkeren in de Waddenzee. Hiervoor bestaan enkele aanwijzingen.

BUCKMANN (1934) en FONDS & CREUTZBERG (1964) vonden na de winter aanvankelijk een afname van de gemiddelde lengte van de I-groep in de Waddenzee. Dit zou echter ook kunnen betekenen dat de kleinere dieren het eerst terugkomen.

Tegen de eerste hypothese bestaat een argument van De Veen (pers. comm.). Uit onderzoek naar een afwijkende pigmentatie aan de onderzijde van de schol, veroorzaakt door een trematode-infectie, bleek dat deze afwijkend gepigmenteerde dieren alleen in de Waddenzee voorkomen. Wanneer migratie verondersteld wordt, dan zou door het jaar heen een toenemend aantal van deze dieren in de Noordzee verwacht mogen worden, tenzij het zo is dat de infectie in de Noordzee snel over gaat. Het voorkomen van deze pigmentafwijking wijst er dus op dat de jonge schol van de Waddenzee weinig mengt met de jonge schol van het Noordzeekustgebied.

1.3.5. Groei

In tegenstelling tot wat in de vorige hypothese werd gezegd, zou men kunnen veronderstellen dat de jonge schollen in het Noordzeekustgebied en in de Waddenzee vrij stationair zijn en zich slechts tijdens de herfst en de winter vermengen wanneer de Waddenzeeschol wegtrekt naar de Noordzee. Wanneer dan verder wordt aangenomen dat het gevonden lengteverschil tussen scholletjes uit de Waddenzee en de Noordzee niet door de vismethode is veroorzaakt en ook niet berust op verschillen in ontwikkelingstijd van de larven of selectieve sterfte, dan kan men veronderstellen dat er sprake is van een verschil in groei. De groei van vissen is voornamelijk gecorreleerd met het voedselaanbod en de watertemperatuur (BROWN, 1957; WEATHERLY, 1972). In 1.3. werd de verwondering uitgesproken, dat de jonge schollen in de Noordzee langer zijn dan die in de Waddenzee, ondanks het feit dat het Noordzeekustgebied minder voedselrijk is.

De mogelijkheid bestaat echter dat het Noordzeekustgebied relatief

toch rijker is aan voedsel voor jonge schol dan de Waddenzee. Hiervoor zijn enkele argumenten aan te voeren:

- Tegenover de veel hogere concentratie aan voedsel in de Waddenzee staat ook een veel hogere dichtheid aan vissen.
- De beschikbaarheid van het voedsel in de Waddenzee is veel kleiner dan in de Noordzee, doordat de hooggelegen voedselrijke platen in de Waddenzee bij laag water voor een groot gedeelte van de dag droog vallen.

Dit zou als gevolg kunnen hebben dat de hoeveelheid schol t.o.v. het voedsel aanbod in de Waddenzee groter is dan in de Noordzee, waardoor jonge schollen in de Noordzee sneller groeien.

De watertemperatuur in de Waddenzee is gedurende de maanden mei tot en met augustus hoger dan in de Noordzee (zie Fig. 1). Het metabolisme, en daarmee ook de behoefte aan voedsel, van jonge schol neemt snel toe de watertemperatuur (B. Lever, pers. comm.). Het is mogelijk dat de hogere watertemperatuur in de Waddenzee minder gunstig is voor een goede groei van de jonge schollen. Bovendien kan de watertemperatuur op de platen 's zomers wel eens oplopen tot $\pm 30^{\circ} \text{C}$ (Kuipers, pers. comm.). Aangezien 23°C de lethale temperatuurgrens is voor de schol (WAEDE, 1954), mag worden aangenomen dat bij dergelijke temperaturen de schollen niet kunnen fourageren op de platen.

2. DOEL VAN HET ONDERZOEK

Het doel van ons onderzoek was na te gaan of het 1.3. genoemde lengteverschil tussen Noordzee- en Waddenzeescholletjes door verschillen in groei veroorzaakt kan zijn.

3. MATERIAAL EN METHODE

3.1. Indirekte groeimeting via bepaling van de konditiefactor

Het meest voor de hand liggend bij een dergelijk onderzoek zou zijn de groei

van de schollen in beide gebieden direkt te meten. Dit is echter niet mogelijk, daar de andere hypothesen naast groei niet uitgesloten kunnen worden. We hebben daarom geprobeerd op indirecte wijze toch iets over eventuele groei-verschillen te kunnen zeggen, en wel door de konditie (K) van de jonge schollen in de Noordzee en Waddenzee gedurende een aantal maanden te meten.

De konditie, uitgedrukt in de konditiefactor K, is nl. door eenvoudige monsternamen op representatieve wijze te meten, waarbij het niet belangrijk is dat telkens precies hetzelfde deel van de populatie (wat lengteklassen betreft) wordt bemonsterd. Er blijkt nl. bij de monsternamen geen correlatie te bestaan tussen de lengte van de gemeten vissen en hun konditie (zie Tabel III). Het probleem van selectiviteit en efficiency van het net speelt hier dus geen rol. Dit heeft verder als voordeel dat er minder vissen gemeten hoeven te worden om een representatief beeld van de populatie te krijgen. Het blijft echter wel de vraag in hoeverre ook het seizoensverloop van de konditie wordt beïnvloed door migratie, e.d.

Met de konditiefactor beschrijft men in de visserijbiologie de betrekking tussen lengte en gewicht van de vissen. Hij werd door HEINCKE (1908) berekend volgens de formule $K = 100G/L^3$ (G is het lichaamsgewicht in grammen en L de lichaamslengte in cm). Wanneer de opgroeiende vis weinig van vorm verandert, is de grootte van K een maat de dikte van de vis. K is groot wanneer de vissen dik en zwaar zijn voor hun lengte en klein wanneer ze dun, dus relatief licht, zijn. De konditiefactor varieert al naar gelang de vissoort (Lichaamsvorm), de leeftijd van de vis en de voedselomstandigheden (zoals voedselaanbod, soort voedsel, watertemperatuur t.o.v. de behoefte aan voedsel, de kwaliteit van het voedsel etc.), zodat er seizoensvariaties van de konditie kunnen optreden (LUNDBECK, 1952).

Daar de konditiefactor min of meer een indicatie is voor de voedselomstandigheden voor de vis, kunnen we deze faktor ook gebruiken als indicator voor de lengtegroei, uitgaande van de veronderstelling dat betere

voedselomstandigheden aanleiding geven tot zowel een betere konditie als een snellere lengtegroei.

Wanneer het gevonden lengteverschil tussen jonge schollen uit de Waddenzee en het Noordzeekustgebied het gevolg is van een verschil in groei, veroorzaakt door een verschil in voedselomstandigheden, dan moeten volgens bovenstaande veronderstelling de jonge schollen uit de Noordzee in een betere konditie verkeren dan die uit de Waddenzee.

Om dit na te gaan werd op één plaats in de Noordzee en op twee plaatsen in de Waddenzee de "lengte" en de konditie van de jonge schollen gemeten. Verder werd d.m.v. een experiment de veronderstelling in 3.1. dat dat betere voedselomstandigheden aanleiding geven tot zowel een betere konditie als een snellere lengtegroei nader onderzocht. Hierbij werd de invloed nagegaan van twee milieufactoren die in Noordzee en Waddenzee nogal kunnen verschillen, nl. voedselaanbod en temperatuur (zie 1.2.2. en 1.3.5.), op de relatie tussen lengtegroei en konditie. Hiertoe werden op gezette tijden gedurende juni t/m oktober de lengte en de konditie van I-groep schollen bepaald, die bij drie verschillende konstante temperaturen in het laboratorium werden gehouden bij optimaal resp. beperkt voedselaanbod.

3.1.1. Het bepalen van verschillende konditiefactoren

Bij het bepalen van de konditiefactor wordt meestal de formule $K = 100G/L^3$ gebruikt (zie 3.1.). Hierin is G het natgewicht van de vis en L de lengte.

Zolang schollen isometrisch groeien, d.w.z. zolang lengte, breedte en dikte van de vis in dezelfde verhouding toenemen en het soortelijk gewicht daarbij gelijk blijft, is K een konstante. K verandert zodra één van de parameters niet in de juiste verhouding toeneemt. Meestal is dat de dikte en blijft de verhouding van lengte tot breedte (L/B) vrij konstant. Daarom is K berekend t.o.v. L^3 , meestal wel een goede maat voor de dikte van de vis. Teneinde echter de invloed op K van eventuele variaties in de

L/B-verhouding te elimineren werd de konditiefactor ook berekend volgens de formule $K = 100G/L^2 \times B$ (waarin B = breedte van de vis).

In het natgewicht G zitten twee factoren die variabel kunnen zijn, nl. (1) het gewicht van de ingewanden in % van het totale lichaamsgewicht, en (2) het watergehalte van de vis. Daar schollen hun konditieverbetering vastleggen in een sterkere ontwikkeling van het spierweefsel en niet in de vorm van vetafzetting rond de ingewanden (zoals bijv. harders doen) maken de ingewanden geen wezenlijk onderdeel uit van de konditie van de schol. Dit geldt ook voor het water dat het lichaam bevat. Door een variatie in watergehalte en het relatieve gewicht van de ingewanden kan dus een foutief beeld van de konditie ontstaan. Daarom werd naast de "verse" konditie (d.w.z. K berekend als $100 \times$ het natgewicht (G) gedeeld door $L^2 B$) ook de "droge" konditie berekend (d.w.z. $100 \times$ het droge visgewicht zonder ingewanden gedeeld door $L^2 B$, nl. $K_3 = 100G/L^2 B$).

3.2. Bepaling van de lengte en de konditie van schollen in zee

Het vissen: Gedurende de periode april t/m oktober 1972 werd maandelijks langs de Noordzeekust bij Callantsoog gemonsterd en in de westelijke Waddenzee in de Vlieter en de Wierbalg (zie Fig. 1). Door tijdgebrek werd in de maand april niet in de Vlieter gevist.

De netten: In april werd met een boomkor gevist (breedte van de boom: 3 m, maaswijdte van het net: voor 2 cm en achter 1 cm). De volgende maanden werd een bordentrawl gebruikte (bovenwijdte van het net: 12 m, maaswijdte: voor $2\frac{1}{2}$ cm, midden 2 cm en achter 1 cm). De maaswijdte van beide netten is gestrekt gemeten van knoop tot knoop.

De diepte: Er werd zoveel mogelijk gevist op een diepte van ± 3 meter, om zoveel mogelijk hetzelfde deel van de populatie van jonge schollen te bemonsteren. I.v.m. eb en vloed was dit echter niet altijd mogelijk. De diepte varieerde hierdoor van $2\frac{1}{2}$ tot 5 meter.

Wijze van submonsteren: Uit de verschillende trekken werd zo snel mogelijk een honderdtal I-groep, en voor zover ze in de vangst aanwezig waren, ook O-groep scholletjes gezocht en levend (z.o.z.)[‡] in bakken met zeewater gedaan. Daar er voor een submonster te weinig vissen werden genomen om tot een betrouwbare afbakening van de leeftijdsgroepen te komen, werden de lengtegrenzen van de O- en de I-groep bepaald aan de hand van gegevens uit het NIOZ-onderzoek (1964). De vissen werden zo uitgezocht dat hun lengte zoveel mogelijk rond de modus lag van de lengteverdeling van de O- en I-groep schollen in het NIOZ-onderzoek van 1964 in de overeenkomstige maand.

De rest van de vangst werd ook gemeten om een indruk te krijgen van de totale lengteverdeling (zie Fig. 3).

De verwerking op het lab: Zodra de gevangen vissen op het lab aankwamen, werden ze met MS 222 (Sandoz) gedood. Onmiddellijk daarna werden ze één voor één met een handdoek afgedroogd en op een balans tot op 0.01 gram nauwkeurig gewogen. Vervolgens werden de totale lengte en de standaardbreedte gemeten in mm (totale lengte: de afstand vanaf de snuitpunt tot aan de uiterste staartpunt; standaardbreedte: de grootste breedte van de vis, gemeten binnen zijn vinzomen). Daarna werden de ingewanden weggehaald en werden de vissen opnieuw gewogen. De vissen werden tenslotte aan pennen geregen en in een droogstoof bij een temperatuure van 60° C gedroogd. Wanneer bij tussentijdse wegingen bleek dat ze niet meer in gewicht afnamen, werd het drooggewicht van de schollen (zonder ingewanden) op een Mettler weegschaal tot op de mg nauwkeurig bepaald. De droogtijd was ongeveer een week.

[‡] Wanneer schollen dood gaan kan het gewicht veranderen terwijl bovendien de sterk opzwellende kieuwen de lengte meting bemoeilijken.

