

EEN EXPERIMENTEEL ONDERZOEK NAAR DE GROEI VAN  
O-GROEP SCHOL EN BOT IN RELATIE TOT DE  
WATERTEMPERATUUR

BERT GLAZENBURG

Verslagen  
lands Instituut voor  
ek der Zee, Texel

1983-5

12990

All rights reserved

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

printed by



texel

EEN EXPERIMENTEEL ONDERZOEK NAAR DE GROEI VAN  
O-GROEP SCHOL EN BOT IN RELATIE TOT DE  
WATERTEMPERATUUR\*

door

BERT GLAZENBURG

INHOUD

Summary en Samenvatting . . . . .	1-2
1. Inleiding . . . . .	3
2. Materiaal en methode . . . . .	4
2.1. De proefopstelling . . . . .	5
2.2. De proefdieren . . . . .	5
2.3. Het voeren . . . . .	6
2.4. Het meten . . . . .	6
3. Resultaten . . . . .	6
3.1. De groei van schol in het laboratorium . . . . .	6
3.1.1. Lengte en groeisnelheid . . . . .	6
3.1.2. Groeisnelheid en temperatuur . . . . .	10
3.2. De groei van schol in de haven . . . . .	12
3.3. De groei van bot in het laboratorium en in de haven . . . . .	13
4. Diskussie . . . . .	14
4.1. Dichtheidsafhankelijke groei . . . . .	14
4.2. Het lineair verband lengte - tijd . . . . .	14
4.3. Het lineair verband groeisnelheid - tempera- tuur . . . . .	15
4.4. Het verschil tussen de haven- en de laborato- riumexperimenten . . . . .	15
4.5. Een vergelijking met de groeigegevens van schol in de Waddenzee . . . . .	17
5. Literatuur . . . . .	18

SUMMARY

Growth in length of newly metamorphosed young plaice and flounder was measured in the laboratory at different constant temperatures. The fish, varying in size from 15 to 40 mm, were kept in groups in plastic pails or perforated plastic crates

\*Werkzaamheden verricht in het kader van de Doktoraalstudie aan de Rijksuniversiteit te Utrecht. Het onderzoek is uitgevoerd op het NIOZ te Texel, onder supervisie van M. Fonds.

suspended in large sea water tanks kept at 2<sup>o</sup>, 6<sup>o</sup>, 10<sup>o</sup>, 15<sup>o</sup> and 20<sup>o</sup>C. At the same time some fish were reared in perforated plastic crates suspended in the N.I.O.Z.-harbour at ambient sea water temperatures (9 → 16<sup>o</sup>C) from 6 May to 6 June (1980).

All pails and crates were provided with aeration and sand on the bottom, and the fish were fed daily (slightly) excess amounts of chopped fresh musselmeat. Their total length was measured in millimeters at the start, after 14 days and after one month.

Total length increased linearly with time, and the calculated growth-rate in length (dL/dt, mm per month) showed a highly significant positive correlation with water temperature.

Mortality of the fish in the harbour was high, while in the laboratory many fish showed poor growth. However, when only the good growing fish are considered, the growth rate in the laboratory and in the harbour agreed very well. The relation with temperature can be described as:

$$\text{plaice} : dL/dt \text{ (mm per month)} = 1,3 \text{ (}^{\circ}\text{C)} + 1,7$$

$$\text{flounder} : dL/dt \text{ (mm per month)} = 1,2 \text{ (}^{\circ}\text{C)} - 7,2$$

Calculated growth rates for young plaice in the Wadden Sea with this model agree fairly well with the actually observed growth rates from monthly young plaice surveys.

#### SAMENVATTING

In het voorjaar van 1980 zijn de lengtegroei van jonge 0-groep schol en bot onderzocht. De vissen, in lengte variërend van 15 tot 40 mm, werden in groepen in emmers en kratten gehouden en in overmaat gevoerd. Het experiment werd zowel in het laboratorium bij temperaturen van 2<sup>o</sup>, 6<sup>o</sup>, 10<sup>o</sup>, 15<sup>o</sup> en 20<sup>o</sup>C, als in het water van de NIOZ-haven uitgevoerd. Om de twee weken werd de lengte van elke vis gemeten. De groei werd een maand gevolgd.

Er werd een lineair verband gevonden, zowel voor de relatie lengte - tijd als wel voor de relatie lengte-groei - temperatuur. In de haven was de mortaliteit hoger. Worden alleen de goed-groeiende schollen beschouwd, dan is de groeisnelheid in haven en laboratorium gelijk. Voor schol geeft dit de relatie:

$$dL/dt \text{ (mm/mnd.)} = 1.3 T (^{\circ}\text{C}) + 1.7; \text{ voor bot}$$

$$dL/dt \text{ (mm/mnd.)} = 1.2 T (^{\circ}\text{C}) - 7.2.$$

## 1. INLEIDING

BÜCKMANN (1934) toonde aan dat de Duitse Waddenzee een belangrijke functie heeft als kinderkamer voor de jonge schol. Ook voor de Nederlandse Waddenzee is aangetoond dat ze van groot belang is voor de scholpopulatie in de Noordzee (ZIJLSTRA, 1972). Zowel bot als schol paaien 's winters in de zuidelijke Noordzee. Met de stroom worden eieren en larven naar de kust en de Waddenzee gevoerd, waar de dieren zich na metamorfose settelen (CREUTZBERG et al. 1978).

Gemetamorfoseerde larven van schol verschijnen al in april in de Waddenzee, de pas gemetamorfoseerde botten verschijnen in mei (De VLAS, 1979).

