

RIVO

BIBLIOTHEEK
RIJKSINSTITUUT VOOR
VISSERIJONDERZOEK

ZE 87-01

ONDERZOEK NAAR DE EIMORTALITEIT
EN PAAIRITMIEK VAN MAKREEL
(SCOMBER SCOMBRUS)

T. Haver

bib k

ZE 87-01

RIJKSINSTITUUT VOOR VISSERIJONDERZOEK
IJMUIDEN

RIJKSINSTITUUT VOOR VISSERIJONDERZOEK

Haringkade 1 — Postbus 68 — IJmuiden — Tel. (02550) 3 16 14

Afdeling: Biologisch Onderzoek Zeevisserij

Rapport:

ZE 87-01

ONDERZOEK NAAR DE EIMORTALITEIT
EN PAAIRITMIEK VAN MAKREEL
(SCOMBER SCOMBRUS)

Auteur:

T. Haver

Project:

1-7076

Projectleider:

Drs. A.T.G.W. Eltink

Datum van verschijnen:

Inhoud:

**DIT RAPPORT MAG NIET GECITEERD WORDEN ZONDER TOESTEMMING VAN DE
DIRECTEUR VAN HET R.I.V.O.**

2291861

INHOUDSOPGAVE

1. INLEIDING

2. MATERIAAL EN METHODEN

- 2.1. Bemonstering in een watermassa
- 2.2. Eisureys '80, '83 en '86
- 2.3. Sediment trap
- 2.4. Statistische verwerking

3. RESULTATEN

- 3.1. Bemonstering in een watermassa
- 3.2. Eisureys '80, '83 en '86
- 3.3. Sediment trap

4. DISCUSSIE

- 4.1. Bemonstering in een watermassa
- 4.2. Eisureys '80, '83 en '86

CONCLUSIES

LITERATUUR

TABELLEN

FIGUREN

1. INLEIDING

Makreel (*Scomber scombrus* L.) is een vissoort die na het verbod op De haringvisserij in 1977 snel economisch belangrijker werd. Het makreelbestand in de oostelijke Atlantische Oceaan boven de 43° NB bestaat uit twee populaties, namelijk de westelijke stock, die paait ten westen van de Britse eilanden en in de Golf van Biskaje en de noordzee stock, die in de Noordzee, het Skagerrak en de Oostzee paait.

De ICES (International Council for the Exploration of the Sea) coordineert sinds 1977 de bestandsschattingen van de makreel door middel van eissurveys. Deze eissurveys worden voor de westelijke makreel iedere drie jaar uitgevoerd met visserijonderzoeksschepen uit Duitsland, Schotland, Engeland en sinds 1983 Nederland. Frankrijk deed in 1980 en 1983 mee.

De verschillende planktonmonsters worden genomen op stations die het middelpunt vormen van een rechthoek van een halve lengtegraad bij een halve breedtegraad (zie kaart, fig.1). In ieder planktonmonster worden de makreeleieren, die in het eerste ontwikkelingsstadium zijn, geteld.

Dit getal wordt met behulp van fecunditeitsgegevens omgerekend in aantallen vrouwtjesmakrelen en met behulp van de verhouding tussen aantal mannetjes en vrouwtjes in de paaistock in aantallen makrelen.

Later worden deze aantallen m.b.v. een Virtual Population Analysis omgerekend in paaistock biomassa (Lockwood et al. 1981, Thompson et al. 1984). Aan de hand van dit getal wordt via de ICES aan de EEG een advies gegeven over het aantal makrelen dat gevangen kan worden.

Een drietal gegevens ontbreekt echter nog om de schatting nauwkeuriger te maken:

- de mortaliteit van de eieren
- het tijdstip van paaien (is er paairitmiek?)
- de variatie van het aantal eieren bij trekken op een station.

De ICES heeft in 1984 aanbevolen om naar deze drie onderwerpen nader onderzoek te doen (Anon., 1984).

Als de mortaliteit bekend is, is het niet meer noodzakelijk om het eerste ontwikkelingsstadium apart te nemen van de rest van de eieren.

Dit geeft de mogelijkheid om een bestandsschatting te doen aan de hand van het totaal aantal gevangen eieren, waardoor de variatie in dit aantal kleiner wordt (wet van de grote aantallen).

In het lab levert dit een grote arbeidsbesparing, daar het onderzoekwerk sterk vereenvoudigd wordt. De nu gevolgde methode geeft een onderschatting van het aantal stadium I eieren doordat de mortaliteit van stadium I ook niet bekend is.

Mortaliteitsonderzoek in vivo is al eerder gedaan door Sette (1943:p.192), die tot een totale mortaliteit van 21% per dag kwam.

Dit zijn echter gegevens van de makreel van de westelijke Atlantische Oceaan die tot een andere populatie behoort. Mortaliteiten per ontwikkelingsstadium zijn niet te geven doordat Sette met een andere stadiumindeling werkte dan nu gebruikelijk is. Coombs et al. (1977) hebben mortaliteiten uitgerekend en kwamen tot 24% tot 56% per dag, waarbij ze zelf aantekenden dat deze getallen waarschijnlijk te hoog zijn als gevolg van een verkeerde bemonstering.

Danielssen en Iversen (1977) komen tot een totale mortaliteit, in vitro van kunstmatig bevruchte eieren, van 75%-90% over de totale ontwikkelingstijd van de eieren berekend.

Met bevruchte, uit zee gehaalde eieren, vonden ze in vitro een mortaliteit van 20%-25% over de totale ontwikkelingstijd van de eieren berekend. In deze percentages zijn de eerste 24 uur van de ontwikkeling, waarin een grote mortaliteit optrad niet meegerekend. In deze stage is geprobeerd de mortaliteit op drie manieren te bepalen:

- door monsters te nemen in een watermassa
- door gegevens te bewerken van de eisurveygegevens van 1980 tot 1986
- dmv dode eieren op te vangen met een sedimenttrap

Het is noodzakelijk te weten of er een paairitmiek is, omdat er anders een correctiefactor berekend moet worden opdat alle trekken op verschillende tijden van de dag met elkaar vergeleken kunnen worden.

Bigelow en Welsh (1925:p.208) zeggen dat de makreel hoofdzakelijk 's nachts paait, Sette (1943:p.192), Ferraro (1980) en Mariduena (1984) vinden echter geen voorkeur voor een paaitijd.

Het aantonen van een eventuele paairitmiek kon uitgevoerd worden met de gegevens die bij het mortaliteitsonderzoek vrijkwamen.

Hier is gebruik gemaakt van de gegevens van de monsters uit een watermassa en die van de eisurveys.

Het is tevens noodzakelijk de variatie te kennen van het aantal eieren bij trekken op een plaats om te weten welke nauwkeurigheid de bestandsschattingen hebben.

Als gevolg van de bemonstering binnen een watermassa (dus zeker binnen een kwadrant) kan voor zowel de totaal aantallen als voor de aantallen eieren binnen stadium I een variatie gegeven worden.

2. MATERIAAL & METHODEN

2.1. Bemonstering in een watermassa

Alle monsters zijn tussen 13 en 17 mei 1985 genomen met het Nederlandse visserijonderzoeksvaartuig 'Tridens'.

Door middel van proeftrekken werden in het gebied met een maximale eiproduktie van makreel twee monsterpunten opgezocht met een hoge eiconcentratie. Deze twee punten lagen ongeveer vijf zeemijl uit elkaar en werden gemarkeerd met boeien.

De positie van de eerste boei bij het te water laten was $49^{\circ}42'NB$ en $10^{\circ}45'WL$ (zie Fig.1), deze boei wordt verder de NW-boei genoemd. De tweede boei werd uitgezet op $49^{\circ}37'NB$ en $10^{\circ}39'WL$, deze boei wordt verder de ZO-boei genoemd.

De beide boeien konden op zee gevolgd en teruggevonden worden door middel van een radiozender in de boei en een ontvanger op de brug van het schip. Aan de boeien werden op veertig meter diepte waterschermen gehangen van 7×4 meter, die zich loodrecht op de waterstroom zetten, zodat de stroom op veertig meter diepte gevolgd werd en de trekken dus altijd in de zelfde watermassa's werden gedaan. De diepte van veertig meter werd gekozen, omdat hier de meeste eieren verwacht werden en er tussen de verschillende stadia geen verschil is van soortelijk gewicht (Coombs, 1981) en dus van diepte.

De monsters werden genomen met een gemodificeerd Gulf-III torpedonet (Zijlstra, 1969, zie Fig.3), een holle aluminium cilinder met drie stabilisatorvinnen en een conische neus. Hierin bevindt zich een binnennet van nylon planktongaas met een maaswijdte van 0.280 mm, dat met veren aan de torpedo vast zit. Voor het meten van het volume gefilterd water is een mechanische stroommeter geplaatst in de neus van de torpedo. Op de torpedo bevindt zich echoloodapparatuur waarmee op het schip de diepte van de torpedo zichtbaar wordt gemaakt. Aan de torpedo hangt een vijftientig kg. zware depressor die de torpedo naar beneden trekt en dus extra daalsnelheid geeft (om de gevierde lijn zo kort mogelijk te houden). Achter de torpedo hangt een stopzak die de torpedo recht achter het schip houdt en moet voorkomen dat de torpedo bij het binnenhalen tegen het achterschip slaat.

Als de boei gerond was en het schip in de richting van de andere boei voer werd de torpedo achter het schip te water gelaten en de kabel gevierd totdat de torpedo op veertig meter was. Op deze diepte werd hij vijftien minuten met een snelheid van vijf mijl per uur door het water getrokken, waarna het net weer aan boord werd gehaald. Bij elke boei is als controle ook nog een oblique haul gedaan tot 100 meter (trek 102a en 103a). Dit zijn trekken waarbij elke diepte even sterk bemonsterd worden. Het plankton werd uit het net gespoeld met zeewater en geconserveerd in een plastic pot met vier procent formol.

Voor en na iedere trek werd de stroommeter afgelezen om de hoeveelheid gefilterd water te bepalen. Aangezien de stadiumduur afhankelijk is van de temperatuur (zie fig.2, Lockwood et al., 1977), werd voor het begin van iedere trek de temperatuur

bepaald op veertig meter diepte met een kantelthermometer. Daar het volledig uitzoeken van alle monsterpotjes te veel tijd zou kosten, is hierdoor noodgedwongen een beperking aangebracht.

Als eerste werd alleen uitgegaan van de NW-boei (alle oneven trekken), waarvan de eerste veertien trekken (trek 17-43) allemaal en de laatste zevenendertig trekken (trek 45-115) om de trek werden uitgezocht. Later is van de ZO-boei als controle op de gegevens van de NW-boei ook nog een op de vier trekken uitgezocht.

Elk monster werd nu gesubsampled met de Folsom Plankton Sample Splitter (McEwen, Johnson and Folsom, 1954, zie Fig.4) tot $1/4$, $1/8$ of $1/16$ al naar gelang het aantal eieren per monster, zodat per monster ongeveer vijf- tot zeshonderd eieren werden uitgezocht en geteld. Om de nauwkeurigheid van het subsample te berekenen, is monster 53 in acht delen verdeeld, die allemaal uitgezocht en geteld zijn.

De eieren werden onder een binoculair in zes verschillende stadia onderverdeeld (Simpson, 1959; Lockwood et al., 1977), die werden geteld.

Deze stadia zijn:

- Ia Vanaf bevruchting tot de klieving tot een celbundel. Zichtbaar is een compacte kiemplaat.
- Ib Vorming van een blastoschijf en verdikking aan een pool. De kiemplaat spreidt zich uit over het ei en vervaagt.
- II Het embryo wordt vanuit de blastoschijf gevormd. De staart komt tot de oliebel, maar kromt zich nog niet. Zichtbaar is een rechte, smalle streep.
- III Het embryo groeit uit totdat deze driekwart van het ei bedekt.
- IV Het embryo groeit door totdat de hele eiomtrek gevuld is.
- V De staart van het embryo komt tot voorbij de kop.

Doordat achteraf bleek dat de indeling tussen stadium Ia en stadium Ib door mij verkeerd was gemaakt, zijn de aantallen van deze stadia samen genomen in een stadium I.

De aldus verkregen aantallen worden omgerekend door middel van stroommetergegevens tot aantallen per honderd kubieke meter gefilterd water. Hierdoor worden de gegevens van verschillende trekken met elkaar vergelijkbaar, daar bij elke trek een andere hoeveelheid water gefilterd is.

Uit deze gegevens kan tevens de variatie van het aantal eieren op een plaats berekend worden.