Van onderstaande grootheden werd per maand van het hele materiaal, het gemiddelde, de standaarddeviatie en de middelbare fout berekend (zie Tabel I en II en Fig. 2 t/m 7):

$$L$$

$$G$$

$$K_1 = 100G/L^2b$$

$$K_2 = 100G/L^3$$

$$K_3 = 100G/L^2b$$

$$I(\%) = 100(G-G')/G$$

$$W(\%) = 100(G'-g)/G'$$

K = konditiefaktor in gr/cm^3 .

G = natgewicht in gr.

G' = natgewicht zonder ingewanden in gr.

g = drooggewicht zonder ingewanden in gr.

L = totale lengte in cm.

b = standaardlengte in cm.

I = gewicht van de ingewanden als percentage van het natgewicht

W = watergehalte (in gewichtsprocenten).

Opm. Het materiaal van de maand april werd pas gewogen en gemeten nadat de vissen een nacht zonder voedsel in zeewater hadden rondgezwommen. De opzet hiervan was de invloed van het maaginhoudsgewicht op de konditiefaktor te elimineren. Het bleek echter dat door levend bewaren de konditie van de schollen snel afnam. Om in het vervolg konditieverval t.g.v. vasten te vermijden, werden de schollen in de volgende maanden direkt na het monstereen verwerkt. De afwijkende verwerkingsmethode in april houdt tevens in dat de ingewanden er niet uitgehaald zijn, d.w.z. dat ook het drooggewicht inclusief de ingewanden is bepaald.

3.3. Bepaling van de lengtegroei en de konditie van schollen in het laboratorium

De proefopstelling: Voor de opstelling (zie Fig. 10) werden drie asbest betonnen bakken gebruikt van 125 x 60 x 30 cm. D.m.v. een koelsysteem en dompelpverwarmers werden de drie bakken gehouden op een konstante temperatuur van resp. 10, 15 en 20° C (zie Fig. 10). Het water werd continu verversst vanuit het aquariumreservoir met een snelheid van ± 1 liter per minuut.

De bakken werden met houten planken afgedekt om het uit de bak springen van de vissen te voorkomen en de lichtinval te verminderen. Ze werden d.m.v. geperforeerde tussenschotten in twee gelijke delen verdeeld, zodat in elke bak twee monsters schollen gehouden konden worden (series A en B).

De proefdieren: De schollen van de A-serie kwamen uit het Amsteldiep en die van de B-serie uit de Vlieter. Ze werden 1 dag nadat ze gevangen waren over de bakken verdeeld, en wel zodanig dat elke bak ongeveer hetzelfde aantal vissen kreeg (de A-serie ca. 50 schollen en de B-serie 44 schollen per bak), met zoveel mogelijk dezelfde lengteverdeling (zie Fig. 11). De B-serie werd 3 weken na de A-serie ingezet.

Het voeren: De vissen werden tweemaal daags met fijngesneden mosselen gevoerd. Dit gebeurde 's morgens om ± 9 en 's avonds om ± 17.30 uur.

De A-serie werd in overmaat gevoerd. De vissen kregen telkens zoveel, dat er bij de volgende voerbeurt nog voedsel over was. Voor het voeren werden de oude voedselresten verwijderd om rotting te voorkomen.

De vissen van de B-serie kregen per vis zoveel mogelijk eenzelfde voedsel. Deze hoeveelheid werd zodanig gekozen, dat de schollen bij 10° C ruim voldoende hadden. Daar bij stijgende temperatuur het metabolisme van koudbloedige dieren toeneemt en daardoor ook de behoefte aan voedsel, werden de schollen bij 15 en 20° C t.o.v. die bij 10° C dus beperkt gevoerd. Ze waren bij het voeren dan ook altijd duidelijk hongerig.

Resumerend: In de beide afdelingen (A en B) van de 10° bak kregen de

schollen voldoende voedsel, zodat er geen verschil was in behandeling van de dieren. In de bakken bij 15 en 20° C kregen de schollen van de A-serie overmaat voedsel en die van de B-serie een beperkte hoeveelheid voedsel.

Sterfte: Gedurende de eerste maanden na het inzetten van de proef trad een vrij grote sterfte op (zie Fig. 11), waarschijnlijk ten gevolge van vangbeschadiging. Later stierven vrij veel dieren aan vin- en staartrot, terwijl een aantal van de gestorven dieren infecties op de huid hadden, vermoedelijk t.g.v. schuur- en bijtwonden. Om sterfte door ziekten te voorkomen, werden verschillende malen antibiotica aan het water toegevoegd, nl. 50 I.U. Penicilline + 50 μ gram Streptomycine per mililiter. In de 15 en 20° bakken trad na juli bijna geen sterfte meer op, terwijl in de 10° bak de sterfte doorging tot half september. De B-afdeling van deze bevatte toen nog 7 schollen en de A-afdeling nog slechts 3.

Het meten en wegen: De vissen werden gedurende de proefperiode juni t/m oktober 7 keer gewogen en gemeten (zie Fig. 11 t/m 15, Tabel VI en VII). De dag voor de meting werden ze niet gevoerd, om de invloed van de maaginhoud op de konditie te elimineren.

Logischerwijs kon het drooggewicht van de vissen niet worden bepaald. Het gemiddelde, de standaardafwijking en de middelbare fout werden berekend voor de lengte (l), het natgewicht (G) en de konditie ($K_1 = 100G/L^2$ en $K_2 = 100G/L^3$) van de schollen in de verschillende bakken (zie Tabel VI en VII en Fig. 12 t/m 15).

4. RESULTATEN

4.1. De lengte en konditie van jonge schol in zee

4.1.1. De konditie berekend uit het vers gewicht t.o.v. lengte en

breedte ($K_1 = \text{"verse konditie"} = 100G/L^2B$)

Figuur 2[†] geeft het seizoensverloop van de verse konditie, berekend t.o.v. L^2B . De drie monsterplaatsen geven een soortgelijk beeld te zien. Na de

winter zijn de schollen mager en hebben een lage konditie (1,95-2,10). Na april worden zo snel dikker en bereiken in juli-augustus een konditie-plateau van 2,57-2,69. Voor Callantssoog en de Wierbalg geeft dit t.o.v. april een konditietoename van 30% resp. 24%. Dat betekent dus dat vissen van dezelfde lengte in september ongeveer 30% zwaarder zijn dan in april. BORLEY (1909) geeft voor jonge schol van verschillende plaatsen in de Noordzee overeenkomstige gewichtstoenamen na de winter. Na september neemt de konditie weer af.

De schollen in de Wierbalg hebben telkens een significant lagere konditie dan die in de Vlieter. De konditie van de jonge schollen van het Noordzeekustgebied ligt meestal tussen die van de beide plaatsen in de Waddenzee. Verder blijkt dat de O-groep schollen een lagere konditie hebben dan de I-groep. HEINCKE (1907) vindt ook een stijging van de konditie van de schol bij toenemende lengte. Binnen de leeftijdsgroepen vinden wij in de maandelijkse monsters echter geen hogere konditie bij de grotere dieren (zie Tabel III).

4.1.2. De konditie berekend uit het vers gewicht t.o.v. de lengte

$$(K_2 = \text{"verse konditie"} = 100G/L^3)$$

In 3.1.4. werd erop gewezen dat bij een variërende lengte-breedte verhouding de konditiefactor K_2 berekend t.o.v. L^3 eigenlijk geen goede maat is voor de konditie, d.w.z. voor de dikte van de vis. Doordat bij de berekening van de konditiefactor t.o.v. L^3 de parameter b (breedte) niet is opgenomen, hebben relatief brede vissen een te hoge konditie.

* Voor de getallen, die bij de Figuren 2 t/m 3 horen, wordt verwezen naar Tabel I en II.

Lengte-breedteverhouding: Uit Figuur 8 blijkt inderdaad dat er door het seizoen een aanzienlijke variatie in de lichaamsvorm van de schollen optreedt, wat de lengte-breedteverhouding betreft. In de Waddenzee is deze variatie het grootst. De schollen in de Wierbalg zijn in september in verhouding 9,5% smaller dan in april. In oktober zijn de Waddenzee-schollen plotseling, i.t.t. de vorige maanden, veel sterker in de breedte toegenomen dan in de lengte. Verder blijkt dat de lichaamsvorm plaatselijk vrij sterk kan verschillen. De Noordzee-schollen zijn, behalve in april en oktober, telkens iets breder dan die uit de Waddenzee. De O-groep schollen blijken nog een iets gedrongener vorm te hebben.

In Figuur 7, waar het verloop van de verse konditie t.o.v. L^3 is weergegeven, hebben de relatief bredere Noordzee- en O-groep schollen dus een te hoge konditie t.o.v. de I-groep in de Waddenzee. Ook de vissen in oktober hebben t.o.v. die in vorige maanden een te hoge konditie. Hierdoor wordt de indruk gewekt, dat ze in oktober niet in konditie zijn achteruitgegaan.

4.1.3. De konditie berekend uit het drooggewicht t.o.v. lengte en breedte

In punt 3.1.4. werd opgemerkt dat de ingewanden en het watergehalte van het lichaam bij de schol geen wezenlijk deel uitmaken van de konditie van de schol. Bij eventuele variaties in het relatieve ingewandengewicht (I) en het watergehalte (W) van de schollen geeft de "verse" konditie berekend uit het totaal vers gewicht dus niet helemaal een juiste indruk van de konditie. De "droge" konditie ($K_3 = 100g/L^2B$) berekend uit het drooggewicht van de schollen zonder ingewanden, geeft dan een betere indruk van de werkelijke konditie van de schollen.

Uit de Figuren 4 en 5 blijkt inderdaad dat zowel het watergehalte als het relatieve ingewandengewicht van de schollen per gebied kan verschillen. Verder treden er voor alle drie de gebieden in de loop van het seizoen veranderingen in deze parameters op.

Watergehalte $(W(\%) = 100(G' - g)/G')$:

Figuur 4 laat zowel voor de Noordzee- als voor de Waddenzeeschollen van mei t/m september een afname van het watergehalte zien. In oktober treedt bij de schollen van Callantsoog en uit de Vlieter weer een kleine stijging op.

Uit een correlatieberekening tussen het watergehalte en de lichaams-
lengte van de schollen uit de maandelijkse monsters, blijkt dat er in de meeste
gevallen geen correlatie tussen deze factoren bestaat (zie Tabel IV).
Voor de maanden dat er wel een correlatie bestaat, is deze telkens positief,
d.w.z. dat grotere vissen een hoger watergehalte hebben. Uit Figuur 4
blijkt echter dat naarmate de vissen in de loop van het seizoen groter worden
het watergehalte juist afneemt. Hieruit blijkt dat de afname van het water-
gehalte niet veroorzaakt wordt door de lengtegroei als zodanig, maar een
gevolg is van de toename in konditie tijdens de groei van de vissen. BISHAI
en HEMPEL (1958) vonden ook een negatieve correlatie tussen konditie en
watergehalte bij schollen. Zij vonden een iets lager watergehalte, nl. gem
76,8%, vermoedelijk doordat zij voor hun bepaling oudere schollen gebruikt
hebben (100-700 gram) met een hogere konditie (0,9-1,1). De I-groep
Noordzeeschollen uit ons onderzoek hebben een watergehalte van gem. $\pm$
77,8%, een gewicht van maximaal 60 gram en een konditie (t.o.v. L^3) van
maximaal 0,95 (zie Tabel I en II).

De lager kondities van de schollen van de Wierbalg gaan duidelijk
samen met een hoger watergehalte van de dieren. Verder blijkt dat een
afname van de konditie van de schollen in oktober, in de Vlieter en bij
Callantsoog, een kleine verhoging van het watergehalte bij de dieren geeft.
Deze toename zou ook voor de Wierbalg te verwachten zijn. Verder zouden ook
de O-groep dieren, gezien hun lage kondities, een hoger watergehalte moeten
hebben.

Het blijkt dus, dat schollen een eventuele afname in het lichaamsgewicht
bij konditievermindering enigszins compenseren door opname van water.