Voor de berekening van het broedsucces en de totale produktie van O-groep schol in de Waddenzee is de mortaliteit een belangrijke en komplicerende faktor (ZIJLSTRA et al. 1982). Als gevolg van sterfte zal een schatting van het aantal aanwezige vissen op grond van vangsten niet overeenkomen met het aantal de Waddenzee binnengetrokken vissen. Om dezelfde reden zal, mede vanwege de voortdurende intrek van schollarven in het voorjaar, de gemeten groei van de O groep schol in het voorjaar niet overeenkomen met de werkelijke groeisnelheid van de individuen. Een produktiebepaling op grond van de groei en het aantal gevangen vissen zal daarom leiden tot een onder-

schatting. Een betere schatting wordt gekregen door de biomassa levende dieren te vermeerderen met de biomassa gestorven dieren.

De mortaliteit is moeilijk direkt te bepalen, maar kan wel worden afgeleid. Hiervoor moeten de werkelijke intrek in aantallen en de werkelijke groeisnelheid per individu bekend zijn. Dan kan namelijk berekend worden hoe de produktie zou zijn zonder mortaliteit. Deze waarde, verminderd met de gemeten produktie, berekend uit de gevangen vis, geeft een schatting van de biomassa gestorven vis.

In Schema:

$$( A \times B ) - ( a \times b ) = c$$

$A' \times B$  = geschatte toename van de biomassa zonder sterfte

$A$  = werkelijke gemiddelde groei per vis

$B$  = werkelijke aantal binnengetrokken vis

$a \times b$  = gemeten toename van de biomassa uit vangsten

$a$  = gemiddelde groei per vis afgeleid uit vangsten

$b$  = schatting van het aantal vissen uit vangsten

$c$  = mortaliteit

Het aantal binnengetrokken vissen kan berekend worden uit vangsten in de geulen rondom het betreffende onderzoeksgebied. De groeisnelheid kan experimenteel worden bepaald.

Om een bijdrage te leveren aan de oplossing van deze problematiek is onderstaand onderzoek naar de groeisnelheid van jonge schol en bot gedaan.

## 2. MATERIAAL EN METHODE

In april en mei 1980 werd de lengtegroei van schol bij verschillende temperaturen gemeten. In juni gebeurde dit met de bot. Het betrof jonge dieren uit de O-groep, met een lengte variërend

van 15 tot 40 mm. In het NIOZ-laboratorium vonden de metingen plaats bij konstante temperaturen: 2, 6, 10, 15 en 20°C. In de NIOZ-haven werd het experiment uitgevoerd bij een dagelijks variërende temperatuur, veroorzaakt door het getij en de zon. Naast elkaar werden metingen gedaan met verschillende dichtheden vissen.

### 2.1. DE PROEFOPSTELLING

De proefdieren verbleven in emmers (∅ 28 cm, h 22 cm) en kratten (52 × 36 × h 28 cm), gevuld met zeewater (30‰ S). In het laboratorium werden de emmers en kratten gehangen in polyester bassins (2,5 × 0,6 × 0,6 m) met kontinu ververst zeewater, die met behulp van een thermostaat, een koelelement en een verwarmingselement op konstante temperatuur werden gehouden. De kratten hadden in de zijwanden gaatjes waardoor zeewater vrij in en uit kon stromen. Het water in de emmers werd tweemaal daags ververst. Bovendien werden de emmers en kratten geëereerd, terwijl op de bodem een laagje zand werd aangebracht.

In de NIOZ-haven werd een rij kratten in het water gehangen waarbij langs twee zijanten van de kratten houten balken waren bevestigd die als drijvers fungeerden. Het geheel lag afgemeerd langs een drijvende stijger.

### 2.2. DE PROEFDIEREN

Jonge ∅ groep schollen en botten werden met een boomkor gevangen op het Balgzand en bij de NIOZ-haven, en in emmers overgebracht naar de laboratorium. Ter acclimatisering werden de dieren een paar dagen voor de aanvang van de groeimetingen in hun verblijven ondergebracht.

Vissen met een lengte van ± 15 mm werden verdeeld over de kratten, de exemplaren van ± 20 mm bleven in de emmers.

Tijdens het experiment gestorven exemplaren werden genoteerd en verwijderd.

### 2.3. HET VOEREN

De vissen werden tweemaal daags in overmaat gevoerd met fijn-gesneden mossel (zonder sluitspieren en schelp) of wormen. Vóór het voeren werden overgebleven voedselresten met behulp van een hevel verwijderd.

### 2.4. HET METEN

De lengtegroei werd gemeten over een period van een maand. Om de dieren zo min mogelijk te verstoren werd slechts drie maal hun lengte bepaald: bij aanvang, halverwegen en aan het eind van elk experiment. Voor het meten van de vissen werd een petrischaaltje gevuld met het water uit de proefopstelling. Met een netje werd daarna de vis gevangen en in de petrischaal losgelaten. De petrischaal werd op grafiekpapier gezet en de lengte van het dier werd afgelezen zodra het op de bodem tot rust was gekomen.

## 3. RESULTATEN

### 3.1. DE GROEI VAN SCHOL IN HET LABORATORIUM

#### 3.1.1. Lengte en groeisnelheid

Van enkele groepen zijn niet elke keer alle vissen gemeten omdat sommige dieren moeilijk te vinden waren. In figuur 1 is de lengte van elke gemeten vis aangegeven.