Deze getallen worden nu door de stadiumduur (Lockwood et al., 1977) gedeeld, zodat de aantallen van de verschillende stadia met elkaar te vergelijken zijn. De stadiumduur werd berekend bij een temperatuur van 11.2 graden Celsius, wat het gemiddelde was van de temperaturen bij de beide boeien (Tabel 4).

De berekende waarden werden nu op een grafiek (Fig.5 en 6) uitgezet tegen de tijd, verstreken vanaf de eerste trek verminderd met de gemiddelde leeftijd van dat stadium. Punten die nu op deze grafiek boven elkaar komen te liggen, zijn nu met elkaar vergelijkbaar, omdat ze aantallen geven van eieren die gelijktijdig zijn afgezet.

2.2. Eisurveys '80, '83 en '86

In de loop van het onderzoek rees het vermoeden, dat de stadiumduur zoals beschreven door Lockwood et al.(1977) niet klopte. Om deze mogelijke afwijking aan te kunnen tonen, zijn bij de visserijlaboratoria van Engeland en Schotland de gegevens opgevraagd van de eisurveys van 1980, 1983 en 1986.

Hiervan zijn de Schotse data van '80, '83 en '86 en de Engelse data van '80 en '83 ontvangen. Deze data zijn nu samen met de Nederlandse data van '83 en '86 in de database van het RIVO ingevoerd.

Vervolgens is gekeken of er aanwijzingen zijn dat de stadiumduren bij bepaalde temperaturen of op bepaalde plaatsen of tijdstippen afwijken van de door Lockwood et al.(1977) bepaalde tijdsduren (tabel 5). Hierbij is als temperatuur 12.3 graden Celsius genomen, dat het gemiddelde temperatuur is van alle trekken die ingevoerd zijn. De verhouding tussen de stadiumduren moet nu gelijk zijn aan de verhouding van het totaal aantal eieren per stadium.

Als er geen afwijkingen in de stadiumduren zijn kunnen deze gegevens ook gebruikt worden voor een mortaliteitsbepaling. Hierbij moet het totaal aantal eieren per stadium weer gedeeld worden door de duur van desbetreffend stadium. De mortaliteit van de stadia is nu eenvoudig te berekenen uit de verhouding tussen deze getallen.

Als er dagritmiek in het paaigedrag van makreel zou zijn zou dit moeten blijken in een grafiek (Fig.13) waarin het aantal eieren van stadium Ia uitgezet is tegen de tijd.

Doordat stadium Ia bij 12.3 graden Celsius 24.34 uur duurt zou er dus gedurende 0.34 uur een piek op deze grafiek te zien moeten zijn. De gegevens zijn verkregen uit tellingen van makreelsurveys ('80, '83 en '86) voor bestandsschattingen omdat mijn eigen stadium Ia gegevens niet betrouwbaar zijn.

Om de invloed van de veranderende daglengte zoveel mogelijk uit te sluiten is er ook gekeken naar de periode 11 t/m 30 juni in elke survey (Fig.14). In deze periode is de verandering van de daglengte minimaal en als er een ritmiek zou zijn die het gevolg is van de zonnetijd, moet dat op deze grafiek zichtbaar worden.

2.3. Sediment trap

Dode en niet bevruchte eieren raken snel hun vermogen van osmoregulatie kwijt waardoor hun soortelijk gewicht toeneemt en deze eieren uit de waterkolom zakken (Coombs, 1981). Verwacht wordt, dat als deze eieren kunnen worden opgevangen, een schatting gemaakt kan worden van het aantal eieren dat niet door predatie sterft. Tevens kan een schatting gemaakt worden van het aantal niet bevruchte eieren. Deze methode geeft een mortaliteitsschatting in een beperkt gebied en een korte periode.

Tijdens de makreelsurvey van 1986 werd een poging gedaan om deze eieren op te vangen. Aan een radioboel werd op honderd meter diepte een sediment trap van planktongaas opgehangen (maaswijdte 0.250 mm, netopening 3x3 meter, lengte 5 meter). Aan dit net was een afsluitbare roestvrijstalen cilinder bevestigd, die gevuld was met 40 % formol, waardoor alles dat in deze cilinder kwam, gedood en geconserveerd werd.

Naast de boei met het net werd een tweede radioboei met een drijfanker (7x4 meter) op veertig meter uitgezet, waardoor het verschil in waterverplaatsing van veertig en honderd meter diepte kon worden bepaald.

2.4. Statistische verwerking

Bij de verwerking van de resultaten zijn de volgende statistische toetsen gebruikt:

* χ^2 -toets

$$\chi^2 = \sum \frac{(\text{getelde aantal} - \text{verwachte aantal})^2}{\text{verwachte aantal}}$$

* t-toets

$$t = \frac{\bar{x} - \bar{y}}{s \sqrt{1/n_x + 1/n_y}}$$

waarbij $\bar{x}$ = gemiddelde aantal deelverzameling X
 $\bar{y}$ = gemiddelde aantal deelverzameling Y
 S = gecombineerde standaarddeviatie

$$s = \sqrt{\frac{\sum x^2 - (\sum x)^2/n + \sum y^2 - (\sum y)^2/m}{n+m-2}}$$

n_x = aantal trekken deelverzameling X
 n_y = aantal trekken deelverzameling Y

* Brown's benadering van de t-toets

$$t = \frac{|\bar{x} - \bar{y}|}{\sqrt{S_x^2/n + S_y^2/m}}$$

waarin S_x = standaarddeviatie deelverzameling X
 S_y = standaarddeviatie deelverzameling Y
 n = aantal trekken deelverzameling X
 m = aantal trekken deelverzameling Y

Het aantal vrijheidsgraden dat bij deze benadering hoort wordt gegeven door:

$$df = \frac{(V+W)^2}{(V^2/n+1)+(W^2/m+1)} - 2$$

waarin $V = Sx^2/n$ en $W = Sy^2/m$.

* F-toets

F is de verhouding van de standaardvariates.

NB. In de rest van dit verslag worden onder aantallen steeds aantallen per honderd kubieke meter water bedoeld, tenzij anders vermeld.

3. RESULTATEN

3.1. Bemonstering in een watermassa

In tabel 1, 2 en 3 staan de per stadium aantallen eieren per 100 kubieke meter water.

Als de grafieken van n/stadiumduur (Fig 5 en 6) bekeken worden vallen de volgende zaken op:

- de overlap tussen de stadia is vaak klein
- de overlap die er is, is een overlap tussen het maximum van het ene stadium met een minimum van het andere
- n/stadiumduur wordt niet kleiner bij hogere stadia.
- het niveau van grafiek 6 van de ZO-boei ligt ongeveer vier keer zo hoog als grafiek 5 van de NW-boei.

Op grafiek 7 is het totaal aantal per 100 kubieke meter per boei tegen de tijd uitgezet. De variatie in de aantallen is groot. Hierbij valt op dat bij de totaal aantallen bepaalde aaneengesloten trekken op een hoger niveau liggen dan de overigen. Het gemiddelde van de NW-boei is 3805.1 met een standaardafwijking van 1794.1. Het gemiddelde van de ZO-boei is 9325.4 met een standaardafwijking van 5893.1.

Op grafiek 8 is het aantal eieren van stadium I per 100 kubieke meter per boei tegen de tijd uitgezet. De gemiddelden en standaardafwijkingen zijn daar: 874.6 en 513.5 voor de NW-boei en 1925.9 en 1423.6 voor de ZO-boei.

Trek 53, die in acht delen was verdeeld (tabel 6), heeft een gemiddelde van het totaal aantal eieren van 488.5 met een standaarddeviatie van 62.6 (=12.8%). Het gemiddelde van stadium I is 79.6 met een standaarddeviatie van 12.6 (=15.8%)

Op grafiek 9 zijn de totale aantallen eieren per stadium gedeeld door de stadiumduur uitgezet tegen de stadia. Er vallen twee pieken op, namelijk stadium II en stadium IV. In tabel 7 zijn de resultaten te zien van de tellingen van monsters door verschillende analisten. Jammer genoeg is er door de Deense analisten geen nadere indeling gemaakt binnen stadium I en binnen de hogere stadia. Te zien is dat mijn indeling tussen stadium Ia en Ib afwijkt van de indeling door de analisten van Scotland en Nederland. Tussen beide analisten is er echter ook nog een verschil binnen stadium I. Bij elk van de drie tellingen van de overige stadia is er slechts weinig verschil te zien.

3.2. Eisurveys '80, '83 en '86

Het totaal aantal eieren per stadium gedeeld door de stadiumduur (fig.10) vertoont bij Engeland, Schotland en Nederland een piek van stadium IV. Hierdoor vertoont natuurlijk ook de totale eisurvey dit patroon. De piek van stadium IV is onafhankelijk van temperatuur, tijd van het jaar en het gebied (grafieken 11, 12 en 13). Bij geen van de landen, temperaturen, plaatsen op zee en tijden van het jaar treedt een piek op in stadium II.

Op grafiek 14 is van iedere trek, waarvan stadium Ia bepaald is (Engeland bracht geen onderverdeling in Ia en Ib aan) het aantal eieren van dit stadium tegen de tijd (GMT) uitgezet. Dit geeft een puntenwolk waarvan de intensiteit bij de x-as sterk toeneemt (er is een groot aantal trekken met geen of weinig eieren). Per uur is er nu een gemiddeld aantal bepaald en deze gemiddelden zijn door een lijn verbonden. Deze lijn vertoont geen uitschieters naar boven of beneden. Indien slechts gekeken wordt naar de monsters uit de periode 11 t/m 30 juni (grafiek 15) is er eveneens geen piek zichtbaar. Als het gemiddelde per half uur berekend wordt, wordt de lijn grilliger. Er is dan wel een piek zichtbaar, maar die is te wijten aan slechts een waarneming.

3.3. Sediment trap

Als gevolg van hoge golfslag en waarschijnlijk het uitvallen van de radiozender van de boei waaraan de sediment trap hing, zijn de boei plus het net verspeeld. Hierdoor zijn van deze methode geen resultaten beschikbaar.

4. DISCUSSIE

4.1. Bemonstering in een watermassa

De kleine overlap tussen de stadia in figuur 5 en 6 is het gevolg van een monsterperiode die korter was dan de ontwikkelingstijd van het ei. Dit is het gevolg van een tekort aan scheepstijd.

Als de grafiek van het totaal aantal eieren per 100 kubieke meter tegen de tijd wordt bekeken (Fig 7), dan lijkt het erop dat er bij beide boeien een niveauverschil zit tussen bepaalde trekken. In de gebieden waarin de relatieve tijden van de verschillende stadia in grafiek 5 en 6 gelijk zijn, en waar de verschillende stadia met elkaar vergeleken moeten worden, komen nu de maxima van het ene stadium en de minima van het andere stadium te liggen.

De hypothese is dat bij de NW-boei de trekken 17 t/m 67 verschillen van de trekken 71 t/m 115 en bij de ZO-boei de trekken 50, 58 en 66 verschillen van de overige trekken van deze boei. Deze trekken worden in de formules deelverzameling X genoemd.

Om deze hypothese te kunnen toetsen kan de t-toets gebruikt worden. Deze toets kan echter alleen gebruikt worden indien via de F-toets aangetoond wordt, dat beide delen gelijke varianties hebben.

Bij de ZO-boei is $F = 1,383$ met 10 en 2 vrijheidsgraden. De bij deze vrijheidsgraden behorende tweezijdige overschrijdingskans van 5 %, ligt bij $F = 39,4$, de t-toets mag bij de ZO-boei dus gebruikt worden. De waarde van t is nu 5,25.

De 5% tweezijdige overschreidingswaarde bij 12 vrijheidsgraden ligt bij $t = 2,18$ dus de drie trekken zijn significant verschillend van de overigen.

Bij de NW-boei is $F = 9,12$ met 20 en 11 vrijheidsgraden.

De 5 % tweezijdige overschreidingskans is 3,2 dus de varianties van beide delen zijn ongelijk. Om nu te kunnen toetsen moet de benadering van Welch (Browne, 1979) voor de t-toets gebruikt worden. De benadering van t is hier 11,50 met 27,4 vrijheidsgraden. De 5 % tweezijdige overschrijdingswaarde van t met 27 vrijheidsgraden ligt bij 2,05. De trekken 17 t/m 67 verschillen dus significant met de trekken 71 t/m 115. Trek 50, 58 en 66 bij de ZO-boei mogen dus niet vergeleken worden met de overige trekken bij deze boei. Trek 17 t/m 67 bij de NW-boei mogen niet vergeleken worden met trek 71 t/m 115.