Het relatief ingewandengewicht ($I(\%) = 100(G-G')/G$):

Na een kleine toename in juni-juli neemt het relatieve ingewandengewicht voor alle drie de plaatsen af (zie Figuur 5). Correlatieberekeningen tussen de lichaamslengte en het relatieve ingewandengewicht van de schollen uit de maandelijkse monsters geven in de meeste maanden geen, in sommige maanden echter een negatief verband tussen beide parameters te zien (zie Tabel V). Dit houdt dus in dat het relatieve ingewandengewicht in de loop van het seizoen wel iets kan afnemen t.g.v. een lengtetoeename alleen, maar dat toch ook hier zoals bij het watergehalte de afname veel meer het gevolg is van een toenemende konditie van de schollen. I.v.m. deze negatieve correlatie zou men voor de O-groep Noordzee-schollen een hogere waarde van het relatieve ingewandengewicht verwachten en voor de I-groep schollen in juni-juli een lagere. De kleine toename in juni-juli zou misschien het gevolg kunnen zijn van een grotere maagdarm-vulling. Hier moet echter wel de nodige voorzichtigheid worden betracht, daar wij niet de maag-darm inhoud zelf hebben gewogen, maar de hele ingewanden waarvan de maag-darm inhoud slechts een klein percentage uitmaakt.

Het blijkt dat t.g.v. een afname in watergehalte en een afname in het relatieve ingewandengewicht de "droge" konditie van de jonge schollen bij Callantsoog, de Vlieter en de Wierbalg gedurende mei-september met resp. 14,2, 7,6 en 11% extra toeneemt. Dat betekent dus ook een even grote extra toename van het drooggewicht (zie Fig. 6). Deze veranderingen in de konditie zouden bij de bepaling van de konditie d.m.v. het totaal versgewicht ($K_1 = 100G/L^2b$) niet tot uitdrukking komen, zodat geconcludeerd kan worden dan de konditiefaktor berekend als 100x het drooggewicht zonder ingewanden gedeeld door L^2B de beste indruk geeft van de werkelijke konditie van de schol.

Omdat het watergehalte en het relatieve ingewandengewicht in alle

drie de onderzochte gebieden ongeveer eenzelfde verloop hebben, is er weinig verschil in het verloop van de "droge" konditie voor de plaatsen onderling vergeleken met dat van de "verse" konditie. Daar van de schollen uit de groeiproeven geen "droge" kondities zijn bepaald, zullen we, om ze toch met die uit het veld te kunnen vergelijken, in het vervolg alleen de "verse" konditie t.o.v. L^2_B bespreken.

4.1.4. Lengtetoeename

Evenals FONDS en CREUTZBERG (1964) vinden ook wij dat de I-groep schollen in de Noordzee gemiddeld groter zijn dan in de Waddenzee (zie Fig. 3). Van april t/m juni is dit lengteverschil vrij konstant, gem. 2,4 cm, daarna neemt het tot 4,6 cm in oktober. Tussen de I-groep schollen van de Vlieter en de Wierbalg zijn de lengteverschillen, voor zover ze bestaan, gering. In augustus en september zijn de Wierbalgschollen iets groter, in oktober echter weer iets kleiner dan die uit de Vlieter. De gemiddelde lengte van de I-groep schollen in het Noordzeekustgebied neemt in de periode van mei t/m oktober toe van 11,7 tot 17,9 cm (1,3 cm/mnd), terwijl de I-groep uit de Waddenzee (gemiddelde van de Vlieter en de Wierbalg) gedurende die periode toenemen in lengte van gemiddelde 8,9 tot 13,3 cm (0,88 cm/mnd). De O-groep schollen, die pas in oktober voor het eerst in de Waddenzee werden gevangen (gem. 7,8 cm), zijn 3,7 cm kleiner dan die uit de Noordzee (gem. 11,5 cm).

4.1.5. Relatie tussen lengte en konditie

Gedurende het hele seizoen nemen de schollen in alle drie de gebieden in lengte toe. Tot augustus (voor Callantsoog tot juli) gaat deze lengtetoeename gepaard met een konditietoeename, d.w.z. dat de schollen dan relatief sneller in de dikte groeien dan in de lengte. Tijdens de maanden augustus en september (voor Callantsoog van juli tot september) blijft de

konditie konstant, dikte en lengte van de schollen nemen dan in dezelfde verhouding toe. In oktober neemt de lengte nog steeds toe, terwijl de konditie afneemt, d.w.z. dat de diktegroei afneemt t.o.v. de lengtegroei. Verder blijkt uit de Fig. 2 en 3 dat enerzijds een grotere lengte (en na juni een snellere lengtetoeename) van de jonge schollen in de Noordzee niet samengaat met een betere konditie t.o.v. die in de Waddenzee, terwijl anderzijds de schollen in de Vlieter telkens een betere konditie hebben, maar toch niet langer zijn dan die uit de Wierbalg. De O-groep schollen in the Noordzee vertonen echter wel een combinatie van grotere lengte en betere konditie t.o.v. die in de Waddenzee.

4.2. De lengtetoeename en konditie van jonge schol in het laboratorium[‡]

4.2.1. De overmaat gevoerde dieren (serie A):

Konditie ($K_1 = 100G/L^2b$): Gedurende de eerste twee maanden nemen de schollen bij 15° en 20° snel in konditie toe, waarna net als in zee een konditieplateau ontstaat. Dit ligt bij 20° significant hoger dan bij 15° C, nl. resp. bij 3,16 en 3,04 (zie Fig. 15 en Tabel VI).

Lengtetoeename: De schollen bij 15° en 20°C nemen in de periode juli t/m oktober even snel in lengte toe, en wel van ongeveer 10 tot 14 cm (d.i. ca 1,25 cm/mnd, zie Fig. 13 en Tabel VI).

4.2.2. De beperkt gevoerde dieren (serie B)

Konditie ($K_1 = 100G/L^2b$): Ook de beperkt gevoerde dieren nemen aanvankelijk in konditie toe (zie Fig. 14 en Tabel VII). Het konditieplateau dat na 1½ maand ontstaat ligt bij 15° en 20° C ongeveer even hoog (ca. 2,85), maar veel lager dan bij de overmaat gevoerde dieren (zie 4.2.1.).

[‡] I.v.m. de grote sterfte in de 10° bak worden de resultaten hiervan buiten beschouwing gelaten.

Lengtetoeename: De scholen bij 15° C nemen sneller in lengte toe dan die bij 20° C. Bij 15° C neemt de gemiddelde lengte in de periode juli t/m oktober toe van 11,6 tot 14,1 cm (d.i. ca. 0,80 cm/mnd), terwijl bij 20° C de gemiddelde lengte gedurende die periode toeneemt van 11,2 tot 12,1 cm (d.i. ca. 0,30 cm/mnd, zie Fig. 12 en Tabel VII). Zowel bij 15° als bij 20° C is de lengtetoeename van de beperkt gevoerde dieren minder groot dan van de overmaat gevoerde dieren.

5. DISCUSSIONS EN CONCLUSIES

5.1. Lengtetoeename en konditie in het labori^{ator}um

Op grond van de waarnemingen in het laboratorium kunnen de volgende conclusies worden getroffen:

- Een optimaal voedselaanbod geeft, zowel bij 15° als 20° C, aanleiding tot een betere konditie en een snellere lengtetoeename van de schollen vergeleken met een beperkt voedselaanbod.
- Een temperatuur van 20° C heeft geen ongunstige invloed op de groei, mits er voldoende voedsel aanwezig is.
- Bij overmaat voedselaanbod geven temperaturen tussen 15° en 20° C geen verschillen in lengtetoeename, wel in konditie, nl. een hogere konditie bij 20° C.
- Bij een beperkt voedselaanbod geven deze temperaturen geen verschillen in konditie, echter wel in de lengtetoeename, nl. een kleinere toename bij 20° C.

T.a.v. de groeiproeven dient echter te worden opgemerkt, dat de volgende factoren een negatieve invloed op de betrouwbaarheid van de resultaten gehad kunnen hebben:

- sterfte en ziekte (zie 3.2.2.2.)
- het gebruik van antibiotica (zie 3.2.2.2.)
- het niet nauwkeurig bepalen van de hoeveelheid voedsel per schol (zie 3.2.2.2.)

- het niet op hetzelfde tijdstip inzetten van de beide series (zie 3.2.2.2.)
- het gebruik maken van schollen van verschillende plaatsen (zie 3.2.2.2.)
- het lengte- en konditieververschil tussen de schollen van beide series bij de proefinzet (zie Fig. 12, 13, 14 en 15 en Tabel VI en VII)
- de onnatuurlijk grote dichtheid van de schollen in de bakken (zie Fig. 11 en Tabel VII en VIII)
- het verschil in dichtheid tussen de bakken (zie Fig. 11 en Tabel VII en VIII)
- de beperkte bewegingsruimte van de schollen t.g.v. te kleine bakken (zie Fig. 10 en 3.2.2.2.)

Het is moeilijk na te gaan wat de invloed is geweest van de verschillende factoren op de resultaten. Wel blijkt dat de onnatuurlijke omstandigheden waarin de schollen in de bakken verkeren een duidelijk effect hebben op de groei. We zien nl. dat de konditie van de beperkt gevoerde schollen (2,85) toch nog veel hoger is dan de hoogste konditie waargenomen in zee (2,69 in augustus in de Vlieter), terwijl de lengtetoeename in de beperkt gevoerde bakken kleiner is, nl. ca 0,30-0,80 cm/mnd tegenover 0,88-1,30 cm/mnd in zee. Dit, terwijl de schollen in het veld waarschijnlijk meer eten (pers. comm. B. Kuipers). De schollen, opgesloten in de bakken, kunnen nauwelijks energie verliezen aan zwemmen. Ze zetten blijkbaar meer energie om in groei, waarbij ze voornamelijk in de dikte groeien. Het zijn dus een soort mestdieren.

Op grond van de afwijkende groei in de bakken en op grond van de eerder genoemde factoren die hierbij een rol gespeeld kunnen hebben, moet worden geconcludeerd dat de groeiproeven geen betrouwbare informatie geven over de invloed van temperatuur en voedselaanbod op de relatie tussen lengte-groei en konditie van schollen in zee. De eerder genoemde conclusies gelden dan ook uitsluitend, onder voorbehoud, voor schollen onder abnormale

kondities in het laboratorium. Wel mag worden geconcludeerd dat een temperatuur van 20° C in zee vermoedelijk geen nadelige invloed op de groei heeft, mits er voldoende voedsel aanwezig is.

Bovenstaande betekent dus dat de hypothese "betere voedselomstandigheden geven aanleiding tot zowel een betere konditie als een snellere lengte-groei" als gevolg van de onbetrouwbaarheid van de resultaten van de groei-proeven niet experimenteel bevestigd kan worden.

5.2. Lengtetoenamen en konditie in zee

Daar de andere hypothesen, zoals die van migratie niet zijn uitgesloten, kan nooit met zekerheid worden aangetoond dat de toename in lengte, weergegeven in Fig. 3, de werkelijke groei van de jonge schol in de betreffende gebieden van de Noordzee en de westelijke Waddenzee weergeeft. Het verschil in lengte tussen de schollen van beide gebieden, en de snellere toename in lengte van de jonge schollen in de Noordzee na juni, zou bijv. nog steeds het gevolg kunnen zijn van het wegtrekken van de grotere schollen uit de Waddenzee naar het Noordzeekustgebied. Verondersteld echter, dat de gemeten lengtetoenamen wel de werkelijke groei in Noordzee en Waddenzee weergeeft, dan kan worden geconcludeerd dat de hypothese "betere voedselomstandigheden geven aanleiding tot zowel een betere konditie als een snellere lengtegroei" voor de I-groep schol niet juist is, omdat:

- de Noordzeeschollen dan een betere konditie zouden moeten hebben dan die uit de Waddenzee
- de schollen in de Vlieter, die een betere konditie vertoonden, ook langer zouden moeten zijn dan die uit de Wierbalg

Dit betekent dus dat de konditiefactor geen informatie geeft over de lengtegroei van de schollen. De konditiefactor is slechts een relatieve maat, die niets zegt over de absolute toename van de parameters lengte, breedte of dikte. Er zouden dus grote verschillen in lengtetoenamen kunnen

optreden tussen schollen met een gelijke konditie in verschillende gebieden. Het lijkt ook wel voor de hand liggend, dat een betere konditie en een snellere lengtegroei niet altijd parallel lopen. Schollen die snel de lengte groeien moeten tegelijkertijd nog veel sneller in de dikte groeien om een toename in konditie te vertonen. Het relatief lage konditieplateau van de jonge schollen in de Noordzee na juni zou een gevolg kunnen zijn van een snelle groei in die periode.

In de tijd gezien geldt de hypothese waarschijnlijk wel. Na de winter, wanneer de voedselomstandigheden gunstiger worden (meer voedsel en hogere temperatuur) nemen aanvankelijk zowel de konditie als de lengte van de schollen in alle drie onderzochte gebieden toe. Het is echter logisch dat t.g.v. betere voedselomstandigheden de konditie niet onbeperkt kan blijven toenemen, omdat dit op den duur aanleiding zou geven tot ronde vissen.