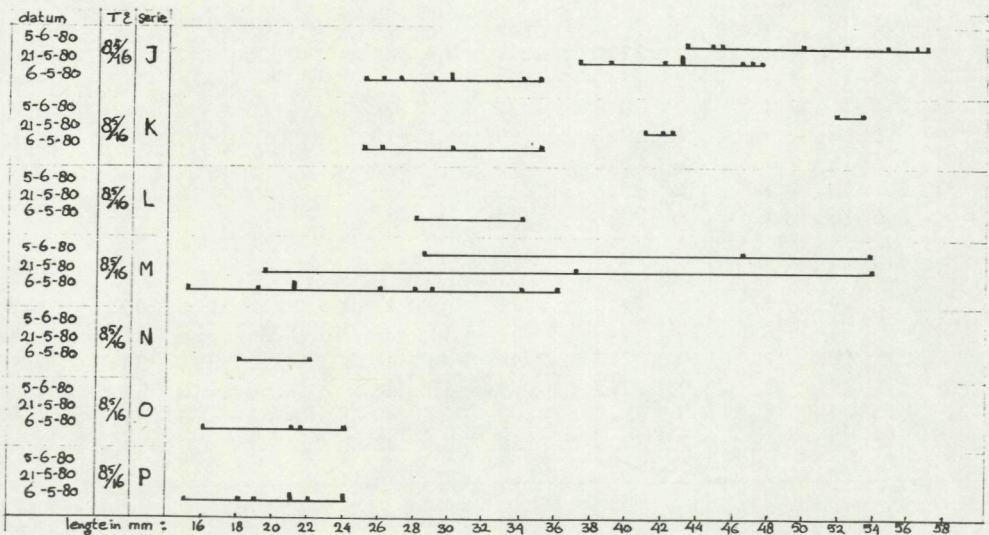
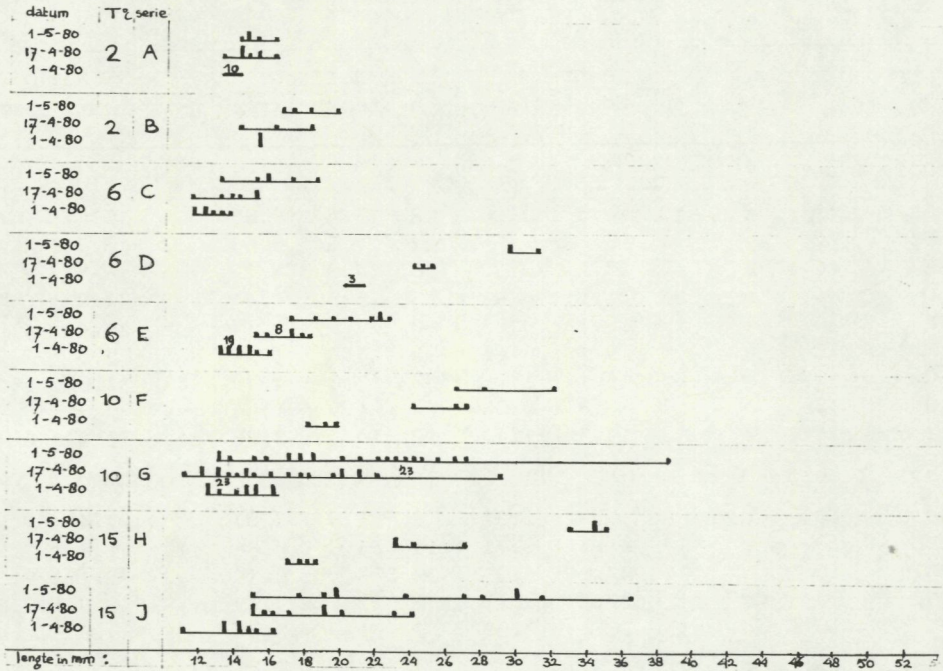
De gemiddelde lengten van de verschillende groepen scholletjes en botten bij aanvang, na twee weken en na een maand, staan vermeld in Tabel I. Vergelijken we de gemiddelde groeisnelheden van de experimenten bij 10°C, dan valt op dat deze met uitzondering van groep G, vrijwel gelijk zijn (Tabel II).

Tabel I

Aantal vissen per krat (k) of emmer (e), hun gemiddelde lengte (mm) en de standaarddiviatie (s.d.) bij aanvang, halverwege en aan het eind van elk experiment. Samengevoede groepen uit krat A t/m I. J t/m P en U, V: drijvende kratten in de haven. (In krat M werden 2 groepen scholletjes ingezet, 5 grotere en 4 kleinere. Van de kleinere overleefde slechts één dier).