Bovenstaand verschijnsel zou nu dan niet alleen bij het totaal aantal eieren moeten optreden, maar ook bij de eieren in stadium I. Deze aantallen zijn daarom op bovenstaande wijze getoets op het verschil tussen trek 50, 58 en 66 bij de ZO-boei en tussen trek 17 t/m 67 en trek 71 t/m 115 van de NW-boei.

Bij de ZO-boei is $F = 3.52$, de t-toets mag dus toegepast worden. De waarde van t is 2.40 met 12 vrijheidsgraden en er is dus een significant verschil.

Bij de NW-boei is $F = 23.7$ en hier moet weer de benadering van Welch voor de t-toets gebruikt worden.

De waarde van t is nu 3.94 met 23 vrijheidsgraden. De 5 %

tweezijdige overschrijdingswaarde van t met 23 vrijheidsgraden is 2.06 dus er is een significant verschil.

Een mogelijkheid voor bovenstaande verschillen is, dat de boeien uit de watermassa zijn gedreven waarin ze lagen en dat dus de waterschermen aan de boeien niet goed hebben gewerkt. In de periode waarin de monsters genomen zijn, was het ter plekke echter bijna windstil weer (Var 2), zodat deze mogelijkheid niet erg waarschijnlijk lijkt. Een andere mogelijkheid van een verandering van of in de watermassa kan ik echter niet geven.

Uit grafiek 5 en 6 zouden nu per grafiek twee nieuwe grafieken geconstrueerd moeten worden, waarop de gegevens staan van monsters die wel vergelijkbaar zijn. Er blijkt dan echter dat er praktisch geen overlap meer is. Uit de aanwezige set gegevens kan dus geen mortaliteit berekend worden.

In theorie zou n /stadiumduur van een jong stadium groter of gelijk moeten zijn met dat van een ouder stadium. Dat dit niet zo is kan veroorzaakt zijn door verschillende oorzaken:

- Er is ondanks wat er in de literatuur (Cooms 1981, Coombs et al. 1986) staat, toch een verticale distributie van de verschillende eistadia, waarbij dan stadium II op veertig meter diepte het sterkst vertegenwoordigd is. Als dit echter het geval zou zijn, zou er tussen de trekken bij elke boei en de oblique haul die daar gedaan is een verschil te zien moeten zijn, wat echter niet het geval is (tab.1, 2 en 3).
- De stadiaduren die in de literatuur beschreven zijn (Lockwood et al., 1977 en Danielssen en Iversen, 1977) kloppen niet met de tijden die in vivo voorkomen. De totale ontwikkelingsduur bij 13.8 graden Celsius die bovenstaande auteurs vinden wijkt in ieder geval af van de duur zoals die gevonden is door Berrien (1975) nl. Lockwood et al.(1977) 117 uur en Berrien 90-102 uur.

De standaarddeviaties van de totaal aantallen bij een boei zijn zeer groot (47% en 63% van het gemiddelde voor respectievelijk de NW en de ZO-boei) laat staan dat er random in het quadrant gemonsterd wordt.

De standaarddeviaties van het aantal stadium I eieren is als gevolg van het kleinere aantal zelfs nog groter (59% en 74% van het gemiddelde). Er kan verwacht worden dat de standaarddeviatie in het aantal eieren over het hele station nog groter is dan deze cijfers aangeven. Deze cijfers zijn namelijk een onderschatting en wel doordat er slechts een deel van het quadrant bemonsterd is en er verwacht mag worden dat de condities in een deel van het station uniformer zijn dan de condities in het hele quadrant.

De variatie van het aantal eieren binnen een station kan alleen nauwkeurig berekend worden indien er 'at random' binnen een quadrant bemonsterd gaat worden. Een onderzoek naar deze variatie is het afgelopen jaar door Duitse onderzoekers gedaan, maar hier zijn nog geen gegevens van. De standaarddeviatie die veroorzaakt wordt door subsampling is relatief klein (12.8% en 15.8% indien er 1/8 geteld wordt).

Bij de meeste trekken in de normale survey is het aantal eieren

onderzoek, zodat dan de variatie nog kleiner is. Indien er dan ook gekozen moet worden tussen veel trekken uitzoeken, maar dan deze trekken subsamplen of weinig trekken geheel uitzoeken, moet er mijns inziens gekozen worden voor het eerste.

Voor de vergelijking tussen de drie tellingen zijn alleen de monsters Scotland 5 en Scotland 6 genomen, daar alleen bij deze monsters de set waarnemingen volledig was. De drie tellingen van elk monster moeten met elkaar vergeleken worden door middel van de χ^2 -toets. Voor monster Scotland 5 komt dit uit op 10.14 met 8 vrijheidsgraden. De 5% eenzijdige overschreidingswaarde ligt op 15.5 en er is dus geen significant verschil tussen de drie tellingen.

χ^2 bij monster Scotland 6 is 19.91 en de drie tellingen zijn dus significant verschillend van elkaar.

Om nu te zien waar dit verschil ligt, is de χ^2 -toets nu toegepast op drie maal twee tellingen van dit monster. De tellingen₂ van de schotse analist vergeleken met mijn tellingen geeft een χ^2 van 10.77 met 4 vrijheidsgraden. De 5% eenzijdige overschreidingswaarde is hier 9.49 en er is dus een significant verschil tussen beide tellingen. Tussen de analisten van Scotland en het RIVO is er een χ^2 van 15.35 en deze zijn dus ook significant verschillend. Tussen de telling van de analist van het RIVO en die van mij is er een χ^2 van 2.59 en deze zijn dus niet significant verschillend. Het is met deze gegevens dus niet aan te tonen of mijn stadiumindeling van de norm afwijkt.

4.2. Eisurveys '80, '83 en '86

In de eisurveys van 1980 tot en met '86 is er geen verhoogd aantal stadium II eieren te zien. Het verschil tussen de normale eisurvey en de bemonstering in een watermassa zoals in 1985 is gedaan is vooral het feit dat in 1985 slechts op veertig meter diepte is gevist. Het lijkt dan aannemelijk dat de piek van stadium II die in de 1985 monsters optreedt, het gevolg is van een ongelijke diepte-verdeling van de stadia.

De piek die in stadium IV optreedt kan echter geen gevolg zijn van een eventuele ongelijke diepte-verdeling van de stadia, daar er in de normale surveys oblique hauls gedaan worden.

De enige verklaring die dan nog rest is dat de tijdsduur van stadium IV, zoals dat door Lockwood et al. (1977) beschreven is, niet klopt.

De gelijkmatige verdeling van de eieren tegen de tijd, geeft aan dat er geen ritmiek is in het paaigedrag. Dit is in overeenstemming met de resultaten van Mariduena (1984) en Ferraro (1980).

De verkregen resultaten kunnen een eventueel aanwezige paairitmiek toch niet geheel uitsluiten. Een piek van slechts 0.34 uur, die dan ook nog eens door factoren als temperatuur, mortaliteit en spreiding van het paaitijdstip verzwakt en uitgerekt wordt is moeilijk zichtbaar te maken. Om een piek duidelijk zichtbaar te laten zijn, zou een stadium gekozen moeten worden, dat een stuk

laten zijn, zou een stadium gekozen moeten worden, dat een stuk korter als 24 uur duurt. De enige stadia die hiervoor in aanmerking komen zijn stadium IV en V. De onduidelijkheid over het indelen en de lengte van stadium IV en daardoor ook van stadium V maken deze beide stadia echter weer ongeschikt.

CONCLUSIES

Als een volgend mortaliteitsonderzoek op een vergelijkbare methode als dit onderzoek plaatsvindt, moet in ieder geval de tijdsduur van het onderzoek verlengd worden.

Hierdoor wordt de overlap tussen de verschillende eistadia groter. Tevens moet er gezocht worden naar een andere manier voor het volgen van een watermassa daar de manier van een boei met een waterscherp onder bijna ideale omstandigheden klaarblijkelijk niet gewerkt heeft. Een alternatief zou ik zelf echter niet weten.

Ook kan er in plaats van trekken op één diepte beter gekozen worden voor 'oblique hauls', zodat eventuele verschillen die veroorzaakt worden door een niet gelijke verdeling van de stadia over de diepte niet meer kunnen optreden.

Een ongelijke diepteverdeling zou namelijk de oorzaak kunnen zijn van het zo grote aantal stadium II eieren in de monsters.

Tevens zou ik willen pleiten voor een afschaffing van het onderscheid tussen stadium Ia en Ib.

Bij deze stadia treden er namelijk zoveel artefacten op dat het verschil tussen deze stadia vaak moeilijk te zien valt.

Dit blijkt niet allen uit het feit dat ik zelf zo'n moeite had om de eieren in dit stadium in te delen, maar ook uit het verschil tussen de twee tellingen van de nederlandse en de schotse analist.

Het onderscheid wordt trouwens helemaal niet gebruikt bij de normale eisurveys, want de schatting van de paaistock wordt gedaan met het aantal Ia+Ib eieren (Lockwood et al., 1981, Thompson et al., 1984).

Het lijkt mij ook noodzakelijk het onderzoek van Lockwood uit 1977 naar de ontwikkeling van de eieren bij verschillende temperaturen eens te herhalen.

Dit onderzoek kan op vrij eenvoudige wijze tijdens de normale eisurvey gedaan worden.

Het onderzoek naar de nauwkeurigheid van stadiumindeling van de verschillende analisten van de verschillende landen wordt nog eens overgedaan, omdat de gebruikte methode van het onderzoek van afgelopen jaar geen duidelijke uitspraak, over een al dan niet aanwezig verschil in indeling, toestond.

LITERATUUR

- Anon., 1984. Report of the ad hoc working group on mackerel egg surveys. ICES C.M.1984/H:3 (mimeo)
- Berrien P.L., 1975. A description of atlantic mackerel *Scomber scombrus*, eggs and early larvae., Fishery Bulletin of the fish and wildlife service, Vol. 73, No.1, p.186-192
- Bigelow H.B. and Welsh W.W., 1925. Fishes of the Gulf of Main., Fishery bulletin of the fish and wildlife service, Vol.40, part 1, document 965, p.1-567
- Browne R.H., 1979. On visual assesement of the significance of a mean difference., Biometrics, Vol.35, p.657-665
- Coombs S.H., Pipe R.K. and Mitchell C.E., 1977. The eggs and larvae of mackerel (*Scomber scombrus*) to the west of the British Isles., ICES C.M.1977/H:44 (mimeo)
- Coombs S.H., 1981. A density-gradient column for determing the specific gravity of fish eggs, with particular reference to eggs of the mackerel *Scomber scombrus*., Marine Biology, Vol.63, p.101-106
- Coombs S.H., Aiken J. and Griffin T.D., 1986. The aetiology of mackerel spawning to the west of the british isles., In press.
- Danielsen D.S. & Iversen S.A., 1977. The development and mortality of mackerel eggs (*Scomber scombrus* L.) in different temperatures. ICES C.M.1977/L:19 (mimeo)
- Ferraro S.P., 1980. Daily time of spawning of 12 fishes in the Peconic Bays, New York., Fishery bulletin of the fish and wildlife service, Vol.78, p.455-464
- Lockwood S.J., Nichols J.H. and Coombs S.H., 1977. The development rates of Mackerel (*Scomber scombrus* L.) eggs over a range of temperatures., ICES C.M.1977/J:13 (mimeo)
- Lockwood S.J. et al., 1981. The western mackerel spawning stock estimate for 1980., ICES C.M.1981/H:13 (mimeo)
- Mariduena L.S., 1984. Observations in the maturity, effects of gonads preservation and daily spawning cycle of mackerel (*Scomber scombrus* L.)., ICES C.M.1984/H:21 (mimeo)
- McEwen G.F, Johnson M.W. and Folsom Th.R., 1954. A statistical analysis of the performance of the Folsom Plankton Sample Splitter, based upon test observations., Archiv fuer Meteorologie, Geophysik und Bioklimatologie, Serie A: Meteorologie und Bioklimatologie, Vol.7, p.502-527

- Sette O.E., 1943. Biology of the Atlantic Mackerel (*Scomber scombrus*) of North America, part 1, Early life history, including the growth, drift and mortality of the egg and larval populations., Fishery bulletin of the fish and wildlife service, Vol.50, p.147-237
- Simpson A.C., 1958. The spawning of the plaice (*Pleuronectes platessa*) in the North Sea., Fishery investments, London, Serie 2, Vol.22, No.7
- Thompson B.M. et al., 1984. The western mackerel spawning stock estimate for 1983., ICES C.M.1984/H:15 (mimeo)
- Zijlstra J.J., 1969. Herring larvae in the central North Sea., Berichte der Deutschen Wissenschaftlichen Kommission für Meereforschungen, Vol.21, p.94-96

TABELLEN**TABEL 1**

Trek, tijd verstreken vanaf de eerste trek en aantallen eieren per honderd kubieke meter gefilterd water, ingedeeld per stadium, van de monsters genomen bij de NW-boei.

