

Rechten voorbehouden

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

Onderzoek aan spiering als oorzaak van het voorkomen van groeps-
gewijs vissende meeuwen in de Waddenzee, met systematische en
populatie-dynamische gegevens over de spiering (Osmerus eperlanus L.)

door

J.A. Krijgsman

intern verslag

over

werkzaamheden verricht als doctorale studie

in het tijdvak augustus 1970 - april 1971

aan

het NIOZ te Texel

voor

Prof. Dr. K. Bakker

Zoölogisch Laboratorium

Leiden

onder supervisie

van

C. Swennen

NEDERLANDS INSTITUUT VOOR ONDERZOEK DER ZEE

PUBLIKATIES EN VERSLAGEN

nummer 1971-10

De afgevaardigden van het NIOZ zijn van mening dat de
toekomstige afgevaardigden van het NIOZ de afgevaardigden
van het NIOZ van 1994-1998 zullen opvolgen.

Rechten voorbehouden

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

Onderzoek aan spiering als oorzaak van het voorkomen van groeps-
gewijs vissende meeuwen in de Waddenzee, met systematische en populatie-
dynamische gegevens over de spiering (Osmerus eperlanus L.).

door

J.A. Krijgsman

Inhoudsopgave

I. Inleiding	4
1. doel van het onderzoek	4
2. overzicht van het verslag	4
II. De identiteit van spiering	5
1. taxonomie, oorsprong en voorkomen	5
2. het voorkomen van verschillende spieringpopulaties	
c.q. variëteiten	6
a. inleiding	6
b. eigenschappen	7
c. de situatie in Nederland	8
d. discussie	9
e. konklusie	13
3. het systematisch onderzoek	13
a. het aantal wervels	13
b. het aantal tanden op de voorste kieuwboog	16
c. konklusie	16
III. Materiaal en methodes (algemeen)	16
1. de vismethode	16
2. de verwerking van de vangsten	17
IV. Het verschijnsel vissende meeuwen	18

1. inleiding	18
2. werkmethode bij vissende meeuwen	19
3. plaatsen waar vissende meeuwen werden waargenomen	20
4. tijden waarop vissende meeuwen werden waargenomen	21
5. zoutgehaltes en temperaturen van het water bij vissende meeuwen	21
6. het voorkomen van spiering bij vissende meeuwen	25
7. de grootte van de bij vissende meeuwen in de opper- vlakte van het water voorkomende spieringen	39
8. de aantallen Cotylurus-parasieten van bodem- en oppervlakte spiering	31
9. discussie	31
10. konklusie	35
V. Experimenteel onderzoek naar de voorkeur van binnen- spiering uit de Waddenzee voor zoet of zout water	36
1. inleiding	36
2. methodes	36
3. resultaten	37
4. konklusie	40
VI. Het populatie-dynamisch onderzoek	40
1. inleiding	40
2. bepaling van de leeftijd, groeisnelheid en groei- periode aan de hand van de schubben	41
3. de leeftijdsopbouw	44
4. de populatiedichtheid in het IJsselmeer	46
5. de populatiedichtheid in de Waddenzee	50
6. de parasieten	52

VII. Samenvatting	55
VIII. Litteratuurlijst	57

I. Inleiding.

1. Doel van het onderzoek.

Het onderzoek werd uitgevoerd als onderdeel van het voedselketen onderzoek van de afdeling produktie van het Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee (NIOZ) te Texel, van 1-8-1970 tot 31-4-1971.

Spiering speelt een belangrijke rol in verschillende voedselketens. Het is voedsel voor alle in de Waddenzee voorkomende "roof"vissen en is 's winters de belangrijkste voedselbron voor langs de Afsluitdijk overwinterende vogels, met name de kokmeeuwen (voorts voor futen en zaagbekken). Voor deze kokmeeuwen is het noodzakelijk dat de spiering aan de oppervlakte van het water komt, daar kokmeeuwen niet dieper dan enkele decimeters kunnen duiken.

Her primaire doel van het onderzoek was de oorzaak te vinden waardoor de spiering aan de oppervlakte van het water voorkomt of naar de oppervlakte komt (dit is immers ongunstig ten gevolge van de predatie door de meeuwen) en waardoor dit slechts plaatselijk is: op spiering vissende meeuwen vissen meestal op een beperkt gebied.