Groep	T (°C)	e/k	Begin		Halfweg		Eind	
			n	Lengte (mm)	n	Lengte (mm)	n	Lengte (mm)
Schol, 1 april - 1 mei								
A	2	e	10	14.5 ± 0.26	8	15.4 ± 0.85	5	15.8 ± 0.68
B	2	e	4	16.0 ± ----	3	17.0 ± 1.63	3	18.7 ± 1.30
C	6	e	7	13.3 ± 0.70	6	14.8 ± 1.25	6	16.8 ± 1.70
D	6	e	3	21.5 ± 0.41	3	25.5 ± 0.41	3	31.0 ± 0.71
E	6	k	19	15.1 ± 0.83	8	17.7 ± 1.17	8	21.4 ± 1.83
F	10	e	3	19.8 ± 0.62	3	26.8 ± 1.31	3	29.8 ± 2.32
G	10	k	23	15.1 ± 1.28	23	17.6 ± 4.29	23	21.6 ± 5.56
H	15	e	4	18.8 ± 0.56	4	24.3 ± 1.64	4	35.3 ± 0.75
I	15	k	12	14.9 ± 1.13	12	19.3 ± 3.48	12	25.8 ± 6.40
Schol, 1 mei - 30 mei								
AB	10	k	8	16.9 ± 1.81	8	21.6 ± 3.87	8	27.4 ± 7.23
CDE	10	k	17	21.5 ± 5.31	15	24.6 ± 4.66	16	31.3 ± 7.94
FG1	10	k	14	22.0 ± 6.39	12	26.6 ± 6.10	12	32.1 ± 9.56
FG2	20	k	12	23.2 ± 5.77	8	32.4 ± 7.44	8	46.9 ± 12.09
HI	10	k	15	28.6 ± 7.09	9	31.6 ± 8.94	8	39.0 ± 12.42
Schol, 6 mei - 5 juni								
J	8.5-16	k	8	29.5 ± 3.59	8	43.2 ± 3.69	8	50.6 ± 5.44
K	8.5-16	k	4	29.0 ± 4.55	3	41.8 ± 0.76	2	52.8 ± 1.06
L	8.5-16	k	2	31.0 ± 4.24	0	±	0	±
M	8.5-16	k	5	30.6 ± 4.22	2	39.3 ± 3.18	2	50.3 ± 5.30
	8.5-16		4	19.0 ± 2.83	1	19.5	1	28.5
N	8.5-16	k	2	20.0 ± 2.83	0		0	
O	8.5-16	k	4	20.6 ± 3.35	0		0	
P	8.5-16	k	8	20.5 ± 3.07	0		0	
Bot, 3 juli - 1 aug.								
Q	14	k	9	39.2 ± 5.78	9	43.0 ± 5.50	6	43.7 ± 7.76
R	14	k	10	35.2 ± 0.67	11	38.7 ± 1.35	6	43.2 ± 1.72
S	18	k	10	37.3 ± 0.48	4	44.8 ± 2.50	4	54.3 ± 0.50
T	22	k	9	39.3 ± 0.50	13	46.7 ± 4.50	12	54.2 ± 5.81
U	15-20	k	3	35.0 ± 1.00	3	40.0 ± 2.00	3	51.3 ± 1.53
V	15-20	k	7	37.9 ± 0.38	6	48.2 ± 3.87	6	53.8 ± 4.40

Dit leidt tot de konklusie dat schollen tussen 17 en 39 mm een groeisnelheid hebben die vrijwel onafhankelijk van hun lengte is. De gemiddelde lengtetoe name bij 10°C is 0,34 mm/dag. De relatie tussen de lengtetoe name en de tijd mag bij deze jonge



schol dus weergegeven worden als een lineair verband (Figuur 2). Uitgaande van de hierboven getrokken konklusie zouden verschillen in groeiselheden tussen groepen vissen binnen iedere temperatuurserie een andere oorzaak moeten hebben dan lengteverschillen. De series met de hoogste dichtheid vertoonden de laagste groeiselheid, zodat de dichtheid van de vissen als groeibelemmende faktor eventueel in aanmerking komt (zie discussie).

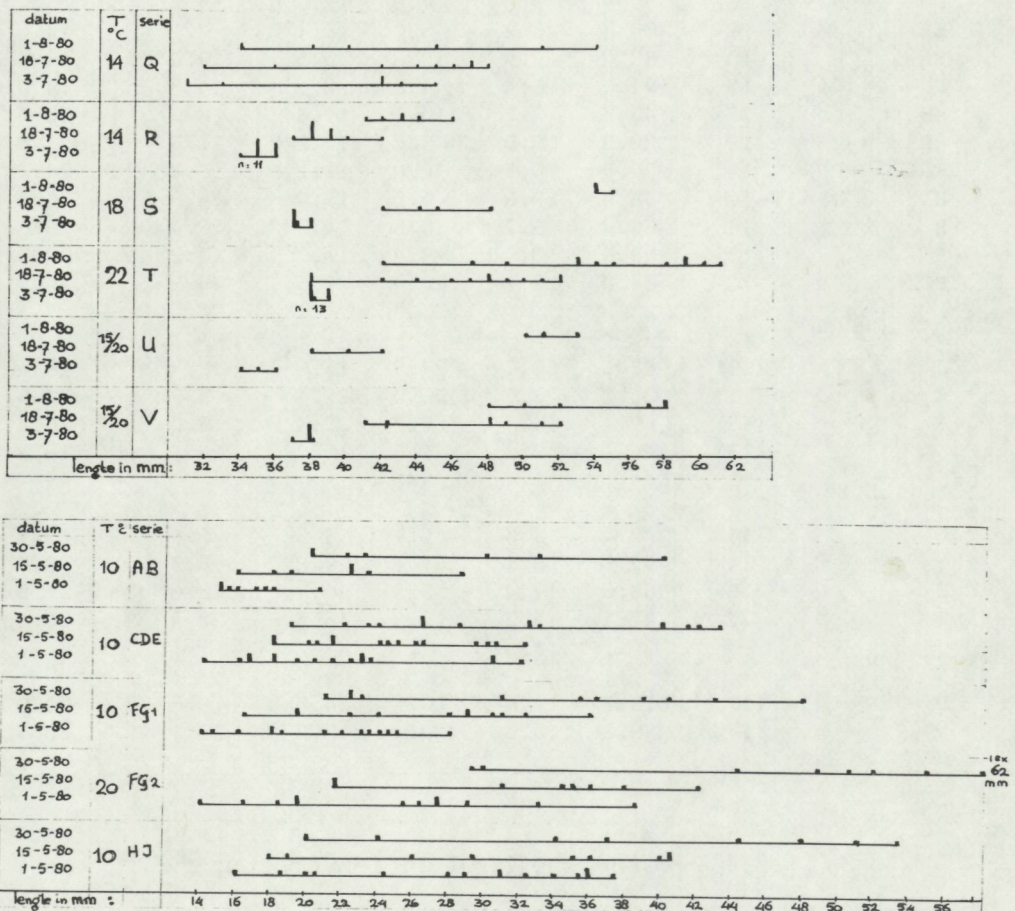


Fig. 1. Overzicht van de gemeten vissen, ieder vierkantje stelt een vis voor. Is er sprake van een subsample, dan staat het aantal vissen in cijfers.