TREK	TIJD	Aantal eieren per 100 kubieke meter					TOTAAL
		Ia+Ib	II	III	IV	V	
17	0.00	1703.6	1322.7	361.7	279.9	169.8	3837.7
19	2.55	1455.4	2211.0	527.8	387.8	100.0	4682.0
21	6.03	1314.4	2731.6	768.1	757.3	124.4	5695.8
23	7.55	1217.8	3091.6	973.1	544.9	177.9	6005.3
25	9.05	1759.8	2127.5	921.6	500.0	220.6	5529.5
27	10.62	1397.6	2004.9	1018.1	535.8	165.2	5121.6
29	12.12	637.0	2595.1	914.2	737.2	82.6	4966.1
31	13.60	434.9	1241.3	548.1	376.0	131.4	2731.7
33	15.17	514.5	1788.0	1146.1	784.5	188.5	4421.6
35	16.67	518.1	1659.9	1210.5	820.8	210.9	4420.2
37	18.33	266.0	2138.4	1207.5	1111.8	223.4	4947.1
39	20.15	873.0	1919.7	1025.6	694.2	194.6	4707.1
41	21.82	513.4	1686.6	1047.6	775.2	293.3	4316.1
43	23.42	857.4	1567.7	710.4	481.7	187.8	3805.0
47	26.90	243.1	761.8	851.0	543.0	372.8	2771.7
51	30.13	1278.9	3101.2	1909.7	1106.1	397.5	7794.4
53	31.83	747.4	1571.2	1172.2	871.8	222.9	4585.6
55	33.62	1549.9	3035.4	1669.0	660.3	366.8	7281.4
59	37.12	1987.1	1173.0	665.3	455.2	271.4	4552.0
63	40.62	2053.6	1744.5	1559.1	824.2	405.2	6586.6
67	44.52	881.5	1119.7	841.8	698.8	452.6	3994.4
71	47.88	727.5	911.4	407.7	359.8	319.8	2726.2
75	51.30	655.5	698.7	181.1	336.4	301.9	2173.6
79	54.87	728.7	721.1	197.4	273.3	167.0	2087.5
83	58.52	450.5	363.9	173.3	216.6	181.9	1386.2
87	61.80	601.9	711.4	258.0	179.8	203.3	1954.4
91	65.43	568.1	670.6	197.2	339.2	181.5	1956.6
95	69.05	619.4	656.3	272.9	206.5	405.6	2160.7
99	72.17	529.0	610.4	252.3	350.0	358.1	2099.8
103	76.22	495.8	695.8	269.6	226.1	278.3	1965.6
107	80.55	467.2	622.9	219.9	229.0	192.4	1731.4
111	83.95	363.7	379.2	185.7	108.3	162.5	1199.4
115	86.88	450.2	403.6	256.1	108.7	155.2	1373.8
GEMIDDELDE		874.6	1455.7	724.8	511.5	238.4	3805.1

TABEL 2

Trek, tijd verstreken vanaf de eerste trek en aantallen eieren per honderd kubieke meter gefilterd water, ingedeeld per stadium, van de monsters genomen bij de ZO-boei.

Aantal eieren per 100 kubieke meter							
TREK	TIJD	Ia+Ib	II	III	IV	V	TOTAAL
18	0.00	851.6	4095.8	1338.2	297.4	148.7	6731.7
26	8.83	4130.6	6088.4	2366.5	451.8	43.0	13080.3
34	14.98	1581.3	2175.3	987.3	401.6	125.5	5271.0
42	21.61	2007.5	5830.2	2605.4	1003.7	384.4	11831.2
50	28.30	5511.1	8580.4	4307.1	1933.1	491.8	20823.5
58	35.01	1739.7	8680.3	2636.5	1500.8	527.3	15129.6
66	42.71	3008.2	8564.4	5556.3	1380.2	743.2	19252.3
74	49.48	2243.2	3792.1	2100.8	623.1	818.9	9578.1
80	54.75	1080.7	1454.5	1242.4	343.4	464.6	4585.6
90	36.63	1195.1	3083.0	1333.6	848.7	536.9	6997.3
98	70.46	1561.6	2794.9	931.6	905.0	621.1	6814.2
102	73.55	842.3	2427.1	905.7	941.9	525.3	5642.3
106	78.70	622.0	912.8	266.6	339.3	315.0	2457.7
114	85.16	587.8	815.3	265.5	265.5	426.6	2360.7
GEMIDDELDE		1925.9	4235.3	1917.4	802.5	440.9	9325.4

TABEL 3

Trek, tijd verstreken vanaf de eerste trek bij de boei en aantallen eieren per honderd kubieke meter gefilterd water, ingedeeld per stadium, van de monsters van de oblique hauls.

Trek 102a is bij de ZO-boei genomen en trek 103a bij de NW-boei.

Aantal eieren per 100 kubieke meter							
TREK	TIJD	Ia+Ib	II	III	IV	V	TOTAAL
102a	74.17	410.6	774.0	424.0	700.0	491.4	2800.0
103a	77.05	226.0	465.0	180.8	297.1	297.1	1466.0

TABEL 4

Stadiumduur en gemiddelde leeftijd per stadium volgens Lockwood et al.(1977) bij 11.2 graden Celsius

STADIUM	DUUR	GEM.LEEFTIJD
IA+IB	47.96	23.98
II	36.70	66.31
III	47.13	108.23
IV	15.69	139.64
V	21.19	158.08

TABEL 5

Stadiumduur en gemiddelde leeftijd per stadium volgens Lockwood et al.(1977) bij 12.3 graden Celsius

STADIUM	DUUR	GEM.LEEFTIJD
IA+IB	41.15	20.57
II	31.63	56.96
III	39.55	92.56
IV	13.73	119.20
V	16.16	134.14

TABEL 6

Aantal getelde eieren per stadium van 8 subsamples van trek 53

stadium	SUBSAMPLE								TOT
	A	B	C	D	E	F	G	H	
I	85	90	57	90	70	82	96	67	736
III	921	188	138	148	124	202	193	154	1339
III	128	140	114	126	110	117	146	118	999
IV	96	120	81	98	68	109	90	81	743
V	28	32	27	23	17	15	29	19	190
totaal	529	570	417	485	389	525	554	439	3908

TABEL 7

Vergelijking van aantallen eieren per stadium van drie monsters uit twee verschillende landen.

Aantallen onder SCO en DAN zijn aantallen van de buitenlandse analisten. Getallen onder RIVO komen van de analist van het RIVO en onder TH staan mijn eigen gegevens.

stadium	SCOTLAND 5			SCOTLAND 6			DANMARK 5		
	SCO	RIVO	TH	SCO	RIVO	TH	DAN	RIVO	TH
Ia	39	62	31	34	65	25		257	101
Ib	17	4	33	28	6	47		571	705
I	56	66	64	62	71	72	858	828	806
II	23	28	30	21	36	31	]-	68	69
III	29	13	15	31	12	15	]	9	10
IV	19	18	18	23	16	23	]	37	2
V	27	26	23	26	22	17	]-	5	0
TOT	154	151	150	163	157	158	895	912	912