De conclusie dat bovengenoemde hypothese onjuist is, kan slechts worden getrokken wanneer wordt aangenomen dat Fig. 3 de werkelijke groei in Noord- en Waddenzee weergeeft. Maar zoals reeds werd opgemerkt, is dit niet mogelijk. Dit betekent dus dat de hypothese toch wel juist kan zijn, maar dan moet het lengteverschil tussen Noordzee- en Waddenzeeschol en het konditieverschil tussen schollen uit de Vlieter en de Wierbalg op een andere manier ontstaan zijn, bijv. door migratie.

Konklusie: Doordat de andere hypothesen (zie 1.3.) niet met zekerheid zijn uitgesloten en dus ook nog steeds mede verantwoordelijk kunnen zijn voor het lengteverschil, moet worden gesteld, dat de konditiefaktor geen informatie kan geven over de vraag of het lengteverschil tussen Noordzee- en Waddenzeeschol van dezelfde jaarklasse het gevolg is van groeiverschillen veroorzaakt door verschillen in voedselomstandigheden.

6. LITERATUUR

- BISHAI, F.R. & G. HEMPEL, 1958. Zur Beziehung von Wassergehalt und Längen-Gewichtskoeffizient bei Schollen (Pleuronectes platessa L.). Kurze Mitt. Fischereibiolog. Abt. Univ. Hamburg 8: 1-10.
- BORLEY, J.O., 1909. A comparison of the condition of the plaice of various regions. Mar. Biol. Ass. U.K. 4.
- BROWN, M.E., 1957. Experimental studies on growth. In: (M.E. Brown ed). The Physiology of Fishes. Academic Press, New York.
- BÜCKMANN, A., 1943. Ueber die Jungschollenbevölkerung der deutschen Wattenküste der Nordsee. Ber. dt. wiss. Kommn Meeresforsch. 7 (3): 205-213.
- GARSTANG, W., 1909. The distribution of the plaice in the North Sea, Skagerak and Kattegat according to seize, age and frequency. Rapp. P.-v. Réun. Cons. perm. int. Explor Mer 11: 64-133.
- HARDEN JONES, F.R., 1968. Fish Migration. Arnold, London, 325 pp.
- HEINCKE, F., 1908. Bericht über die Untersuchungen der Biologischen Anstalt auf Helgoland zur Naturgeschichte der Nutzfische. In: Die Beteiligung Deutschlands an der Internationalen Meeresforschungen IV/V. Jahresbericht: 67-155.
- , 1913. Investigations on the plaice. I. The plaice fishery and protective regulations. Rapp. P.-v. Réun. Cons. perm. int. Explor. Mer 17.
- HEINCKE, F. & H. HENKING, 1907. Ueber Schollen und Schollenfischeri in der südöstlichen Nordsee. Beteil. Deutschlands Int. Meeresforsch. IV/V. Jahresber. Dtsch. Wiss. Kommn. 905.
- JOHANSEN, A.C., 1913. Contributions to the biology of the plaice with special regard to the Danish plaice-fishery. VI. On the immigration of plaice to the coastal grounds and fiords on the west coast of Jutland. Meddr. Kommn Havunders 4 (4): 1-26.
- LUNDBECK, J., 1952. Biologisch-statistische Untersuchungen über die deutsche Hochseefischeri. III. Das Körpergewicht und das Längen-Gewichts-Verhältnis bei den Nutzfischen. Ber. dt. wiss. Kommn Meeresforsch. 12: 316-429.
- SMIDT, E.L.B., 1951. Animal production in the Danish Waddensea. Meddr Kommn Danm. Fisk.-og Havunders 11 (6): 1-151.
- SIMPSON, A.C., 1959. The spawning of the plaice in the North Sea. Fish. Invest., London 22 (7): 1-111.

- WAEDE, M., 1954. Beobachtungen zum osmotischen, chemischen und thermischen Resistenz der Scholle (*Pleuronectes Platessa*) und Flunder (*P. flesus*). Kieler Meeresf. 10: 58-67
- WEATHERLY, A.H., 1972. Growth and Ecology of Fish Populations. Academic Press, New York.
- WIMPENNY, R.S., 1953. The Plaice. Buckland Lectures for 1949. Arnold, London.
- 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. Soc. London. 29: 233-258.

Tabel I

Het gemiddelde (gem.) en de middelbare fout (M) van de lengte (L) en de konditie (K) van 0- en I-groep schollen in de Noordzee (Callantsoog) en in de Waddenzee (Vlieter en Wierbalg) in de loop van het seizoen, waarin G = totaal vers gewicht, L = lengte, B = breedte, Lm (cm) = gem. lengte van de schollen van het submonster, Lv (cm) = gem. lengte van de schollen van de totale vangst, L/B = lengte-breedte verhouding, G (gram) = vers gewicht, inclusief ingewanden, g (gram) = droog gewicht zonder ingewanden en n = aantal schollen.

	April		Mei		Juni		Juli		Aug		Aug	
	I-gr		I-gr		I-gr		I-gr		I-gr		0-gr	
	gem	M	gem	M	gem	M	gem	M	gem	M	gem	M
Noordzee, Callantsoog												
K ₁	1,95	0,03	2,24	0,04			2,55	0,06	2,58	0,03	2,51	0,04
K ₂	0,72	0,01	0,83	0,03			0,96	0,01	0,95	0,01	0,95	0,02
K ₃	0,36	0,01	0,43	0,01			0,52	0,01	0,54	0,01	0,53	0,01
Lm	10,6	0,3	11,6	0,4			13,2	0,3	15,6	0,5	9,5	0,3
Lv	10,6	0,3	11,7	0,4			13,0	0,3	16,2	0,4	9,8	0,3
L/b	2,69		2,68				2,68		2,76		2,66	
G	9,01	9,82	14,47	1,55			22,55	1,54	37,69	3,22	8,15	0,68
n	79		98				85		70		30	
Waddenzee Vlieter												
K ₁			2,25	0,03	2,44	0,03			2,69	0,03		
K ₂			0,84	0,01	0,89	0,01			0,95	0,01		
K ₃			0,45	0,01	0,50	0,01			0,56	0,01		
Lm			10,0	0,4	11,0	0,4			12,1	0,4		
Lv			9,1	0,2	10,5	0,3			11,5	0,1		
L/b			2,98		2,74				2,83			
G			9,44	1,34	12,58	1,61			17,46	1,91		
n			99		59				65			
Waddenzee Wierbalg												
K ₁	2,10	0,03	2,14	0,05	2,39	0,04			2,57	0,03		
K ₂	0,79	0,01	0,77	0,02	0,86	0,01			0,92	0,01		
K ₃	0,37	0,01	0,40	0,01	0,47	0,01			0,52	0,01		
Lm	8,9	0,3	9,4	0,7	10,7	0,4			13,2	0,5		
Lv	8,5	0,2	8,7	0,4	10,6	0,4			12,6	0,2		
L/b	2,66		2,77		2,78				2,78			
G	6,16	0,57	7,59	2,28	11,28	1,48			22,42	2,87		
n	147		32		60				50			

Tabel I (vervolg)

	Sep I-gr gem M	Sep O-gr gem M	Okt I-gr gem M	Okt O-gr gem M
Noordzee, Callantsoog				
K ₁	2,60 0,04	2,49 0,04	2,55 0,03	2,48 0,03
K ₂	0,94 0,01	0,93 0,02	0,95 0,01	0,95 0,01
K ₃	0,56 0,01	0,55 0,01	0,55 0,01	0,54 0,01
Lm	16,5 0,3	11,0 0,2	17,7 0,4	11,5 0,2
Lv	17,1 0,3	11,1 0,2	17,9 0,2	11,5 0,1
L/b	2,77	2,69	2,76	2,63
G	43,49 2,63	12,46 0,90	54,16 4,07	14,50 0,85
n	68	30	65	50
Waddenzee, Vlieter				
K ₁	2,68 0,03		2,48 0,03	
K ₂	0,94 0,01		0,93 0,01	
K ₃	0,57 0,01		0,53 0,01	
Lm	12,2 0,3		14,2 0,4	
Lv	12,0 0,2		13,6 0,2	
L/b	2,86		2,69	
G	17,44 1,33		27,48 2,67	
n	66		60	
Waddenzee, Wierbalg				
K ₁	2,60 0,02		2,44 0,02	2,31 0,03
K ₂	0,89 0,01		0,89 0,01	0,90 0,01
K ₃	0,53 0,01		0,51 0,01	0,49 0,01
Lm	15,5 0,4		15,4 0,5	8,0 0,3
Lv	12,4 0,1		13,0 0,2	7,8 0,2
L/b	2,91		2,74	2,59
G	22,78 2,11		33,76 3,42	4,63 0,42
n	65		60	33

Tabel II

Het gemiddelde (gem.) en de middelbare fout (M.f.) van het watergehalte (W) en het relatief ingewandengewicht (I), beiden in % van het vers gewicht, van O- en I-groep schol in de Noordzee (Callantsoog) en in de Waddenzee (Vlieter en Wierbalg) in de loop van het seizoen.

Datum	Callantsoog				Vlieter				Wierbalg			
	W	M.f.	I	M.f.	W	M.f.	I	M.f.	W	M.f.	I	M.f.
Mei	78,99	0,15	9,10	0,38	78,06	0,17	9,21	0,37	79,40	0,27	8,88	0,55
Juni					78,00	0,38	9,88	0,50	78,45	0,23	9,18	0,47
Juli	77,58	0,19	9,62	0,24								
Aug O	77,07	0,52	8,13	0,51								
Aug I	77,41	0,27	8,31	0,37	77,47	0,20	8,27	0,40	77,70	0,15	8,11	0,46
Sep O	76,25	0,18	7,10	0,56								
Sep I	76,58	0,28	7,46	0,31	76,60	0,29	8,52	0,31	77,65	0,23	8,51	0,43
Okt O	77,18	0,17	5,07	0,21					77,38	0,19	6,67	0,54
Okt I	77,09	0,24	6,14	0,25	76,94	0,29	7,75	0,35	77,65	0,19	6,04	0,22

Tabel III

Konditie (K) als funktie van de lengte (L). Berekening van de lineaire $K = aL + b$, waarin K = de konditie berekend als $100G/L^2B$ (G = totale natgewicht in g, L = lengte in cm, b = standaardbreedte in cm, r = correlatiecoëfficiënt en n = aantal schollen.

Maand	Groep	a	b	r	n	sign(95%)
Apr	I	1,0221	1,7196	0,2244	79	+
Mei	I	0,0044	2,1928	0,0424	98	-
Juli	I	-0,0010	2,3370	0,0100	85	-
Aug	I	0,0086	2,4498	0,1367	69	-
Aug	O	0,0603	1,9395	0,3655	30	+
Sep	I	-0,0042	2,6883	0,0300	68	-
Sep	O	0,0454	1,9962	0,2712	30	-
Okt	I	0,0225	2,1468	0,3082	65	+
Okt	O	0,0165	2,2938	0,1153	50	-
Mei	I	-0,0205	2,4579	0,3095	99	+
Juni	I	-0,0101	2,5508	0,1341	59	-
Aug	I	-0,0177	2,9048	0,2260	65	-
Sep	I	-0,0148	2,8555	0,1714	66	-
Okt	I	-0,0177	2,7209	0,1830	60	-
Apr	I	-0,0017	2,1168	0,0141	147	-
Mei	I	0,0117	2,0255	0,1926	32	-
Juni	I	0,0380	1,9887	0,3818	60	+
Aug	I	-0,0012	2,5881	0,0200	50	-
Sep	I	-0,0075	2,6986	0,1216	64	-
Okt	I	-0,0070	2,5465	0,1539	60	-
Okt	O	-0,0247	2,5066	0,2325	33	-

Tabel IV

Watergehalte als functie van de lengte. Berekening van de lineaire regressie $W = aL + b$, waarin W = watergehalte als percentage van het natgewicht zonder ingewanden, L = lengte in cm, r = de correlatie-coëfficiënt en n = het aantal schollen.