Tabel II

Gemiddelde lengtegroei van schol en bot in millimeters per maand (waarden niet gebruikt voor berekening van gemiddelde groeisnelheid aangegeven met \*).

Groep	T (°C)	Dichth. (n·m <sup>-2</sup> )	Lengtegroei (mm·mnd <sup>-1</sup> )				
			Hele periode	1e helft	2e helft	3 vissen	Grootste Snelste groei
Schol (lab.)							
A	2	166.7	1.3*	1.7*	0.9*	1.5*	----
B	2	66.7	2.6	1.9*	3.7	2.6	3.2
C	6	116.7	3.4*	2.9*	4.4*	3.9*	7.7
D	6	50	9.3	7.6	12.0	9.3	13.1
E	6	100	6.2*	5.0*	8.1	7.1	9.8
F	10	50	9.8	13.3*	6.5*	9.8*	16.4*
G	10	121.1	6.4*	4.8*	8.7*	14.3	13.0*
AB	10	42.1	10.7	10.2	11.8	16.9	23.4
CDE	10	89.5	10.0	6.8*	13.6	11.5*	22.4
FGI	10	73.7	10.3	10.0	11.2	17.7	24.4
HI	10	78.9	10.6	6.5*	15.0	14.8	26.4*
H	15	66.7	16.2	10.5*	24.0	16.4	19.6
I	15	63.2	10.7*	8.4*	14.2	17.2	27.2
FG2	20	32.2	24.2	20.0*	29.5	24.5	(40.7)*
Schol (haven)							
J	(13)	42.1	20.7	27.9	15.0*	22.7	25.4
K	(13)	21.1	23.3	26.0	22.4	19.9	30.5
M	(13)	47.4	19.3	7.7*	22.4	15.0	25.4
	+ (13)	----	9.3*	1.0*	18.3*	13.3*	18.3*
Bot (lab.)							
Q	14	47.4	4.6	7.7	1.5*	6.8	13.1
R	14	52.6	8.1	7.1	9.8	8.5	8.7
S	18	52.6	17.4	15.3	20.7*	16.6	21.8*
T	22	47.4	15.2	15.0	16.3	20.4	20.4
Bot (haven)							
U	(17)	15.8	16.6	10.2	24.6	16.6	24.0
V	(17)	36.8	16.2	20.9	12.2	20.1	28.5

### 3.1.2. Groeisnelheid en temperatuur

De series A, C, E en G hebben vermoedelijk door de hoge dichtheid een lagere gemiddelde lengtegroei. Ook serie I heeft een lagere groeisnelheid. Deze wordt veroorzaakt doordat een aan-

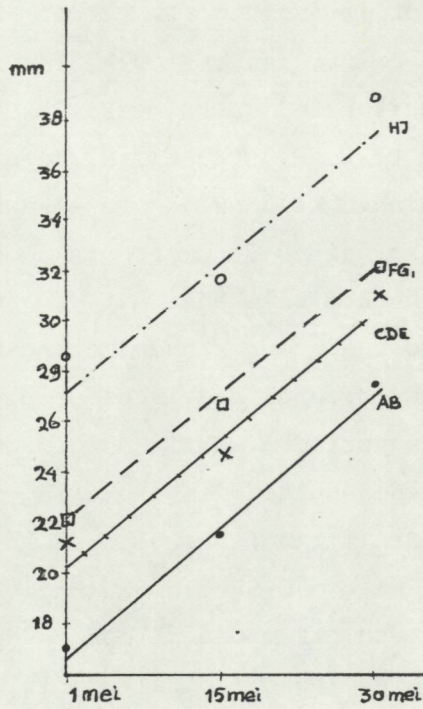


Fig. 2. Gemiddelde lengte van groepen schollen bij 10 °C gemeten gedurende mei.

tal dieren nauwelijks groeiden. Voor de berekening van de relatie lengtegroei-temperatuur zijn deze series buiten beschouwing gelaten. Uit de overige series volgt voor schol een re-

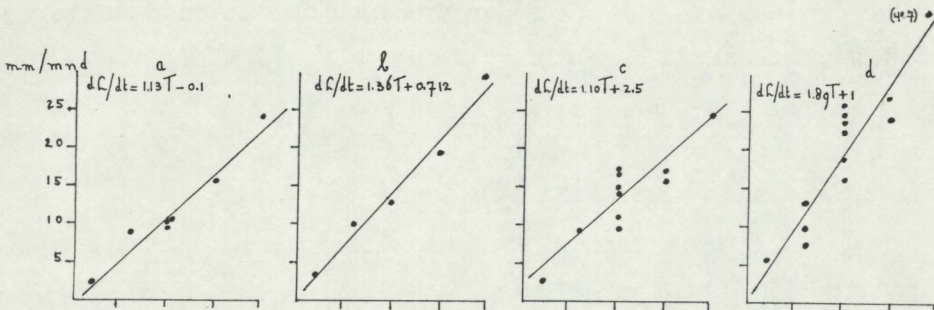


Fig. 3. Verband tussen de lengtegroei van de schol bij verschillende temperaturen met berekende regressies. a. gemiddelden per maand, b. gemiddelden per periode van 2 weken, c. 3 grootste vissen, d. snelste groei.

gressieformule  $dL/dt$  (mm/mnd) =  $1.13T$  ( $^{\circ}C$ ) - 0.1 (Fig. 3a), met een correlatie coëfficiënt  $r = 0.97$  ( $n=9$ ).