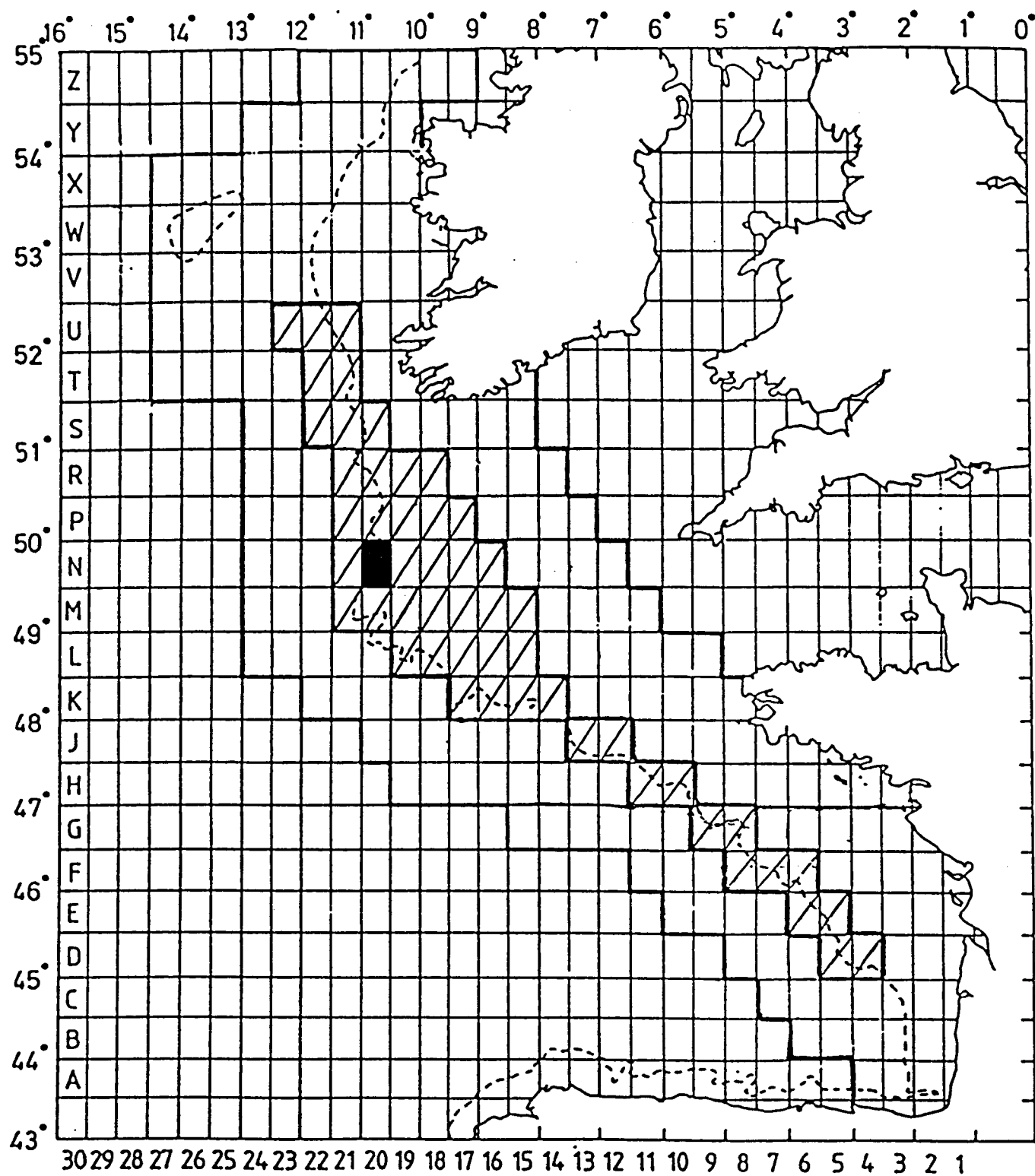


Fig.1 Paaigebied van de westelijke makreelstock

Buitenste dikke lijnen : begrenzing paaigebied

Gearceerd deel : gebied met 80% van de paaiactiviteit

Zwart vlak : plaats van de twee boeien

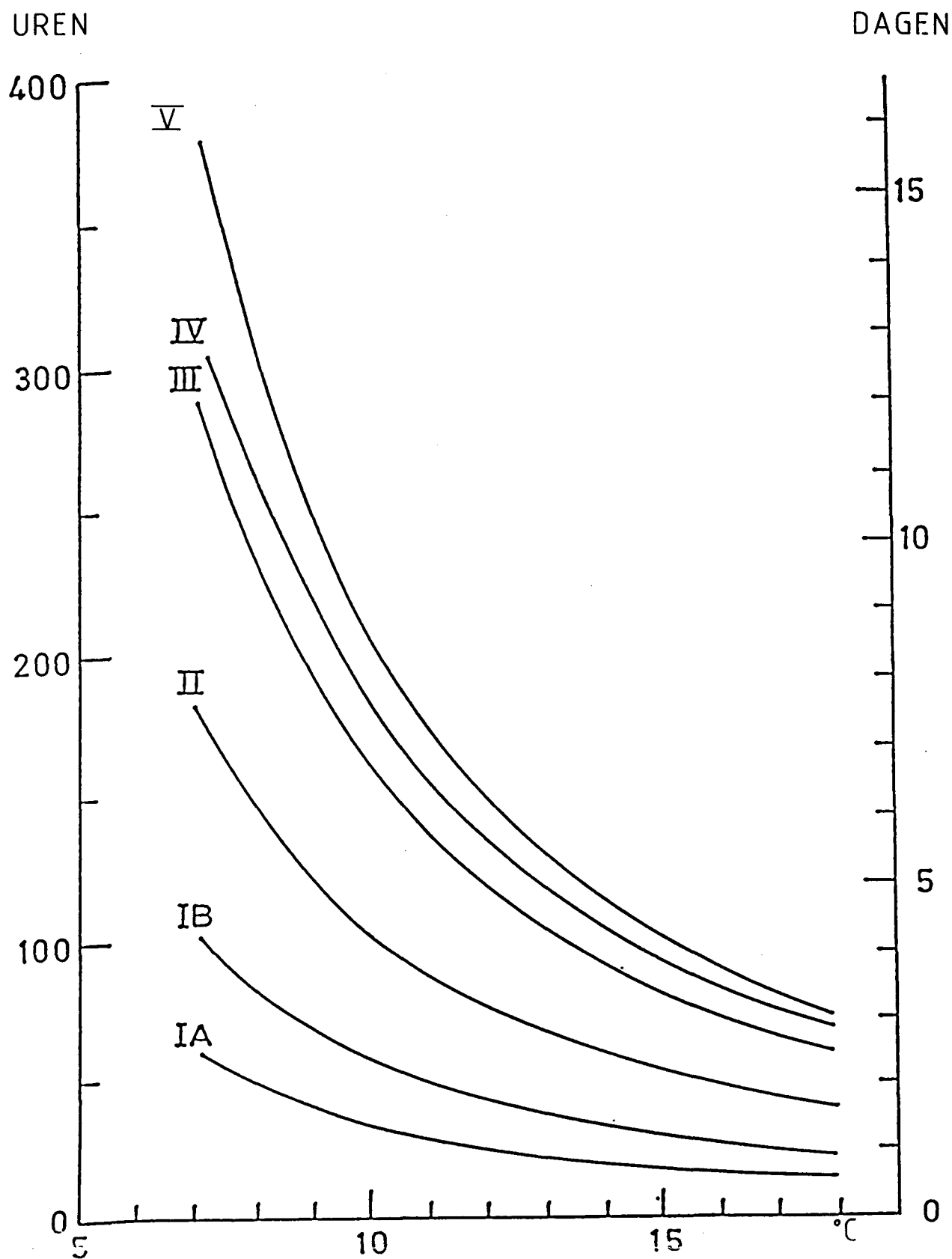


Fig.2 Tijd (in uren en dagen) tot het einde van elk eistadium bij verschillende temperaturen. (Uit Lockwood et al. 1977)

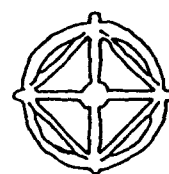
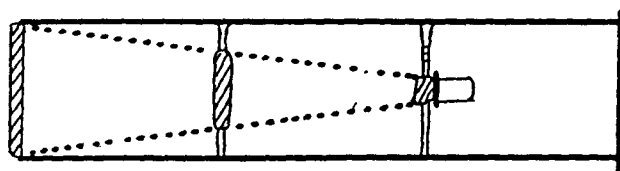
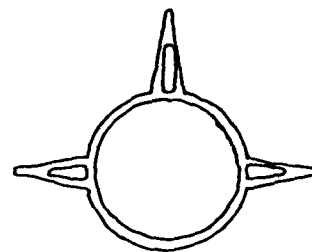
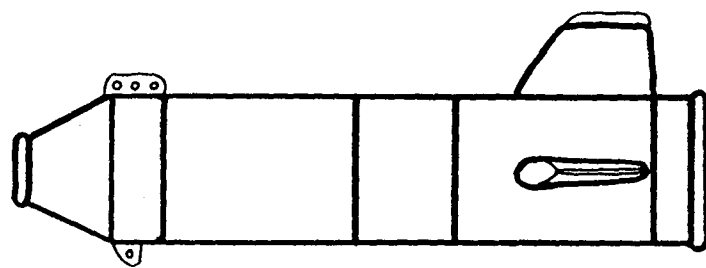


Fig.3 Gulf III torpedo (uit Zijlstra, 1969)

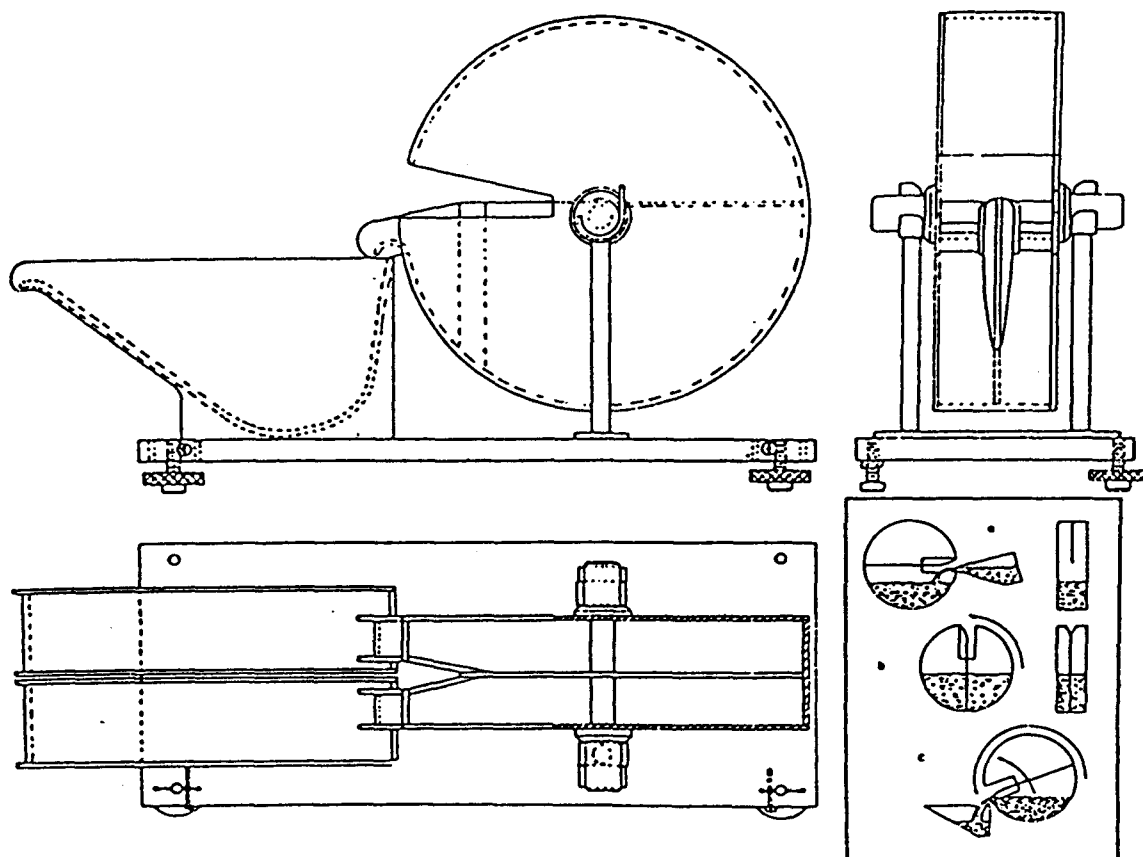


Fig.4 Folsom Plankton Sample Splitter
(uit McEwen, Johnson & Folsom, 1954)

$n/STADIUMDUUR \times 100$

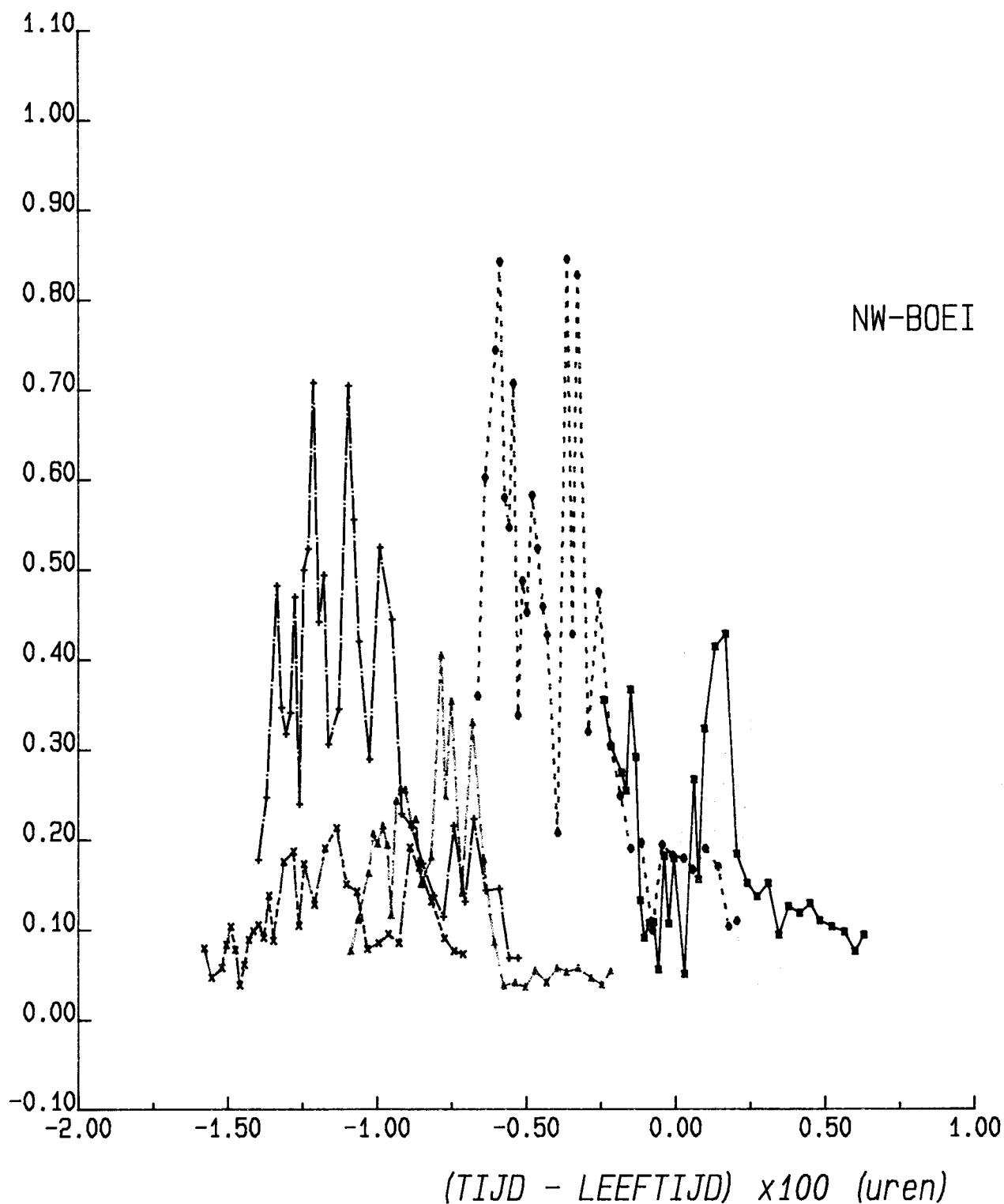


Fig.5 Aantal eieren per honderd kubieke meter gedeeld door de stadiumduur, tegen de tijd minus de gemiddelde leeftijd van dat stadium.

LEGENDA Fig.5 en 8

.....

STADIUM I

.....

STADIUM II

.....

STADIUM III

.....

STADIUM IV

.....