Maand	Leeftijds groep	a	b	r	n	sign(95%)
Callantsoog						
Mei	I	0,0319	78,0400	0,7146	93	+
Juli	I	0,0163	77,7851	0,0256	86	-
Aug	(I)	0,0900	76,0122	0,1622	70	-
Aug	(O)	0,2515	74,6947	0,1260	30	-
Sep	(I)	0,1040	74,8617	0,1311	63	-
Sep	(O)	0,0386	75,8302	0,0479	30	-
Okt	(I)	0,0539	76,1413	0,2869	65	+
Okt	(O)	-0,0450	77,6937	0,0551	50	-
Vlieter						
Mei	I	0,0092	77,9799	0,0246	99	-
Juni	I	0,0034	77,9648	0,0373	59	-
Aug	I	0,1718	75,3594	0,3271	62	+
Sep	I	0,4675	70,9900	0,4711	66	+
Okt	I	0,2884	72,8490	0,4210	60	+
Wierbalg						
Mei	I	0,2158	77,3637	0,5866	32	+
Juni	I	0,2505	75,8440	0,4470	60	+
Aug	I	0,1414	75,8357	0,4874	50	+
Okt	(I)	-0,0004	77,6528	0,0644	60	-
Okt	(O)	-0,2424	79,3207	0,3298	33	-

Tabel V

Relatief ingewandengewicht als functie van de lengte. Berekening van de lineaire regressie $I = aL + b$, waarin I = ingewandengewicht als percentage van het totale natgewicht, L = lengte in cm, r = de correlatiecoëfficiënt en n = het aantal schollen.

Maand	Groep	a	b	r	n	sign(95%)
Callantsoog						
Mei	I	-0,1099	10,3797	0,1183	98	-
Juli	I	-0,3812	14,6364	0,4620	85	+
Aug	I	0,0305	7,8389	0,0409	70	-
Aug	O	-0,7040	14,7744	0,3657	30	-
Sep	I	0,1930	4,2499	0,2167	68	+
Sep	O	0,6171	4,3227	0,2485	30	-
Okt	I	-0,0976	7,8629	0,1576	65	-
Okt	O	-0,1099	6,3304	0,1072	50	-
Vlieter						
Mei	I	-0,4708	5,9117	0,1077	99	-
Juni	I	-0,5887	16,3348	0,5340	59	+
Aug	I	-0,3759	12,8367	0,3567	65	+
Sep	I	-0,4903	14,5000	0,4591	66	+
Okt	I	-0,1686	10,1387	0,2051	60	-
Wierbalg						
Mei	I	-0,1230	9,9489	0,1587	32	-
Juni	I	0,2245	6,6225	0,1843	60	-
Aug	I	-0,2156	11,9571	0,2414	50	-
Okt	I	-0,2258	9,5089	0,5282	60	+
Okt	O	-1,1461	15,8190	0,5488	33	+

Tabel VI

Het gemiddelde (gem.) en de middelbare fout (M) van de "verse" konditie ($K_1 = 100G/L^2B$ en $K_2 = 100G/L^3$), de lengte (L, cm) en het gewicht (G, gram) van I-groep schol in de A serie van de groeiproeven bij resp. 20°, 15° en 10° C (overmaat gevoerd, n = aantal schollen).

°C	6 Juni		5 Juli		3 Aug		23 Aug		11 Sept		26 Sept		10 Okt	
	gem	M	gem	M	gem	M	gem	M	gem	M	gem	M	gem	M
20 K ₁	2,40	0,04	2,76	0,11	3,11	0,11	3,16	0,10	3,15	0,15	3,17	0,12	3,17	0,12
K ₂			0,97	0,04	1,14	0,04	1,17	0,03	1,19	0,05	1,21	0,04	1,21	0,04
L	9,7	0,3	9,9	0,6	11,0	0,7	12,2	0,7	13,1	0,7	13,4	0,7	13,8	0,8
G			9,92	1,94	15,60	3,04	22,28	3,75	27,28	3,99	29,74	4,14	32,89	5,73
n	48		22		19		19		18		15		12	
15 K ₁	2,40	0,4	2,65	0,09	3,02	0,08	3,04	0,07	3,07	0,06	3,03	0,06	3,00	0,06
K ₂			0,94	0,03	1,07	0,03	1,12	0,03	1,15	0,03	1,15	0,03	1,15	0,03
L	9,7	0,3	10,1	0,5	10,8	0,7	11,7	0,8	12,8	0,8	13,7	0,8	14,1	0,8
G			10,38	2,02	15,08	3,64	19,59	4,35	26,20	5,23	31,82	6,00	35,14	6,63
n	53		38		29		29		29		29		29	
10 K ₁	2,40	0,04	2,54	0,10	2,73	0,14	2,85	0,18						
K ₂			0,91	0,03	0,98	0,05	1,01	0,05						
L	9,7	0,3	10,3	0,6	10,7	0,6	10,4	1,4						
G			10,62	1,81	13,26	2,89	13,23	7,73						
n	49		39		32		9							

Tabel VII

Het gemiddelde (gem.) en de middelbare fout (M) van de "verse" konditie ($K_1 = 100G/L^2B$ en $K_2 = 100G/L^3$), de lengte (L, cm) en het gewicht (G, gram) van I-groep schol in de B-serie van de groeiproeven bij resp. 20°, 15° en 10° C (beperkt gevoerd, n = aantal schollen).

°C	20 Juni		5 Juli		3 Aug		23 Aug		11 Sept		26 Sept		10 Okt	
	gem	M	gem	M	gem	M	gem	M	gem	M	gem	M	gem	M
20 K ₁	2,47	0,03	2,61	0,08	2,86	0,14	2,89	0,05	2,90	0,07	2,86	0,08	2,90	0,07
K ₂			0,91	0,03	1,02	0,05	1,03	0,03	1,03	0,03	1,01	0,03	1,03	0,03
L	11,3	0,3	11,2	0,5	11,3	0,9	11,8	1,0	12,1	1,2	12,3	1,3	12,1	1,1
G			13,53	1,93	16,18	4,72	18,38	5,63	20,08	6,98	21,33	7,67	19,58	4,97
n	44		35		15		15		14		13		12	
15 K ₁	2,47	0,03	2,57	0,07	2,88	0,14	2,97	0,08	2,85	0,11	2,82	0,09	2,83	0,09
K ₂			0,90	0,03	1,02	0,06	1,07	0,03	1,05	0,04	1,02	0,04	1,06	0,04
L	11,3	0,3	11,6	0,6	12,6	0,9	13,2	1,0	13,3	1,4	13,5	1,5	14,1	1,7
G			15,17	2,46	21,63	4,72	26,00	5,99	27,40	8,24	28,44	9,21	33,57	11,11
n	44		34		17		12		12		12		11	
10 K ₁	2,47	0,03	2,68	0,05	2,79	0,10	2,88	0,13	3,00	0,16	3,01	0,20	3,01	0,12
K ₂			0,93	0,02	0,97	0,04	1,04	0,04	1,08	0,04	1,10	0,08	1,12	0,05
L	11,3	0,3	11,5	0,5	11,8	0,6	12,4	0,8	12,6	1,9	12,9	1,8	13,1	1,8
G			15,06	2,11	17,24	2,90	20,90	4,06	23,46	8,98	25,25	8,19	27,71	9,95
n	44		36		32		23		8		8		7	

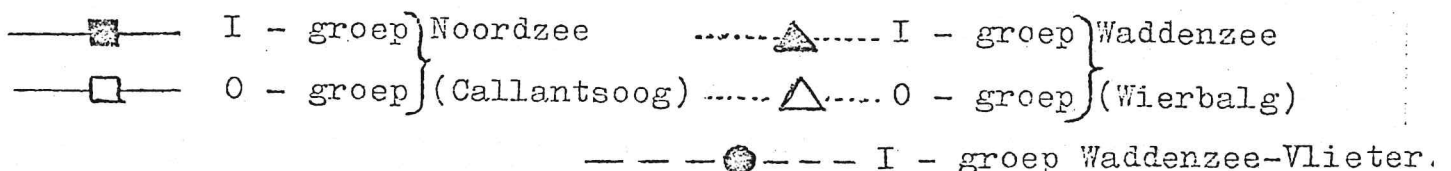
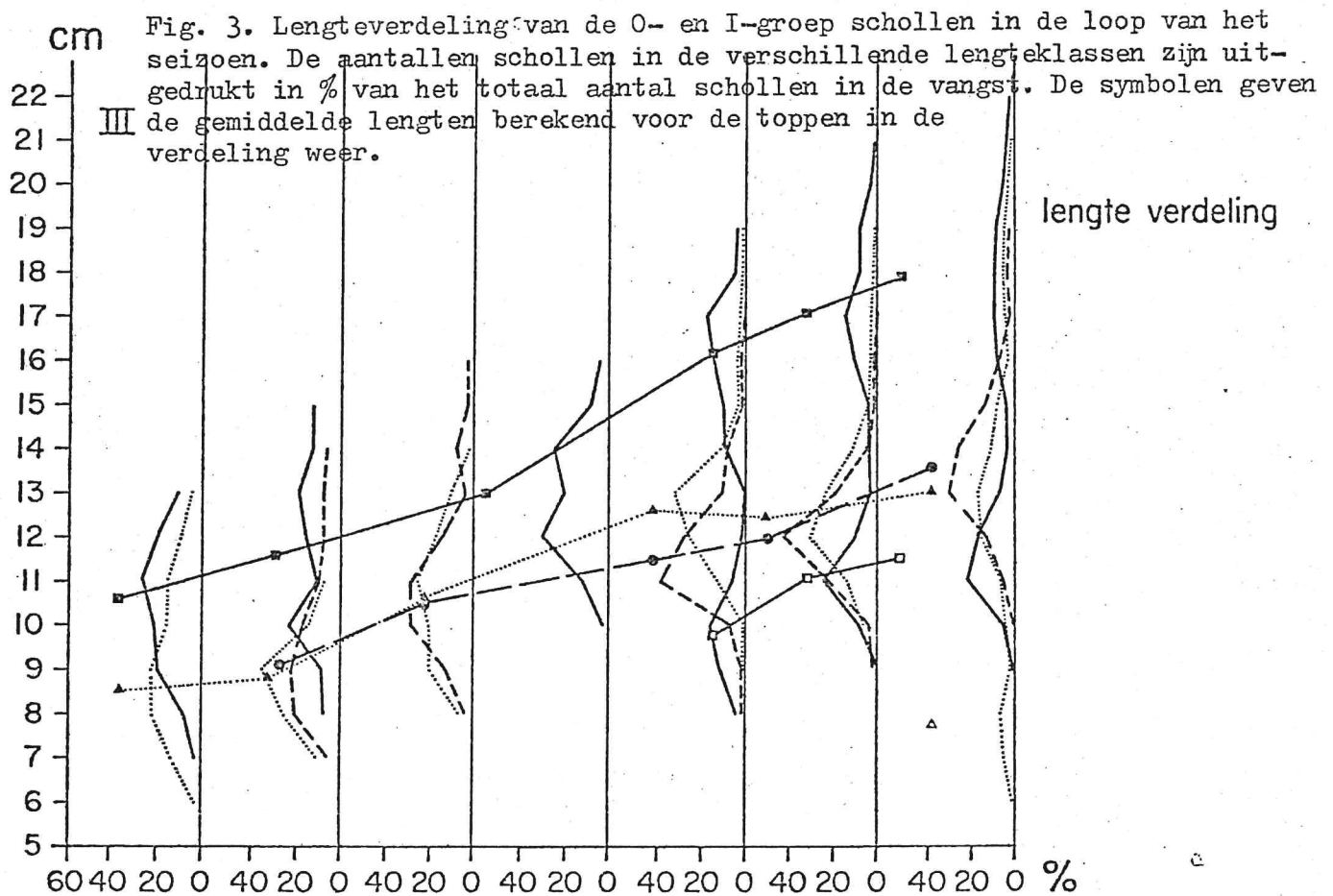
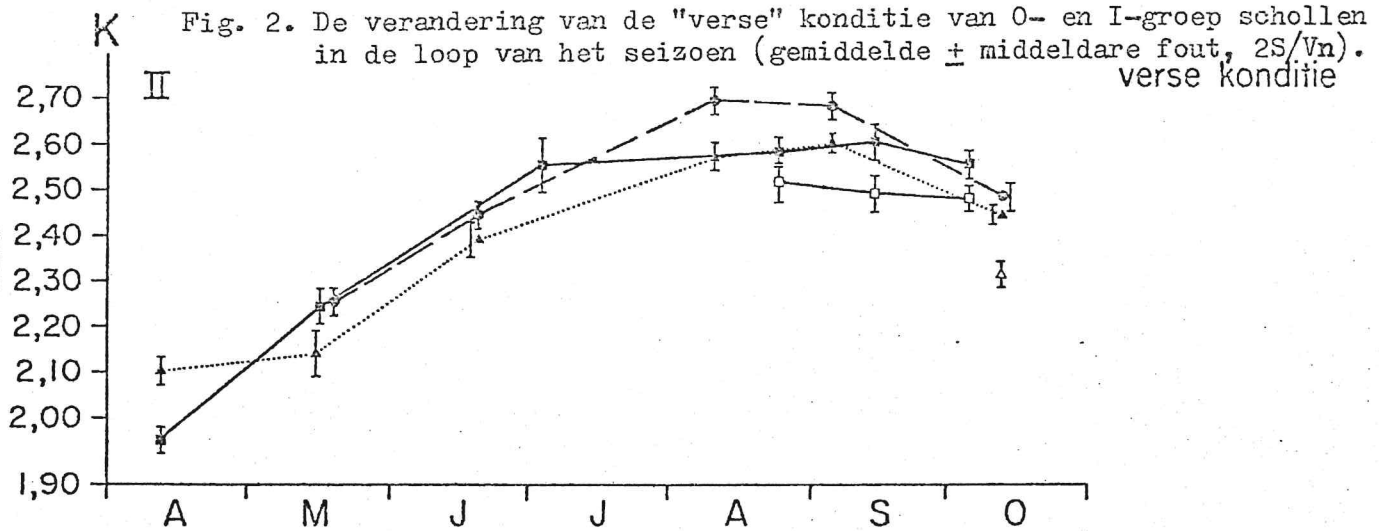
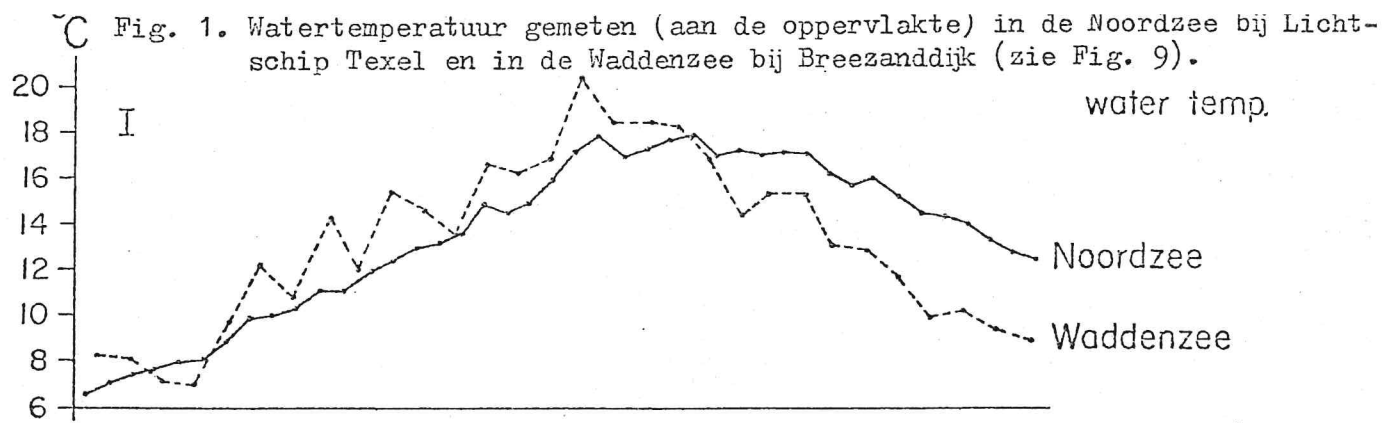