Het secundaire doel van het onderzoek was, voor zover mogelijk, algemene gegevens over spiering te verzamelen, zoals trek, populatiedichtheid, het al of niet voorkomen van gescheiden populaties of variëteiten, parasieten e.d.

2. Overzicht van het verslag.

De taxonomie, oorsprong en eigenschappen van de spiering worden uitvoerig besproken, omdat vooral de subspecifieke onderverdeling in de literatuur niet geheel duidelijk was. Het blijkt dat over de gehele wereld de spiering

zich aan zoetwater heeft kunnen aanpassen, waardoor een zoetwater en een anadrome vorm voorkomt.

Er zijn een aantal mogelijkheden onderzocht waardoor de spiering aan de oppervlakte van het water komt of voorkomt, welke tezamen met de resultaten van laboratorium-observatie tot een hypothese hebben geleid.

Voor zover mogelijk was, zijn er populatie-specifieke gegevens over de spiering verzameld, welke in het hoofdstuk "populatie-dynamisch" onderzoek weergegeven zijn.

II. De identiteit van de spiering:

1. Taxonomie, oorsprong en voorkomen.

De spiering behoort tot de familie Osmeridae van de suborde Salmonoidei (McAllister, 1963). De geslachtsnaam is Osmerus, de soortsnaam eperlanus L. De spiering wordt door McAllister (1963) in twee ondersoorten verdeeld, nl. in O.e. eperlanus en O.e. mordax.

De ondersoort eperlanus komt voor langs de kusten van Noordzee, Oostzee en 't Kanaal en hun vertakkingen, van de monding van de Loire tot in Finland. Bovendien komt ze voor in de bovenloop van de Wolga en in vele meren en rivieren die een verbinding met genoemde zeeën hebben of sinds de laatste ijstijd hebben gehad.

De ondersoort mordax komt voor langs de noordelijke kusten van de West Atlantische Oceaan, van de Stille Oceaan en van de Noordelijke IJszee ten westen van de Witte Zee, en in vertakkingen van genoemde zeeën. Bovendien komt ze voor in vele meren en rivieren die een verbinding met deze zeeën hebben of sinds de laatste ijstijd hebben gehad.

Vroeger werd nog een derde ondersoort onderscheiden, dentex genaamd,

welke volgens McAllister (1963) echter synoniem is met mordax.

Osmerus e. eperlanus en mordax vormen samen een allopatrische populatie langs de kusten van het noorden van het Noordelijk Halfrond.

Het onderscheid tussen de ondersoorten eperlanus en mordax is voornamelijk gebaseerd op het aantal doorboorde schubben in de laterale lijn: dit zijn er bij eperlanus 6 tot 13 en bij mordax 14 tot 28.

Het aantal wervels van Osmerus eperlanus varieert van 51 tot 78 (inclusief het urostyl).

De oorsprong van Osmerus eperlanus ligt waarschijnlijk in de Stille Oceaan of in de aangrenzende Noordelijke IJszee (McAllister, 1963), van waaruit ze vermoedelijk uitgestraald is langs Noord-Amerika en Noord-Rusland tot in het Baltische gebied. In het Baltische gebied is in de IJstijd een isolatie opgetreden in de Yoldia-zee (Nordquist, 1903) en heeft zich daar in zoeter water de eperlanus-vorm ontwikkeld (McAllister, 1963).

2. Het voorkomen van verschillende spieringpopulaties c.q. variëteiten.

a. inleiding.

Reeds lang wordt er in de literatuur en door vissers bij zowel Osmerus eperlanus als bij e. mordax onderscheid gemaakt tussen zoetwater- of binnenspieling, welke voornamelijk in zoet water voorkomt en klein blijft (tot ongeveer 10 cm), en een zee- of migrerende spiering, welke voornamelijk in estuariën en andere brakwater gebieden voorkomt en groter dan binnenspieling wordt (tot ongeveer 30 cm).

Bloch (1796) en Sundman en Reuter (1883) maakten al melding van het voorkomen van grote en kleine rassen. Sindsdien is het voorkomen van grote en kleine "rassen" van vele landen beschreven, zoals door Wessenberg-Lund (1902), Kendall (1962), Havinga (1928), Redeke (1941), Svårdson (1959), Lillelund (1961) Legault en Delisle (1968) en Delisle (1969).