STADIUM V

$n/STADIUMDUUR \times 100$

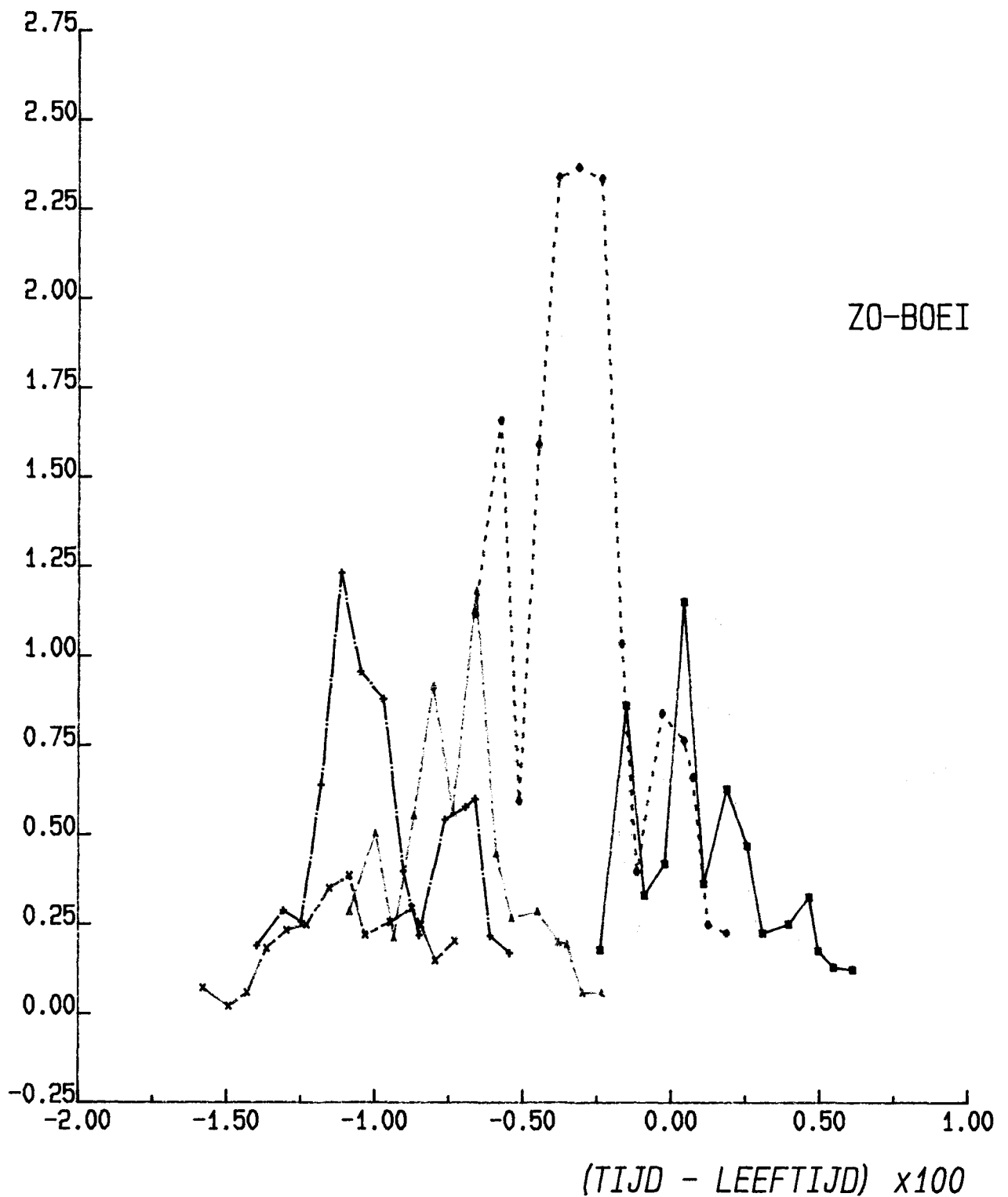


Fig.6 Aantal eieren per honderd kubieke meter gedeeld door de stadiumduur, tegen de tijd minus de gemiddelde leeftijd van dat stadium.

TOTAAL $\times 10000$

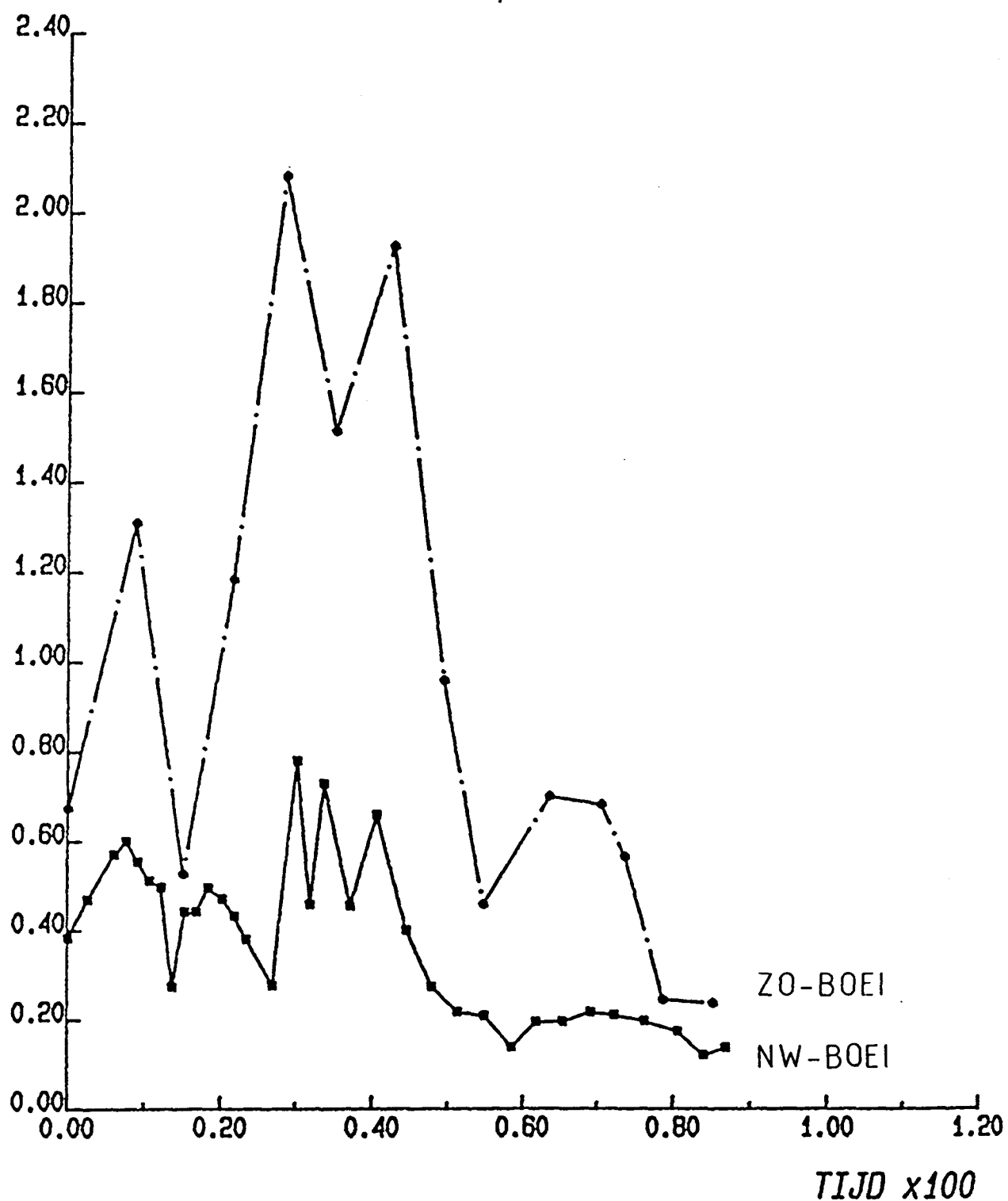


Fig.7 Totaal aantal eieren per honderd kubieke meter water bij de twee boeien, tegen de tijd.

$1A+1B \times 1000$

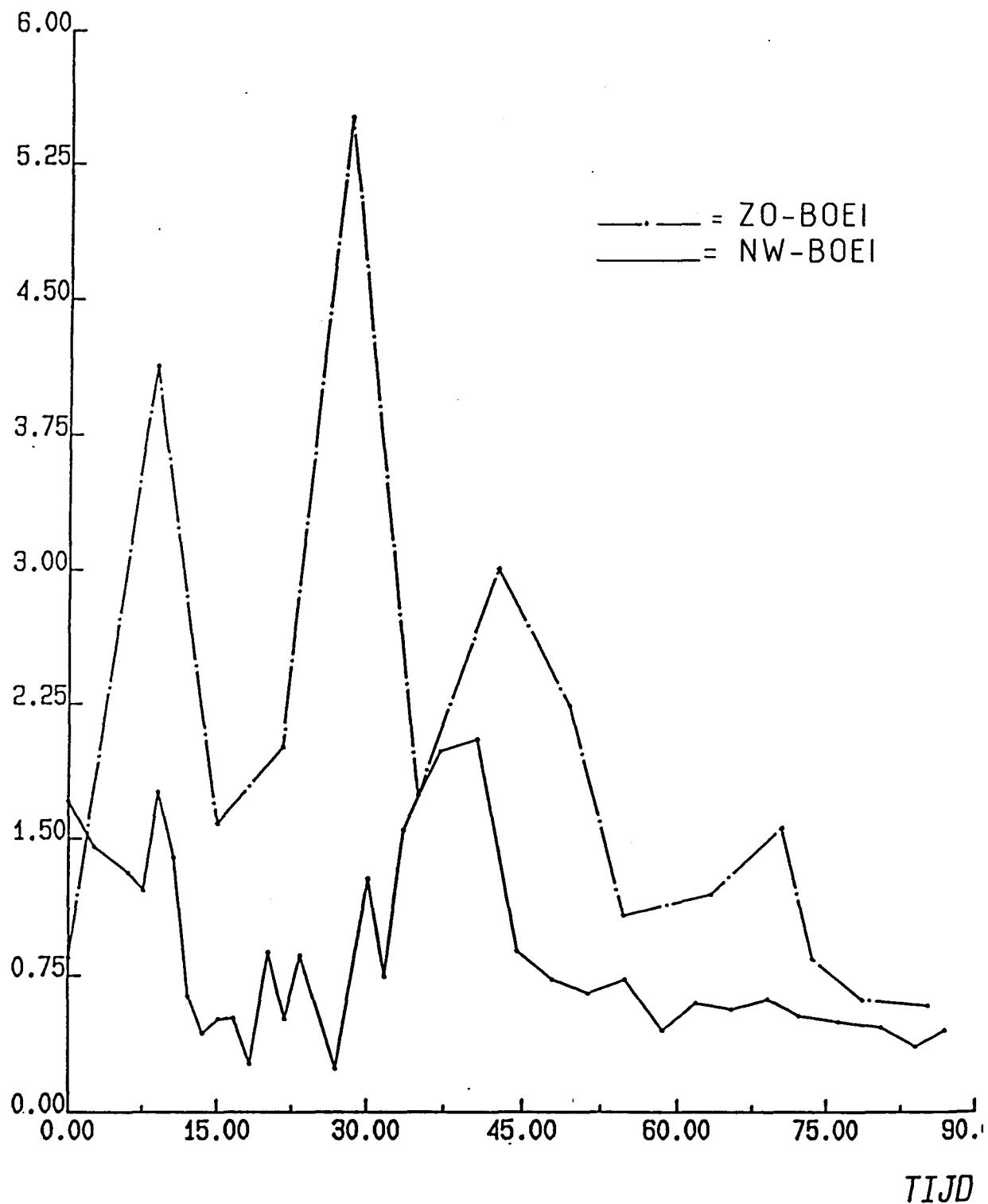


Fig.8 Aantal stadium I eieren per honderd kubieke meter water bij de twee boeien, tegen de tijd.