Worden de groeisnelheden per 2 weken berekend, dan blijkt dat bij de groepen B, E, F, CDE, HI, H, I en FG2 de groeisnelheden in beide perioden belangrijk van elkaar verschilden. In de meeste gevallen groeiden de dieren in de eerste periode trager en dit zou kunnen betekenen dat de gewenningsperiode van enkele dagen voor aanvang van de metingen te kort is geweest. Laten we de groepen die in beide perioden traag groeiden (A, C, G) en de perioden waarin de groepen E, F, CDE, HI, H en I slecht groeiden buiten de berekening, dan wordt de regressieformule  $dL/dt$  (mm/mnd) =  $1.36 T$  ( $^{\circ}C$ ) + 0.712, met een correlatiecoëfficiënt  $r = 0.988$  ( $n=5$ ) (Fig. 3b).

Beschouwen we van elk groep alleen de drie grootste vissen dan komt de groeisnelheid (vooral bij  $10^{\circ}C$ ) beduidend hoger, en dan komen de groeisnelheden van de groepen G en I meer overeen met de andere groepen in hun serie. De op deze wijze uit 11 groepen afgeleide regressieformule geeft:

$dL/dt = 1.10T + 2.5$  (Fig. 3c), met een correlatie coëfficiënt  $r = 0.90$  ( $n=11$ ).

Nemen we van alle groepen alleen de snelste individuele groeiers (kolom d, Tabel II), dan worden alle waarden aanmerkelijk hoger, namelijk  $dL/dt = 1.89 T + 1$  ( $r = 0.92$ ,  $n = 13$ , Fig. 3d).

### 3.2. DE GROEI VAN SCHOL IN DE HAVEN

Van 6 mei tot 6 juni werden jonge schollen in de haven gehouden in drijvende kratten om de groei onder natuurlijke omstandigheden te vergelijken met de groei in het laboratorium. De overleving bleek veel geringer te zijn. De gemiddelde sterfte was 65% per maand, terwijl die in het laboratorium 21% was. In de haven

stierven vrijwel alle kleine dieren met een lengte van  $\pm 20$  mm binnen twee weken, terwijl van 19 dieren met een lengte van  $\pm 30$  mm er 7 stierven binnen een maand.

In de meetperiode steeg de temperatuur van  $9^{\circ}$  tot  $16^{\circ}\text{C}$ , het gemiddelde was  $13^{\circ}\text{C}$ .

De gemiddelde groeisnelheid van de kleinere schollen van groep M valt laag uit omdat alleen de allerkleinste in leven bleef (Tabel II). Laten we deze waarde weg, dan komt de gemiddelde groeisnelheid op 21,1 mm/maand.

Na splitsing in perioden van 2 weken kan ook de 2e periode van groep J weggelaten worden. Het gemiddelde wordt aldus 21.3 mm/maand. De 3 grootste vissen van elke groep komen gemiddelde op 19.2 mm/maand. De maximale lengtegroei van de snelste groeiers in deze serie is gemiddeld 27.1 mm/maand. De groeisnelheden in het laboratorium kunnen berekend worden voor  $13^{\circ}$  als respektievelijk 14.6 (gem.), 16.8 (3 grootste) en 25.6 (max.) mm/maand.

### 3.3. DE GROEI VAN BOT IN HET LABORATORIUM EN IN DE HAVEN

Deze metingen zijn uitgevoerd van 3 juli tot 2 augustus. De groeisnelheid werd op dezelfde wijze berekend als bij de schol.

Uitgaande van de gemiddelde groeisnelheden kan een significant verband tussen temperatuur en groeisnelheid worden aangetoond, ( $n = 4$ ,  $r = 0.80$  respektievelijk 0.92, Fig. 4a en b). De relatie groeisnelheid temperatuur is echter niet significant als we alleen de hoogste groeisnelheden nemen van de snelste groeiers. Dit is wel het geval voor de gemiddelde groeisnelheid van de 3 grootste vissen namelijk  $dL/dt = 1.65 T - 15$   $r = 0.98$ . ( $n = 4$ , Fig. 4c).

In de NIOZ-haven was de gemiddelde watertemperatuur in deze periode  $17.1^{\circ}\text{C}$ . De gemiddelde groeisnelheid was 16.4, die

van de 3 grootste vissen 18.4 en de maximale groeisnelheid 26.3 mm/maand.

De berekende groeisnelheden voor dieren in het laboratorium bij  $17.1^{\circ}$  zijn 12.4 mm/maand (gemiddelde per periode en 13.2 (3 grootste vissen).

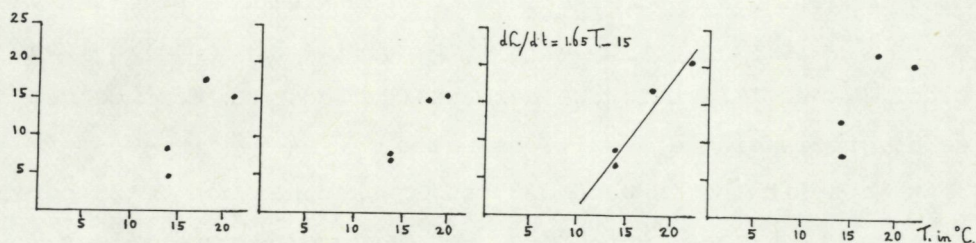


Fig. 4. Verband tussen de lengtegroei van de bot bij verschillende temperaturen. a. gemiddelden per maand, b. gemiddelden per periode van 2 weken, c. 3 grootste vissen, d. snelste groei.