Havinga (1928) geeft als verschillen tussen (Zuider-)zeespiering^{*}) en zoetwater- of binnenspiering aan: zoetwater spiering is donkerder van kleur, kleiner en bij geringere lengte geslachtsrijp. Hij konstateert ook een verschil in het gemiddelde aantal wervels en onderscheidt daarmee 3 rassen: een Zuiderzee ras (57,57 wervels), een ras uit de Zuidhollandse stromen (58,05 wervels) en een ras uit de Friese binnenwateren (58,34 wervels).

Lillelund (1961) kruiste zeespiering met binnenspiering en vond geen verschil in de bevruchtingsresultaten en in de levensduur van de larven vergeleken met die van alleen binnenspiering of zeespiering eieren en larven. Wel duurde het uitkomen van de eieren van binnenspiering en van de kruisingen van binnenspiering met zeespiering iets langer.

b. Eigenschappen.

Als eigenschappen van zeespiering worden in het algemeen beschreven:

lengte tot maximaal 30 à 33 cm, maximale leeftijd 5 (lillelund, 1961) tot 12 jaar (Belyanina, 1969), vrouwelijk exemplaren worden in het algemeen groter en ouder dan mannetjes.

Zeespiering trekt in de winter naar de estuariën en riviermondingen. In het vroege voorjaar trekt ze de rivieren op om te paaïen. De paaïplaatsen liggen meestal in diep en snelstromend water (zoet), althans indien er snelstromend water is. De grotere exemplaren paaïen vaak eerder dan de kleinere.

Als eigenschappen van binnenspiering worden in het algemeen beschreven:

^{*} De in het vervolg gebruikte term "zeespiering" voor de grote variëteit is niet geheel juist in die zin, dat de grote variëteit in open zee haast niet voorkomt.

Lengte tot maximaal 8 à 10 cm, maximale leeftijd 3 tot 4 jaar, zelden ouder. Komt voornamelijk voor in meren en soms in brakke kustwateren. Paait op omdiepe plaatsen zoals langs oevers, dijken, in beek- of riviermondingen. De paaitijd is, voor zover onderzocht op plaatsen waar beide variëteiten voorkomen, later dan van de zeespiering.

Rupp (1966) deed overplaatsings-experimenten met beide variëteiten uit meren van Canada (Osmerus e. mordax), waaruit bleek dat de kleine variëteiten in een ander, niet eerder door spiering bewoont meer soms kan overgaan in een grote variëteit (wat betreft de groeisnelheid) en omgekeerd en toonde dus de invloed van een milieufactor aan. Legault en Delisle (1968) beschreven echter een geval van twee sympatrische populaties in het Heney meer (Canada), die reproductief gescheiden waren in paaitijd en paaiplaats. Dit verschijnsel schijnt ook op te treden op plaatsen in Europa waar beide variëteiten sympatrisch leven, maar het is nooit zo grondig onderzocht.

Uit deze en andere onderzoeken blijkt duidelijk dat er twee variëteiten (vormen) voorkomen met verschillende groeisnelheden bij zowel Osmerus e. eperlanus als O.e. mordax. In één geval (Legault en Delisle, 1968) is duidelijke reproductieve isolatie bewezen bij O.e. mordax, in andere gevallen zijn er geen uitgebreide onderzoeken naar gedaan. Reproductieve isolatie lijkt vaak, ook bij O.e. eperlanus wel waarschijnlijk in verband met de als verschillend beschreven paaiplaatsen.

c. De situatie in Nederland.

Ook in Nederland worden zowel groot wordende populaties (zeespiering) als klein blijvende populaties (binnenspiering) aangetroffen. In het Haringvliet komt een populatie zeespiering voor, die in de winter en het voorjaar de rivier optrekt om te paaien en daar dan veel voor konsumptie

gevangen wordt (Visserij, jaargang 1969/1970).

In vele wateren van Zuidholland, Noodholland en Friesland (van andere wateren zijn geen gegevens bekend) komt binnenspiering voor, die door Havinga (1928) beschreven werd. In de vroegere Zuiderzee kwam zeespiering voor (Havinga, 1928) welke de IJssel optrok en ook bij o.a. Lemmer het land introk. In het huidige IJsselmeer komt zeer veel spiering voor, waarvan het grootste deel kleiner blijft dan 10 cm. Slechts bij uitzondering komen grotere exemplaren voor.