(n/STADIUMDUUR)/AANTAL TREKKEN

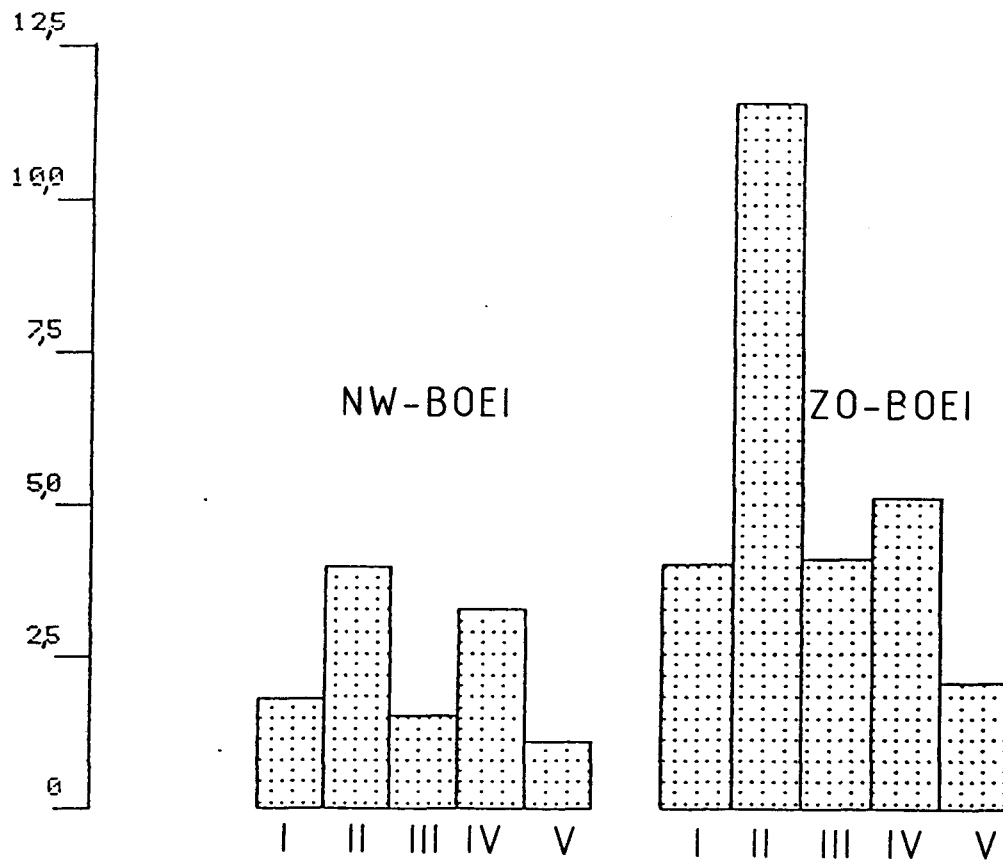


Fig.9 Aantal eieren per stadium gedeeld door de duur van dat stadium, gedeeld door het aantal trekken, uitgesplitst per boei.

(n/STADIUMDUUR)/AANTAL TREKKEN

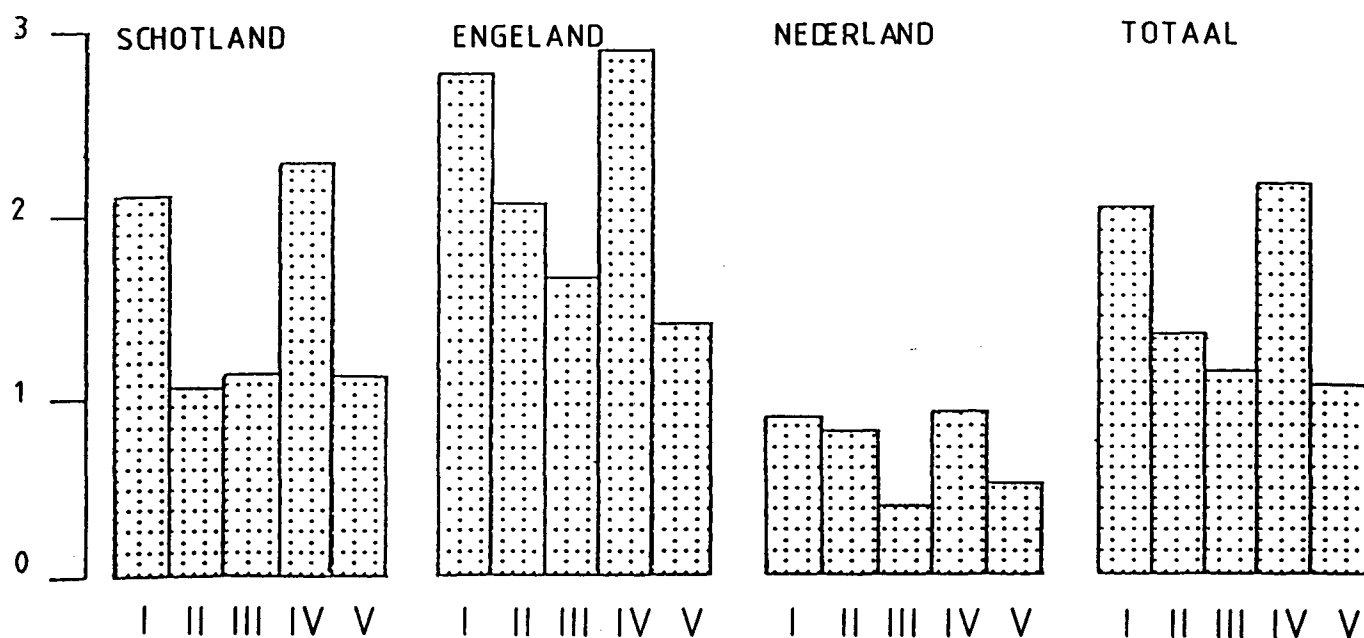


Fig.10 Aantal eieren per stadium gedeeld door de duur van dat stadium, gedeeld door het aantal trekken, gegroepeerd per land.

$(n/\text{STADIUMDUUR})/\text{AANTAL TREKKEN}$

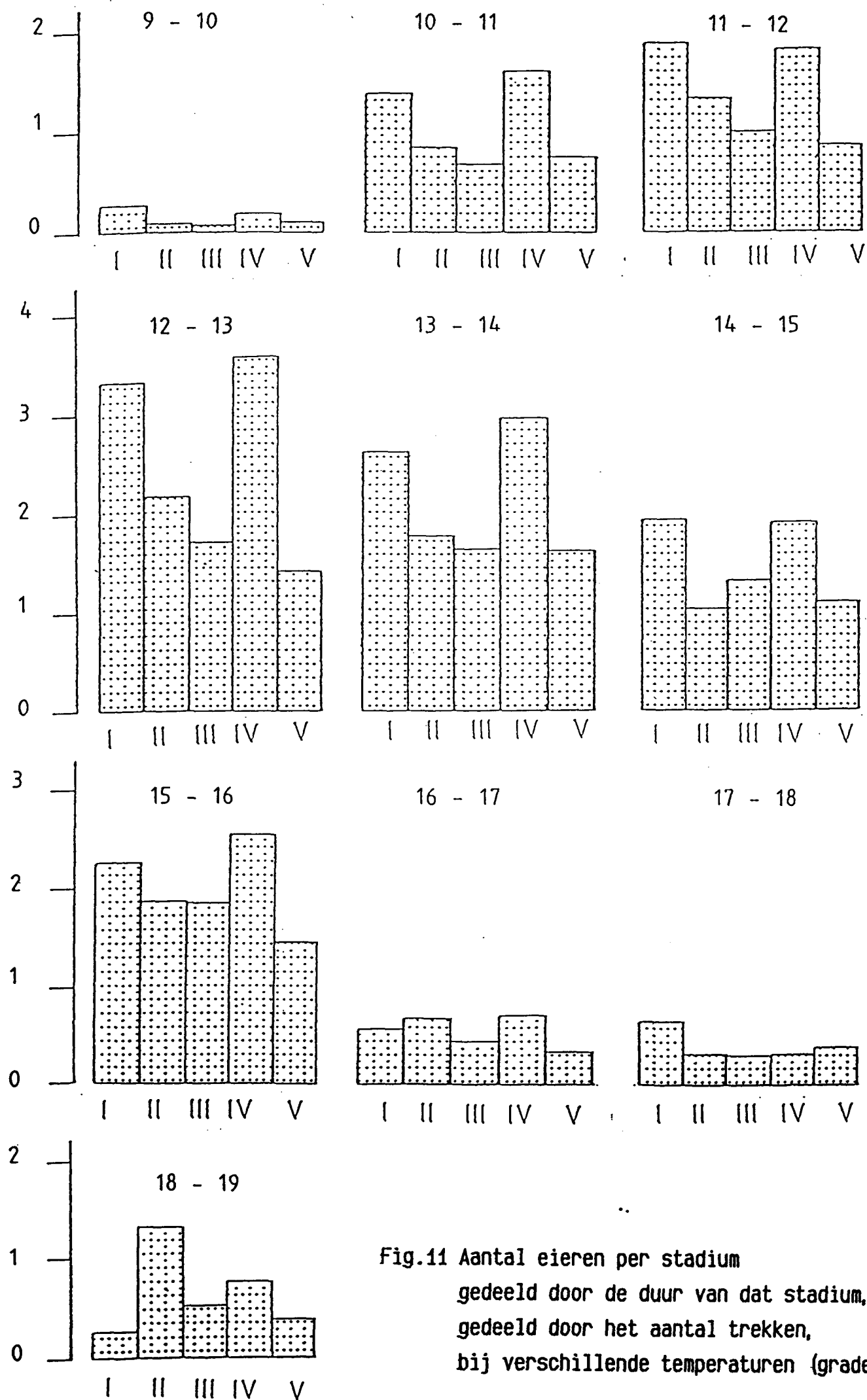


Fig.11 Aantal eieren per stadium
gedeeld door de duur van dat stadium,
gedeeld door het aantal trekken,
bij verschillende temperaturen (graden Celsius)

(n/STADIUMDUUR)/AANTAL TREKKEN

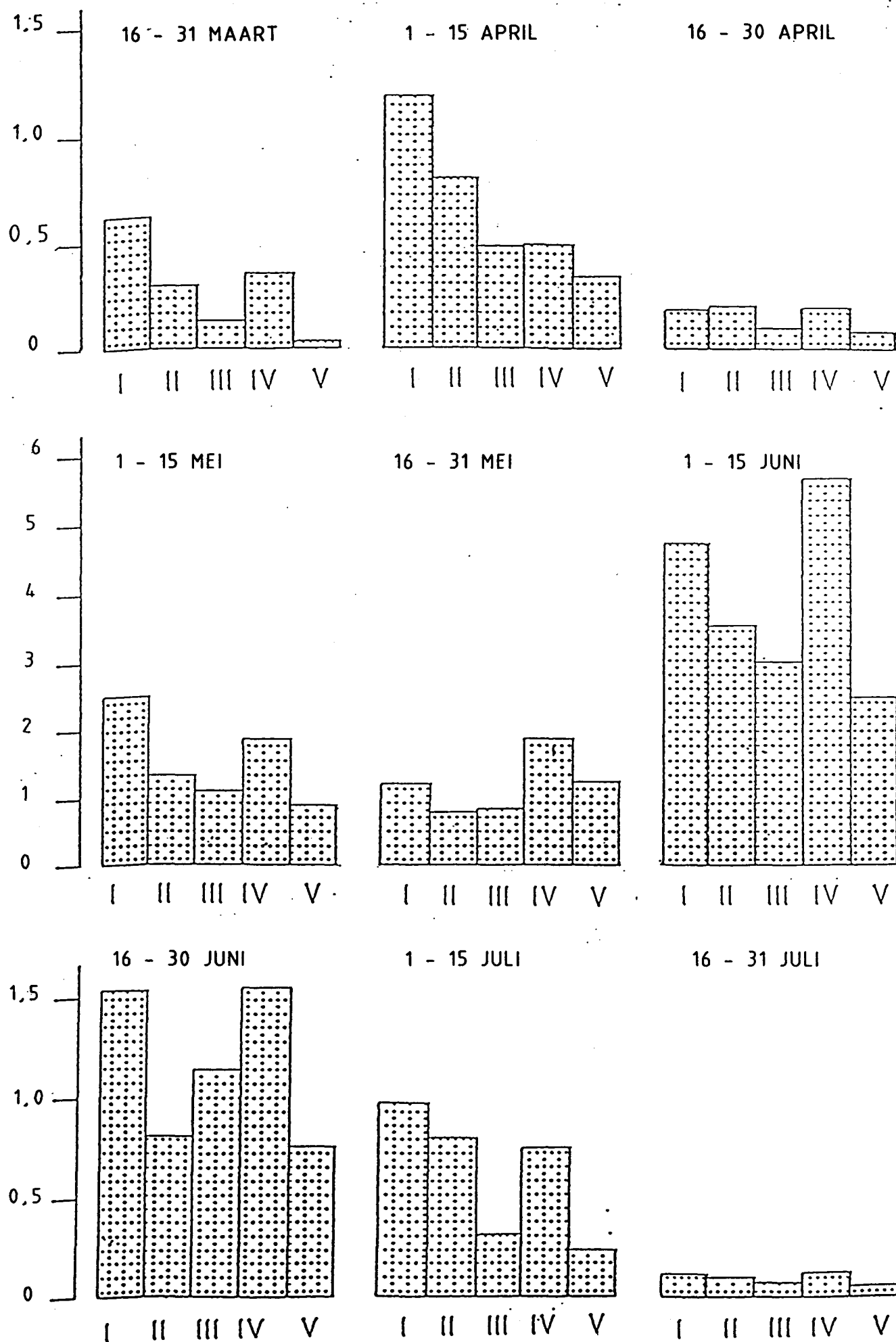


Fig.12 Aantal eieren per stadium gedeeld door de duur van dat stadium, gedeeld door het aantal trekken, per 15 dagen