#### 4. DISKUSSIE

##### 4.1. DICHTHEIDSAFHANKELIJKE GROEI

De gemiddelde groeisnelheid van de groepen A, C, E, G en I liggen beduidend beneden de maximale groeisnelheid. Met uitzondering van groep I de hoge dichtheid oorzaak kunnen zijn van dit verschil.

Een tweede mogelijke verklaring is wellicht dat in de groepen C, G en I enkele zeer kleine dieren zaten ( $< 14$  mm).

Er zou een positieve correlatie kunnen bestaan tussen de gemiddelde lengte van een groep schollen en het aantal schollen met een tragere groei. Vóór het vangen immers kan de geringere lengte van sommige schollen reeds veroorzaakt zijn door een tragere groei.

##### 4.2. HET LINEAIRE VERBAND LENGTE - TIJD

Het gevonden lineair verband tussen de lengte van de schol-

letjes en de tijd kan alleen gelden voor een beperkte groei-periode. In principe is namelijk de groeicurve sigmoïdaal, terwijl er in werkelijkheid allerlei discontinue processen plaatsvinden (WEATHERLEY 1972).

In tegenstelling tot wat FONDS vindt voor de totale O-groep (20 - 190 mm) (FONDS, 1979) is er voor jonge O-groep schol (14 - 40 mm) geen relatie gevonden tussen de groeisnelheid en de lengte van de vissen.

Gesteld mag worden dat in elk geval voor scholletjes tussen 14 en 50 mm (en botjes 30 - 60 mm) een lineair verband met de tijd de groei in lengte redelijk weergeeft, zodat de lengtegroei eenvoudig berekend mag worden als  $dL/dt$  in bijvoorbeeld mm per maand.

#### 4.3. HET LINEAIR VERBAND GROEISNELHEID - TEMPERATUUR

Zowel voor schol als voor bot werd een lineair verband gevonden tussen de lengtegroei en de temperatuur. Dit is ook gevonden bij tong (FONDS, 1975). De berekende laagste temperatuur waarbij de groei stopt zijn voor bot  $\pm 9^{\circ}$ , voor schol  $\pm 1^{\circ}$  en voor tong  $\pm 5^{\circ}\text{C}$ .

Het aantal botjes in de experimenten was echter vrij gering, terwijl er geen groeimetingen werden gedaan bij lagere temperaturen. De relatie lengtegroei-temperatuur zal voor jonge (O-groep) bot nog nader moeten worden bekeken.

#### 4.4. HET VERSCHIL TUSSEN DE HAVEN- EN LABORATORIUMEXPERIMENTEN

De mortaliteit van de visjes in de kratten in de haven is groter dan in de laboratorium.

De grote sterfte van met name de kleine schollen in de haven kan veroorzaakt zijn doordat het water er veel troebeler

en vuiler was dan in het laboratorium. Er dreef soms schuim op de kratten en de bodemlaag werd geleidelijk dikker door het bezinken van fijn slib. Dode dieren werden vaak pas ontdekt als ze vrijwel geheel vergaan waren.

De gemeten groeisnelheden verschillen slechts gedeeltelijk. Vergelijken we de groeisnelheden bij  $13^{\circ}\text{C}$ , dan komen we voor schol op de getallen in Tabel III.

Tabel III  
Gemiddelde groeisnelheden per temperatuurserie voor schol en bot.

$T$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	Lengtegroei ( $\text{mm}\cdot\text{mnd}^{-1}$ )			Berekend
	Gemeten			
	Gem. per 2 weken	3 grootste vissen	Snelste groei	
Schol				
-1.3				0
0				1.7
2	3.7	2.6	3.2	4.3
6	10.1	8.2	10.2	9.5
10	13.0	15.9	24.2	14.7
15	19.4	16.8	23.4	21.2
20	29.5	24.5	----	27.7
22				30.3
Bot				
6				0
10				4.8
14	8.2	7.7	10.9	9.6
18	15.3	16.6	----	14.4
22	15.7	20.4	20.4	19.2

De gemiddelde groeisnelheden van de scholletjes in de haven ( $21.3 \text{ mm/mnd}$ ) en in het laboratorium ( $14.6 \text{ mm}$ ) verschillen aanzienlijk, de maximale groeisnelheden daarentegen nauwelijks ( $27.1$  en  $25.6 \text{ mm}$  respectievelijk).

De gemiddelde groeisnelheid in het laboratorium is laag omdat de mortaliteit daar lager is dan in de haven en zwakke dieren die mogelijk slecht groeien, worden meegemeten.

Om de groeisnelheid in het natuurlijk milieu beter te benaderen worden daarom bijzonder lage of hoge groeisnelheden binnen een serie weggelaten. De relatie tussen groeisnelheid ( $dL/dt$ , mm per maand) en de watertemperatuur ( $T$ , °C) wordt dan:  $dL/dt = 1.3 T + 1.7$  ( $r = 0.93$ ,  $n = 14$ ; Tabel III). Dit houdt in, dat de lengtegroei van jonge pasgemetamorfoseerde schol zou stoppen bij  $-1.3^{\circ}\text{C}$ .