Fig. 4. De verandering van het watergehalte in % van het vers gewicht van 0- en I-groep schollen in de loop van het seizoen (gemiddelde $\pm$ middelbare fout, $2S/Vn$).

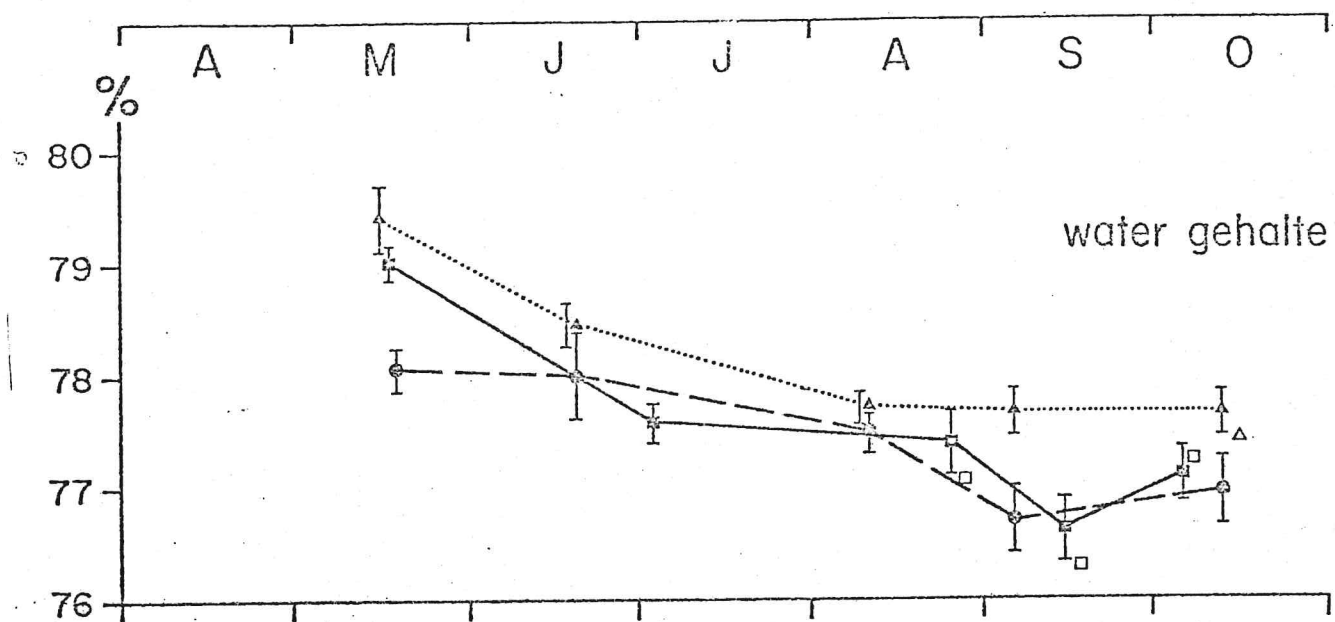


Fig. 5. De verandering van het gewicht van de ingewanden, als % van het vers gewicht, bij 0- en I-groep schollen in de loop van het seizoen (gemiddelde $\pm$ middelbare fout, $2S/Vn$).

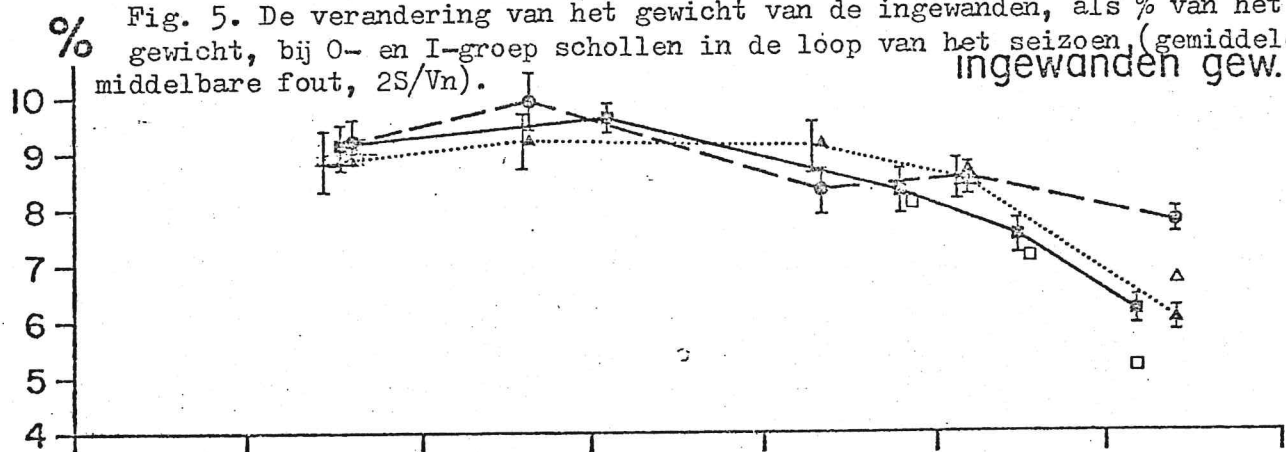
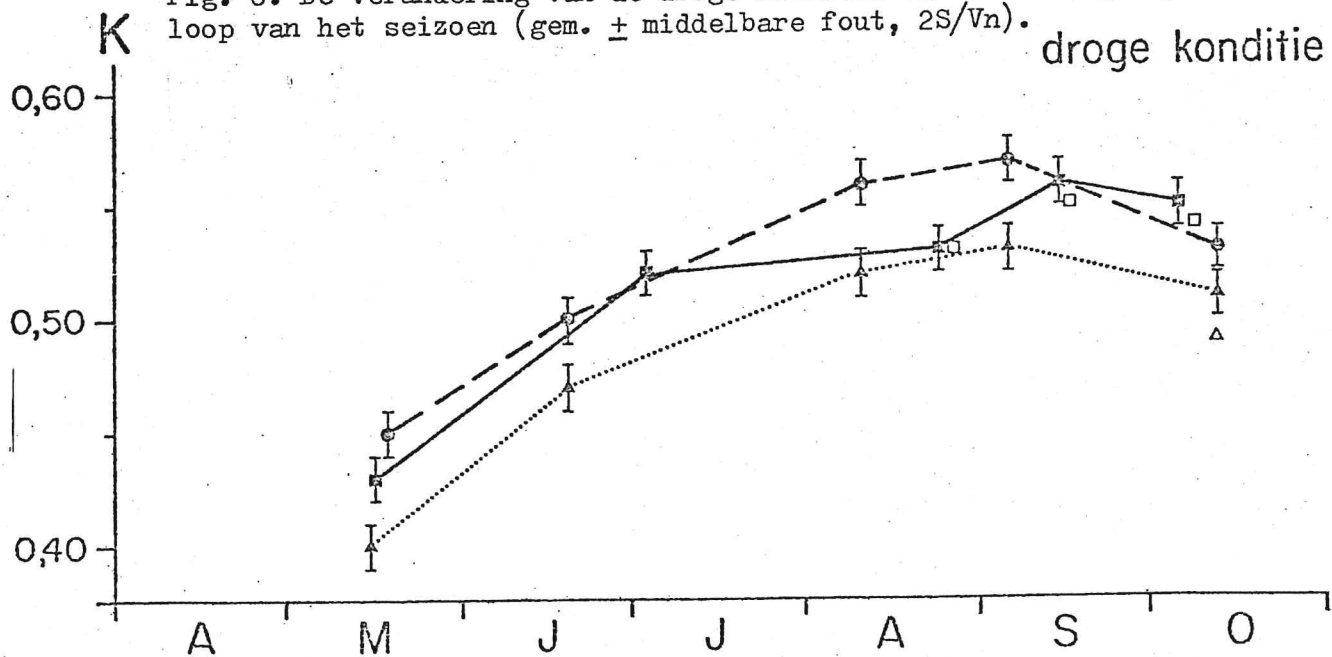


Fig. 6. De verandering van de droge konditie van 0- en I-groep schollen in de loop van het seizoen (gem. $\pm$ middelbare fout, $2S/Vn$).



—■— I - groep Noordzee △..... I - groep Waddenzee
 —□— 0 - groep (Callantsoog) △..... 0 - groep (Wierbalg)
 —●— I - groep Waddenzee-Vlieter.