(n/STADIUMDUUR)/AANTAL TREKKEN

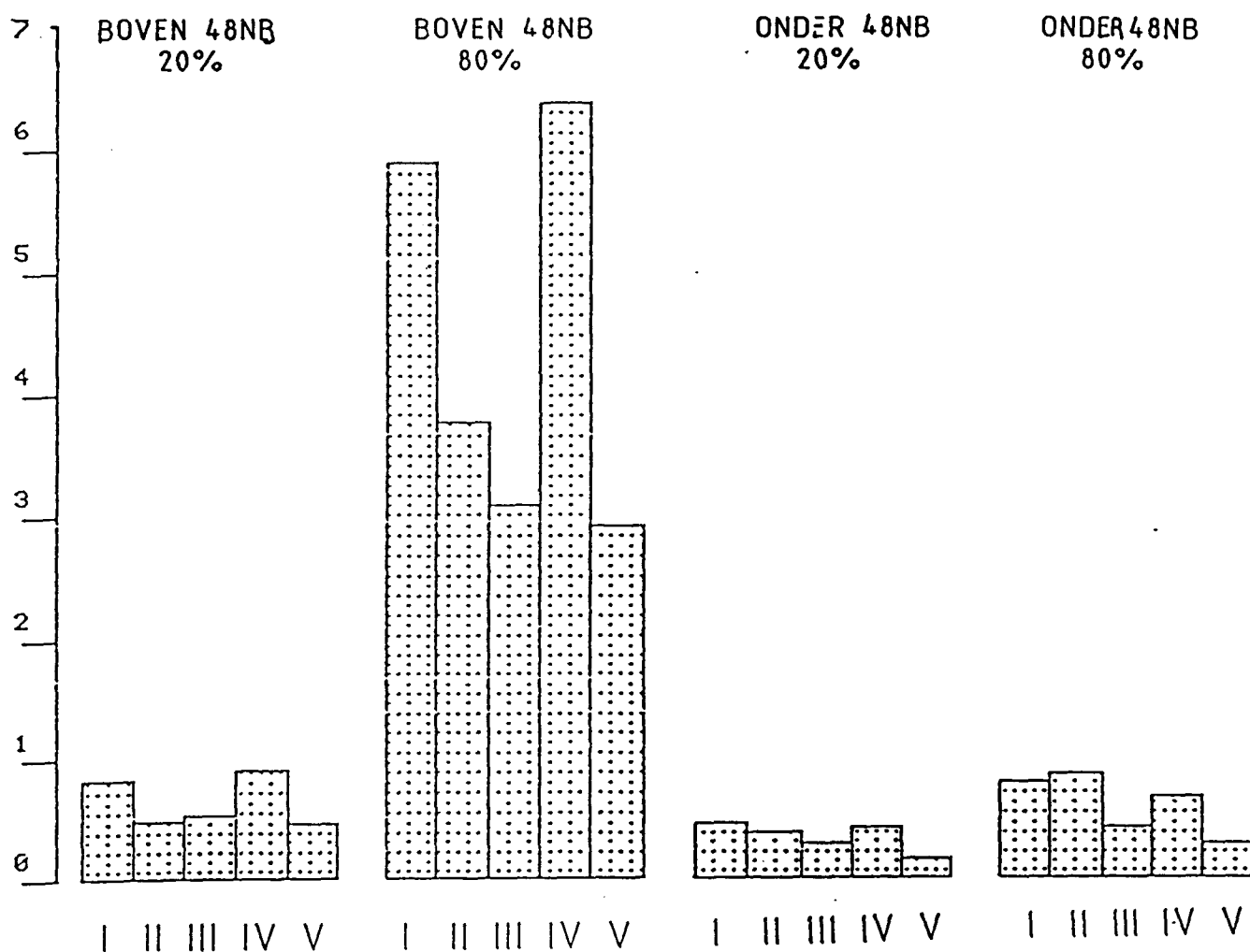


Fig.13 Aantal eieren per stadium gedeeld door de duur van dat stadium, gedeeld door het aantal trekken, boven of onder de 48 graden noorderbreedte en binnen of buiten het maximum (80%) paaigebied.

AANTAL IA x100

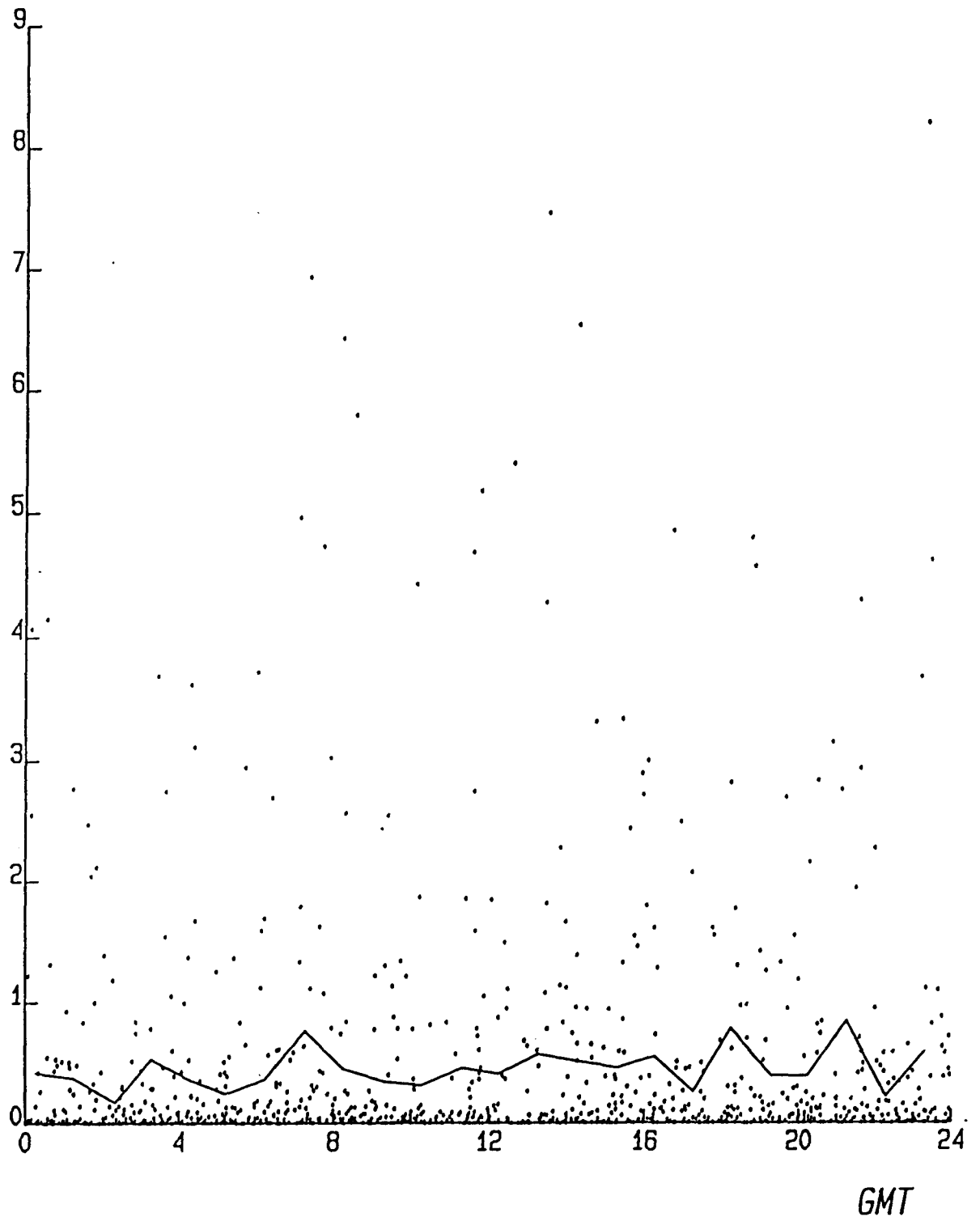


Fig.14 Aantal eieren in stadium Ia tegen de GMT, met een gemiddelde per uur. De gegevens zijn van het hele paaiseizoen.

AANTAL IA x100

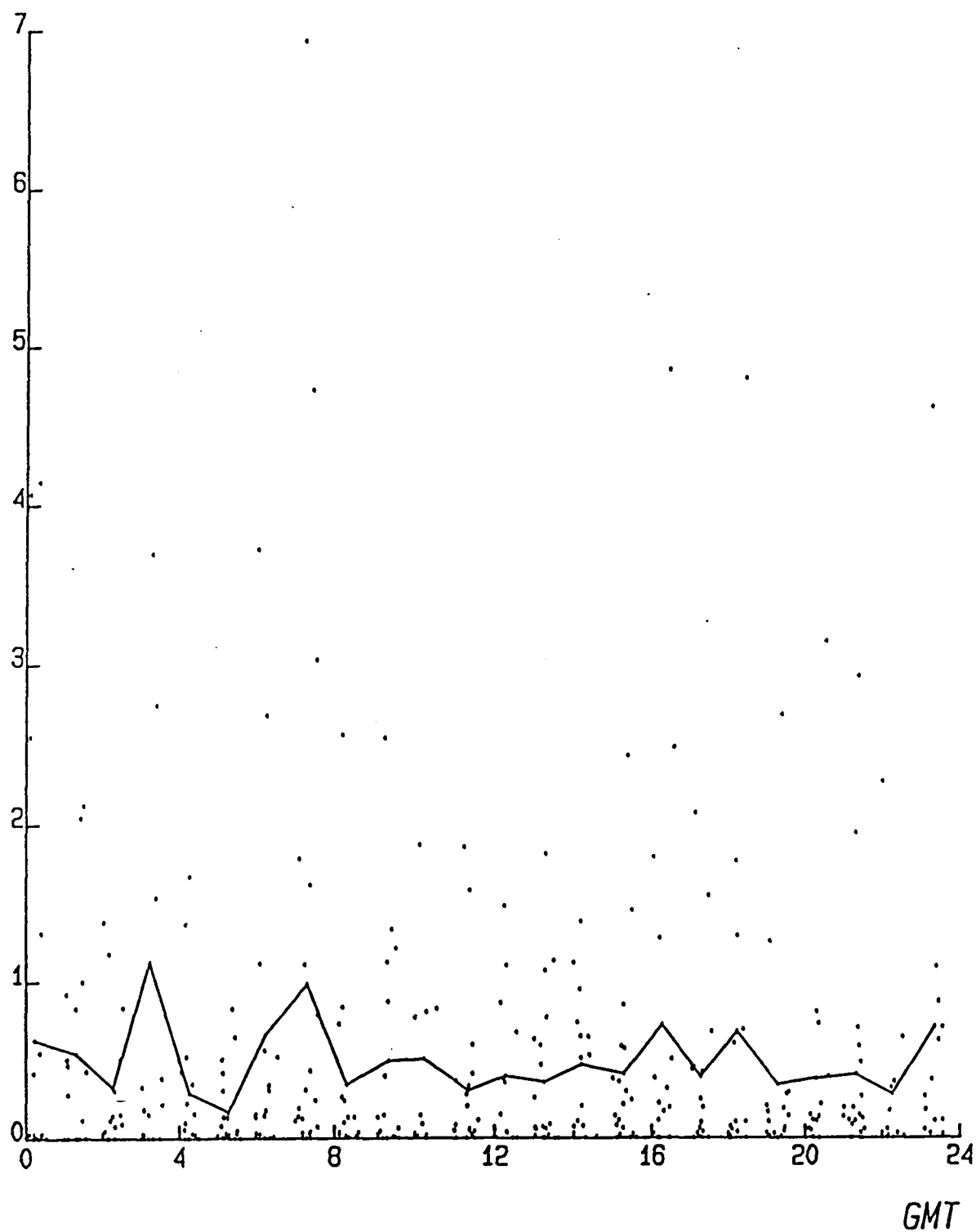


Fig.15 Aantal eieren in stadium Ia tegen de GMT, met een gemiddelde per uur. Vangsten alleen tussen 11 en 30 Juni.