Volgens deze formule is de groeisnelheid bij  $13^{\circ}\text{C}$  18.6 mm/maand en dat komt redelijk overeen met de gemiddelde groei van de drie grootste vissen in de haven.

Berekenen we op dezelfde wijze voor bot de formule uit de waarden van  $b$ ,  $c$  en  $d$ , dan luidt deze  $dL/dt$  (mm/maand) =  $1.2 T - 7.2$  met  $r = 0.91$  en  $n = 8$ ) (Tabel III).

Uit deze formules blijkt dat bot, bij een  $\pm 9^{\circ}\text{C}$  hogere watertemperatuur dezelfde groeisnelheid heeft als schol. Settlement en groei van 0-groep bot vindt, hiermee in overeenstemming, in de Waddenzee later in het seizoen plaats dan van schol, als de watertemperatuur ook enkele graden hoger is.

#### 4.5. EEN VERGELIJKING MET VAN DE GROEIGEGEVENS VAN SCHOL IN DE WADDENZEE

In de Waddenzee blijkt geen relatie te bestaan tussen lengtegroei en dichtheid van 0-groep schol (ZIJLSTRA en WITTE, 1982). Ook wordt de lengtegroei niet belemmerd door voedselgebrek (KUIPERS, 1977). De individuele groeisnelheid in de Waddenzee is dus, evenals in de experimenten, direkt afhankelijk van de temperatuur. De gemeten groeisnelheid in de Waddenzee is echter mede afhankelijk van migratie en mortaliteit. De intrek van schol vindt plaats tot eind mei, de mortaliteit is  $\pm 14\%$  per maand.

Tabel IV

Vergelijking van de gemeten groeiselheden van schol met de berekende groeiselheden in drie achtereenvolgende jaren. (Gegevens uit Dapper, 1978 en van der Hoeven, 1982).

Mnd	Lengtegroei ( $\text{mm} \cdot \text{mnd}^{-1}$ )								
	1975			1976			1977		
	T	Gemeten	Berekend	T	Gemeten	Berekend	T	Gemeten	Berekend
april	6.6	7	10	7.9	5	12	6.7	5	10
mei	11.2	14	16	13.0	21	19	11.9	20	17
juni	15.2	25	22	17.4	21	24	14.9	20	21
juli	17.9	22	25	20.0	19	28	17.5	15	24
aug.	20.2	13	28	18.4	12	26	17.0	10	24

Worden de berekende groeiselheden vergeleken met de op het Wad gemeten groeiselheden (DAPPER, 1978) en temperaturen (VAN DER HOOVEN, 1982) gedurende de maanden april t/m augustus (tabel IV), dan blijken deze alleen in de eerste 3 maanden enigzins overeen te komen.

De berekende groeiselheden in april zijn in alle drie jaren hoger dan de gemeten groeiselheden, lengte- afhankelijke mortaliteit kan hiervan de oorzaak zijn. In juli en augustus loopt de watertemperatuur op en neemt de gemeten groeiselheid af. Mogelijk is hier sprake van migratie van de grotere dieren.

Ook is het mogelijk dat de formules niet geldig zijn voor de grotere dieren uit de O-groep (> 50 mm).

## 5. LITERATUUR

- BÜCKMAN, A., 1943. Ueber die Jungschollenbevölkerung der deutschen Wattenküste der Nordsee.—Ber. dt. wiss. Kommn. Meeresforsch.—7 (3): 205-213.
- CREUTZBERG F., A.T.G.W. ELTINK & G.J. VAN NOORT, 1978. The migration of plaice larvae, *Pleuronectes platessa* L., into the Western Waddensea. In: Mc Lusky & Berry: Physiology and Behaviour of Marine Organisms. Pergamon Press: 243-252.
- DAPPER, R., 1978. De Balgzand Scholgegevens 1975, 1976, 1977. Interne Verslagen NIOZ, Texel 1978-12: 1-53.

- FONDS, M., 1975. The influence of temperature and salinity on growth of young sole (*Solea solea* L.).—10th European Symposium on Marine Biology, Ostend, Belgium, Sept. 1975, 1: 109-125.
- , 1979. A seasonal fluctuation in growth rate of young plaice and sole, in the laboratory at constant temperatures and a natural daylight cycle. In: NAYLOR & HARTNOLL: Cyclic phenomena in marine plants and Animals. Pergamon Press: 151-156.
- HOEVEN, P.C.T. VAN DER, 1982. Watertemperatuur en zoutgehaltewaarnemingen van het Rijksinstituut voor Visserij Onderzoek (Rivo): 1860-1981.—Wetenschappelijk Rapport KNMI, De Bilt, nr 82-8.
- KUIPERS, B.R., 1977. On the ecology of juvenile plaice on a tidal flat in the Waddensea.—Neth. J. Sea Res. 11 (1): 56-91.
- VLAS, J. DE, 1979. Annual food intake by plaice and flounder in a tidal flat area in the dutch Waddensea, with special reference to consumption of regenerating parts of macrobenthic prey.—Neth. J. Sea Res. 13(1): 117-153.
- WEATHERLEY, A.H., 1972. Growth and ecology of fish populations. Academic Press: 73-75
- 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.
- ZIJLSTRA, J.J. & J.Y. WITTE, 1982. On the relation between length and abundance in O-groep plaice of the North Sea. Int. Council for the Expl. of the Sea C.M. 1982/G:4.
- ZIJLSTRA, J.J., R. DAPPER & J.Y. WITTE, 1982. Settlement, growth and mortality of post-larval plaice (*Pleuronectes platessa*) in the Western Waddensea.—Neth. J. Sea Res. 15 (2): 250-272.