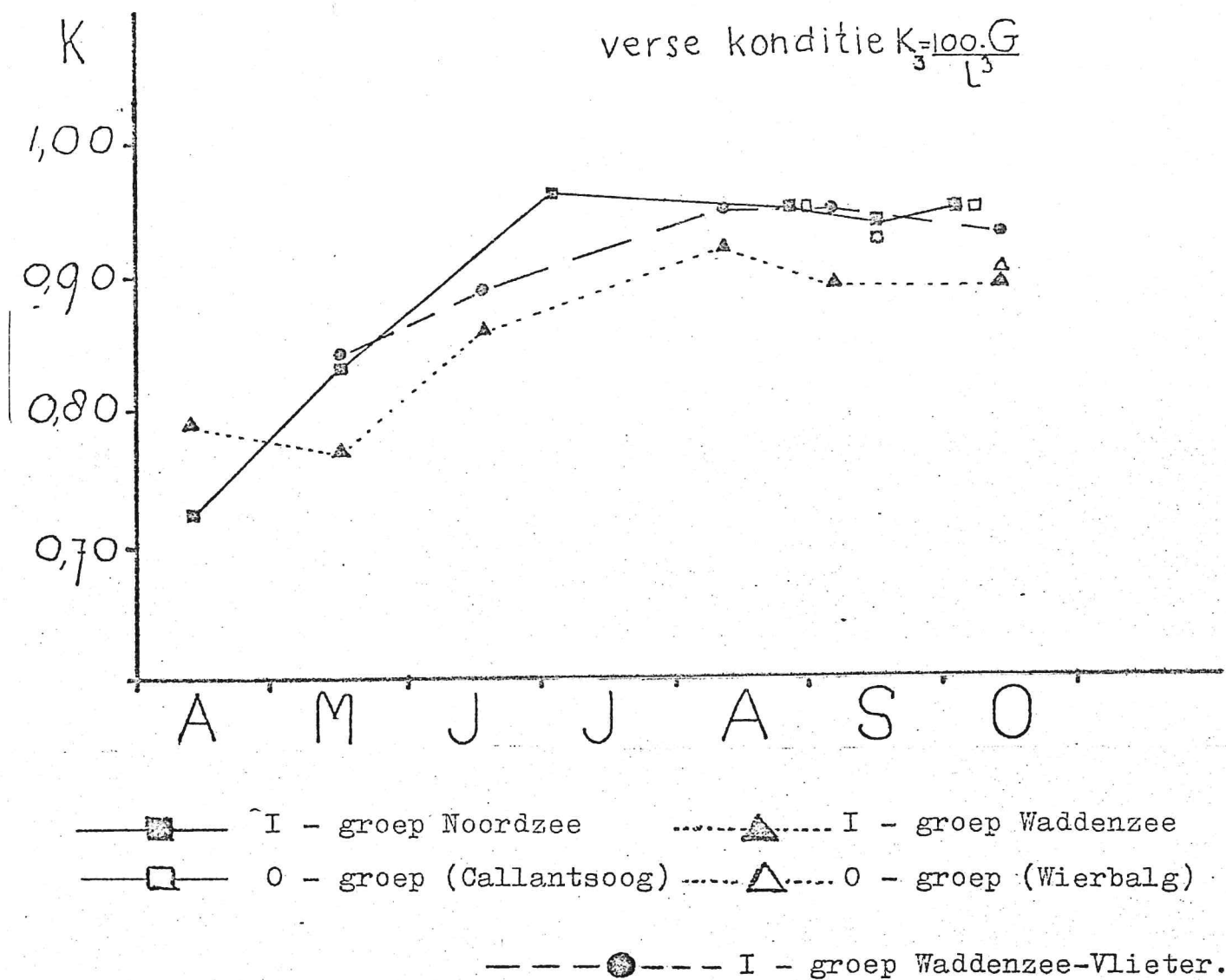


Fig. 7: De verandering van de verse konditie van O- en I-groep schollen in de loop van het seizoen.

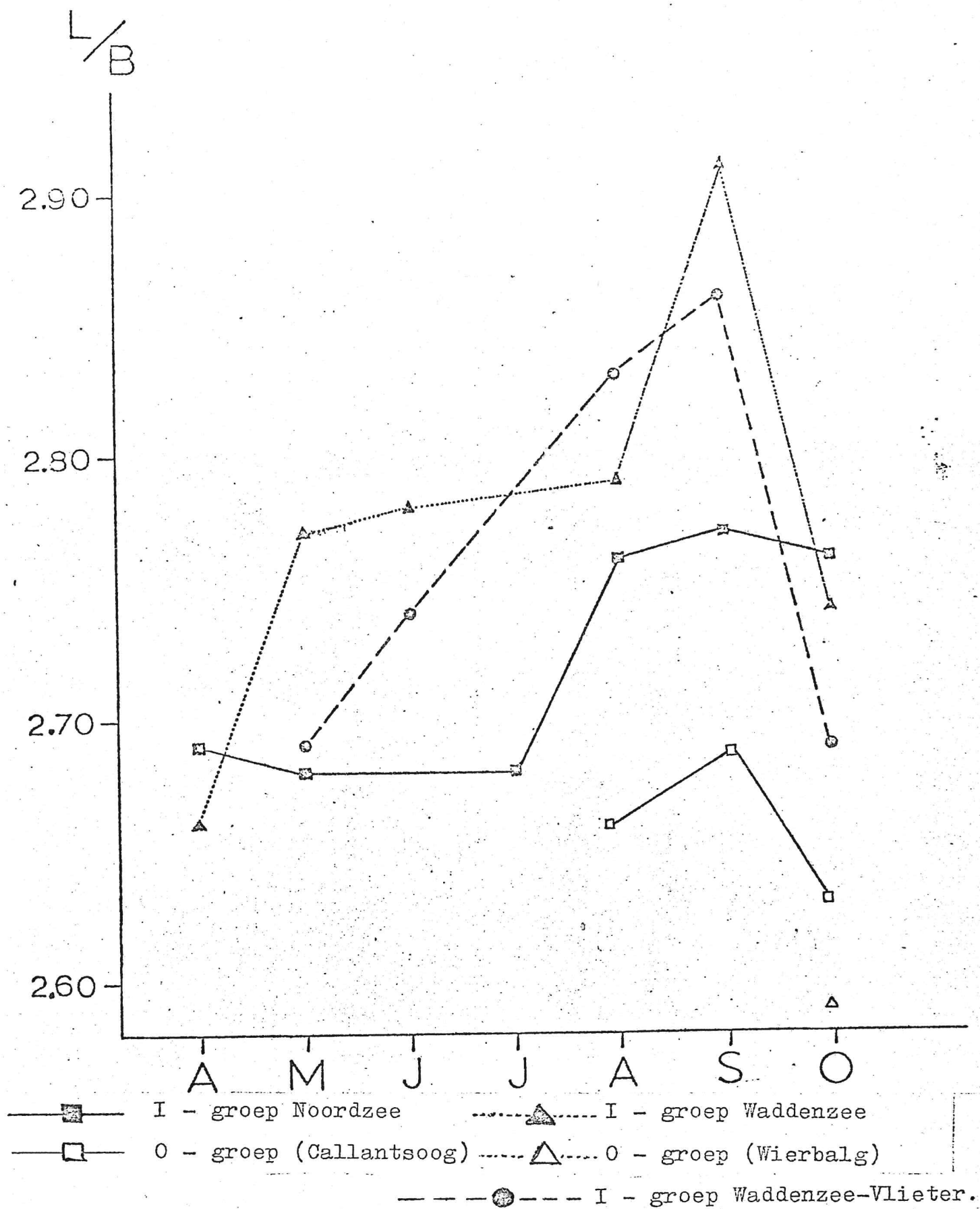
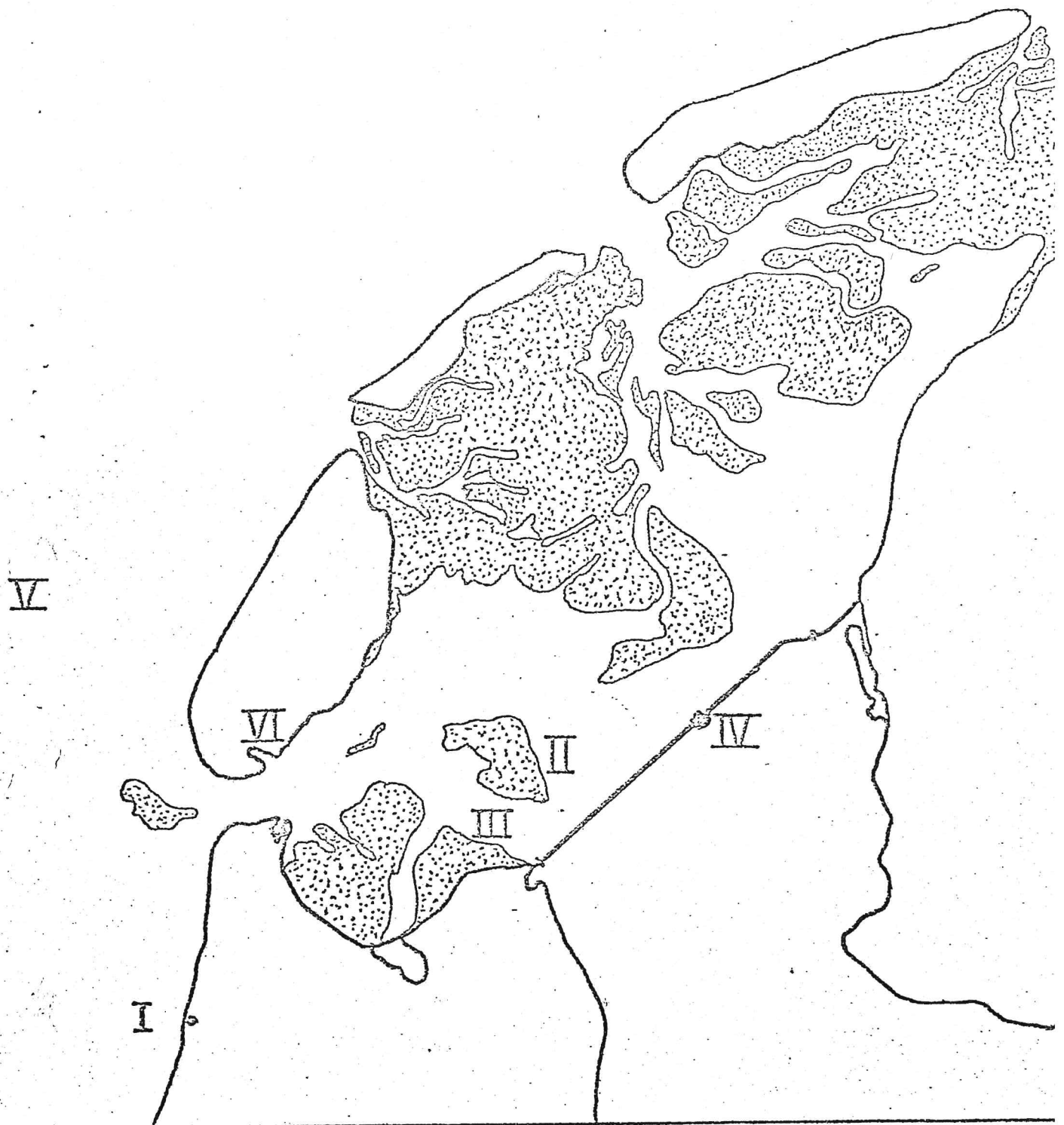
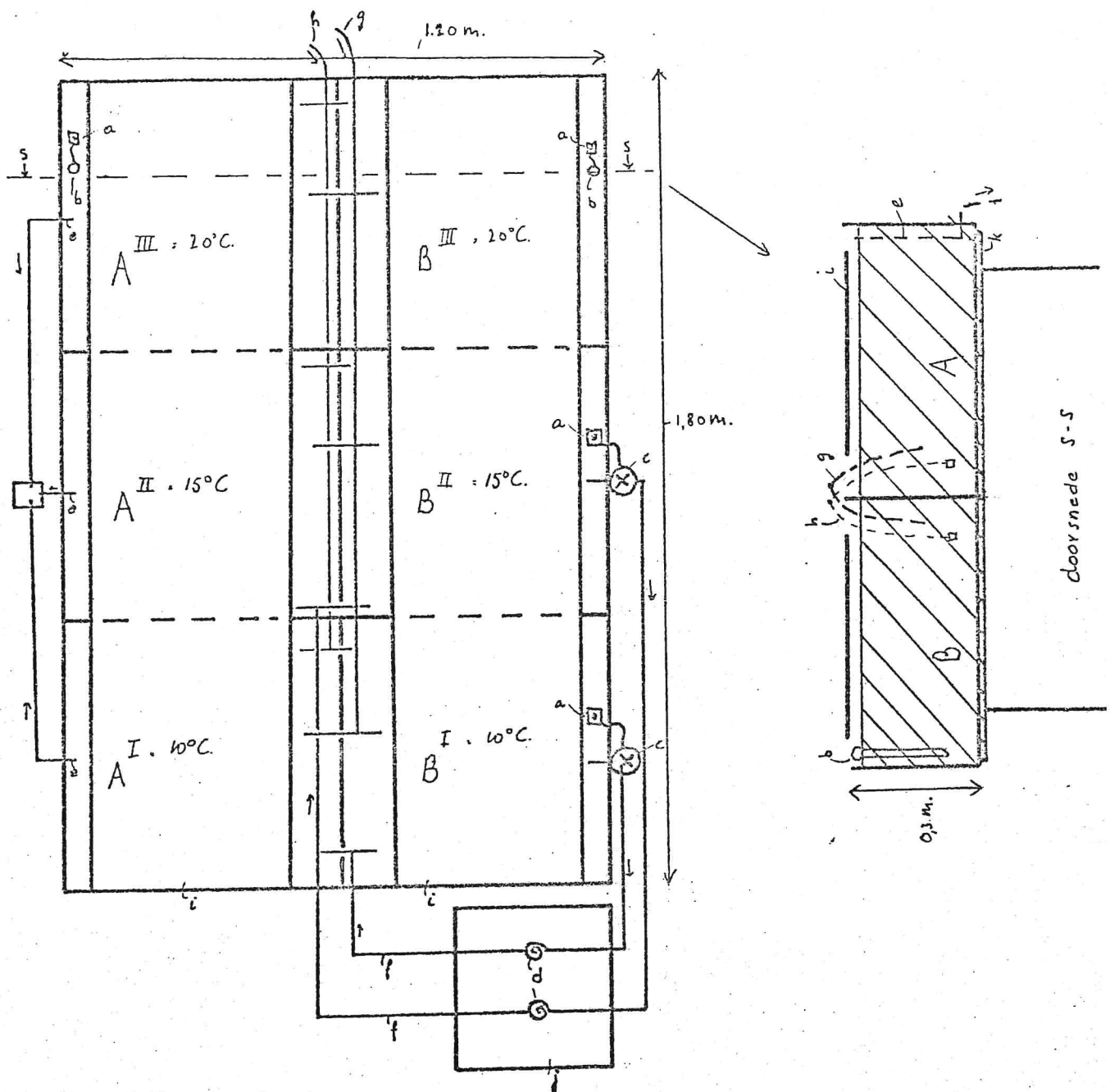


Fig. 8: De verandering van de lengte-breedte verhouding van O- en I-groep schollen in de loop van het seizoen.



- I callantsoog
- II vlieter
- III wierbalg
- IV breezanddijk
- V lichtschip texel
- VI h.i.o.z.

Fig. 9. Overzicht van de stations in Noord- en Waddenzee waar gemonsterd werd.



- a. thermostaat.
- b. verwarmingselement.
- c. pompje.
- d. koelspiraal.
- e. afvoer.
- f. koelleiding.
- g. zeewaterleiding.
- h. luchtleiding.
- i. plank.
- j. koelbak.
- k. tafel.
- s. dwarsdoorsnede.

Fig. 10: Schema van de opstelling voor de groeiproeven in het laboratorium.

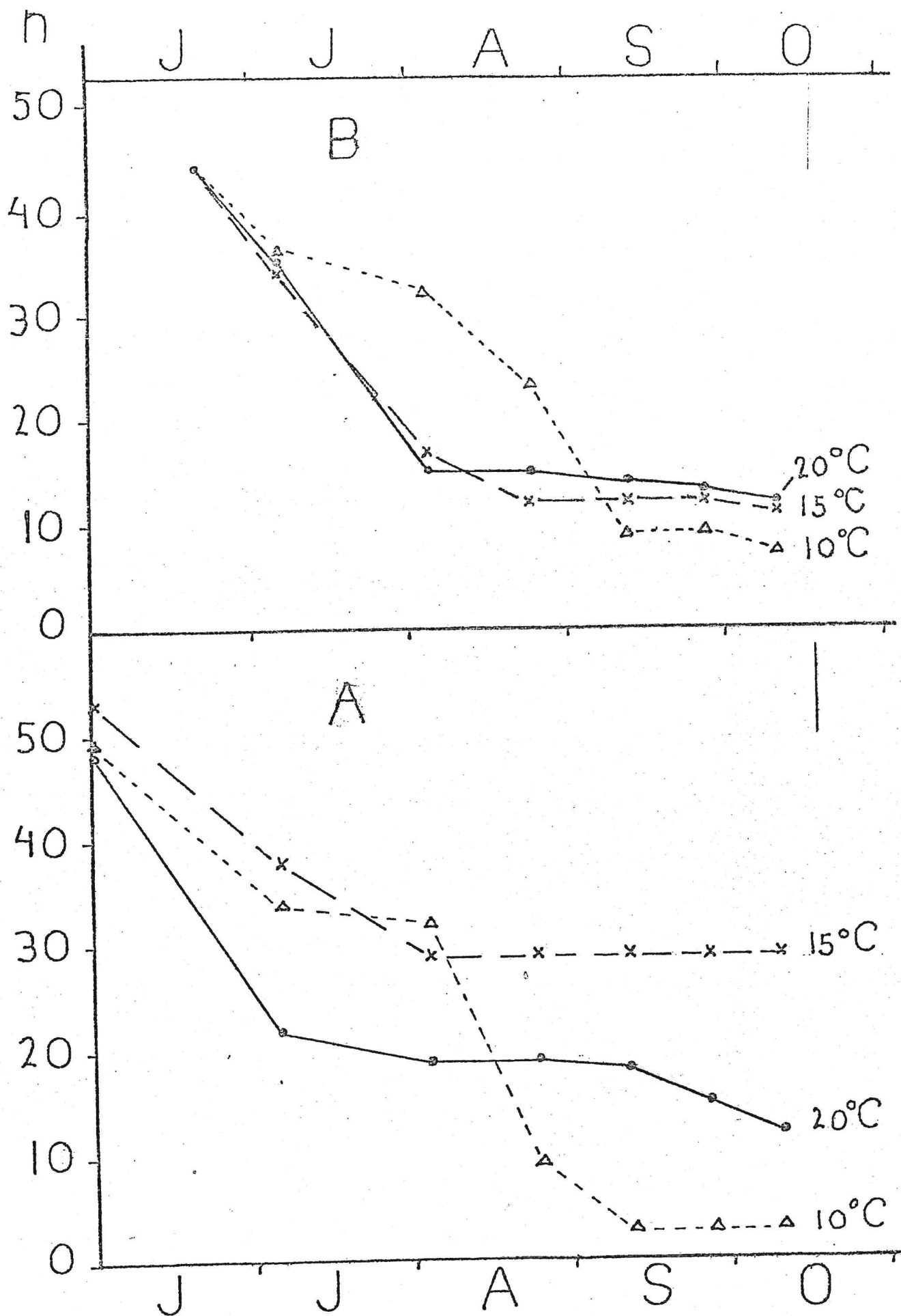


Fig. 11: De overleving van de schollen tijdens de groeiproeven in het laboratorium, in de series A (overmaat gevoerd) en B (beperkt gevoerd). N = het aantal schollen per bak.

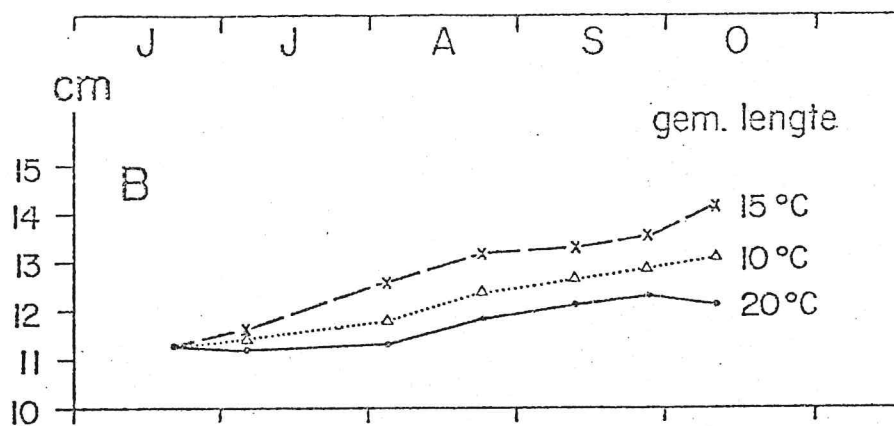


Fig. 12. Lengtetoeename van de schollen in de B-serie.

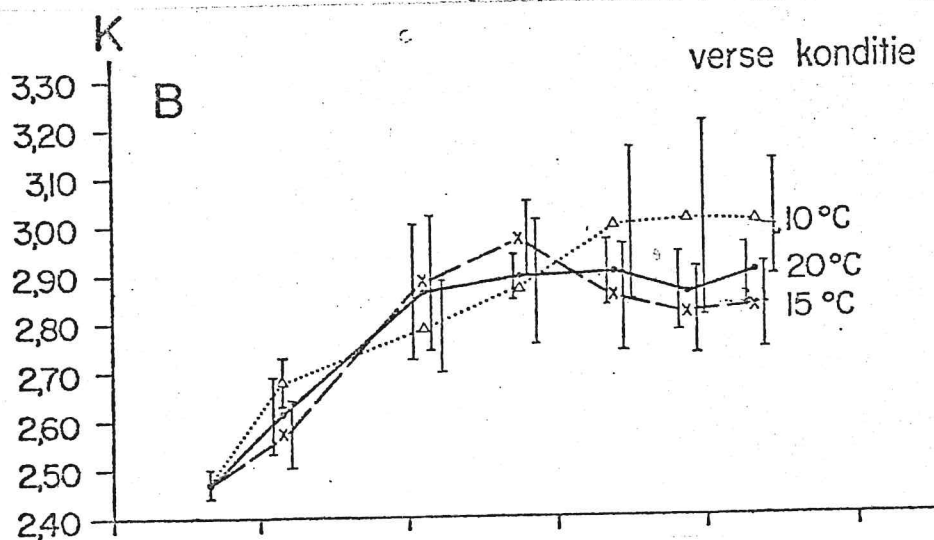


Fig. 13. De verandering van de verse konditie van de schollen in de B-serie (gem. $\pm$ middelbare fout, $2S/Vn$).

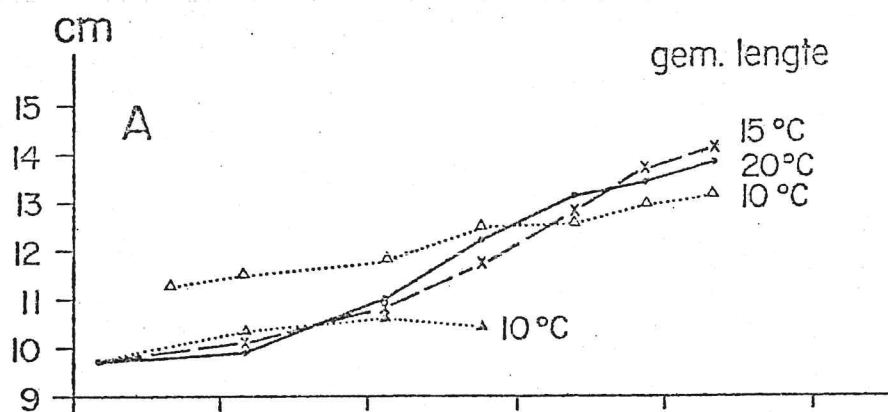


Fig. 14. Lengtetoeename van de schollen in de A-serie. Ter vergelijking is ook de lengtetoeename gegeven van de schollen bij 10° C in de B-serie.

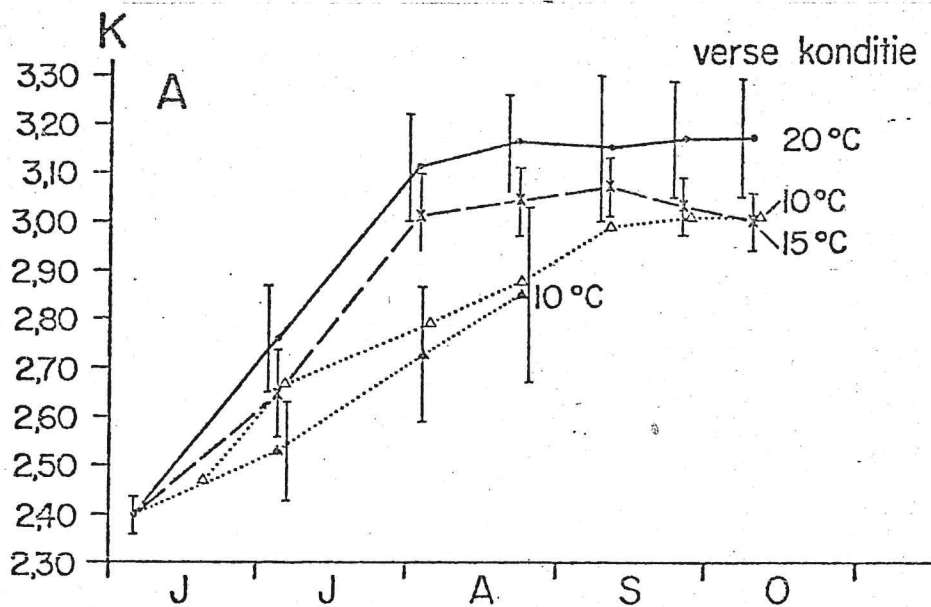


Fig. 15. De verandering van de verse konditie van de schollen in de A-serie en, ter vergelijking, ook van schollen bij 10° C in de B-serie (gem. $\pm$ middelbare fout, $2S/\sqrt{n}$).