In de Waddenzee komen zowel zee- als binnenspiering voor. Het is zeer aannemelijk, dat alle binnenspieringen in de Waddenzee uit het IJsselmeer afkomstig zijn, want zoals uit hoofdstuk VI-⁶ zal blijken, zijn binnenspieringen uit beide gebieden voor 98 à 99% besmet met cysten van de parasiet Cotylurus erraticus (Rudolphi, 1809), waarvan de cercariën uit een zoetwaterslak afkomstig zijn. Het bezitten van deze parasiet betekent dus zeer waarschijnlijk dat de vis in zoet water geweest is (cercariën leven i.h.a. zeer kort, zodat het onwaarschijnlijk is dat in de Waddenzee veel besmetting via cercariën optreedt).

d. Diskussie.

1. Als verschil tussen de twee variëteiten wordt in het algemeen alleen de groeisnelheid genoemd, op andere verschillen zijn de variëteiten meestal niet onderzocht.

De zeespieringen zijn door mij in twee groepen verdeeld op grond van het al of niet bezitten van de Cotylurus parasiet. De zeespieringen met parasieten blijven kleiner dan die zonder parasieten, maar worden groter dan de binnenspieringen. Ondanks de geringe lengte is eerstgenoemde groep bij de zeespiering ingedeeld om twee redenen:

- het groeiverloop lijkt veel op dat van zeespiering (zie grafiek 1),
- alle auteurs die binnenspiering onderzochten gaven als maximale lengte hiervoor slechts 10 à 11 cm aan.

Zeespiering zonder parasieten werd door mij alleen bij Texel en op de Texelstroom gevangen, zeespiering met parasieten alleen in de Wierbalg, langs de Afsluitdijk en in de Boontjes, slechts enkele ook in de Texelstroom en in het IJsselmeer.

Uit Tabel 7 (bldz. 44) zijn het aantal per jaar gegroeide millimeters berekend * en uitgezet in grafiek 1. De grafieken 2a en 2b geven de aantallen per jaar gegroeide millimeters van andere spiering populaties, waarvan de gegevens door Belyanina (1969) verzameld zijn. Het blijkt dat de binnenspiering uit het IJsselmeer-Waddenzee gebied wat betreft het groeiverloop zeer goed overeen komt met de zoetwater (binnen-) spiering uit de andere onderzochte meren. Beide groepen zeespiering komen zeer goed overeen met de zee-(migrerende-) spieringen uit andere onderzochte gebieden.

Belyanina noemt als oorzaak van de relatief sterke groei van de zeespieringen in het tweede jaar een verandering van voedselgewoontes (van plankton naar grotere Crustaceae en visjes). Waarom de binnenspiering klein blijft wordt niet verklaard, het aanbod van geschikt voedsel in het tweede jaar (bijvoorbeeld spiering- en andere vislarven) is waarschijnlijk groot genoeg (zie ook punt 5). Ook is niet duidelijk hoe het verschil in groeisnelheid ook kan bestaan in eenzelfde meer, het aanbod van voedsel is dan voor beide variëteiten gelijk. Er is nooit aangetoond dat de verschillende variëteiten verschillende delen van een meer zouden bewonen:

* Voor berekeningswijze zie pag. 42.

er zou dan sprake zijn van allopatrie.

2. Verschillen in paaitijd.

Voor het bestaan van twee variëteiten (of in ieder geval 2 populaties) in het IJsselmeer-Waddenzeegebied zijn nog de volgende argumenten aan te voeren wat betreft paaitijd:

Fuikvisser lang de Afsluitdijk vangen alleen in het winterseizoen en voornamelijk in februari-maart grote (konsumptie-) spiering, die paai-rijp is. In eind maart-begin april (dit jaar later t.g.v. de koude) wordt ei-afzetting waargenomen gecombineerd met vangsten van grote spiering op en in de fuiken in de spuikommen (Waddenzee-kant). Ook aan de IJsselmeerkant van de Afsluitdijk ten oosten van de spuisluizen van Den Oever wordt dan grote spiering gevangen. Het is duidelijk dat de zeespiering in maart-april in ieder geval op deze plaatsen paait, over eventuele andere paaiplaatsen is mij niets bekend. Dezelfde fuikvisser vangen in eind april-mei veel kleine spiering (6-7 cm) die bij hun fuiken aan de Waddenzee-kant van de spuisluizen paait. Hieruit blijkt dat de in de Waddenzee aanwezige binnenspiering later (meestal ongeveer 1 maand) paait dan de zeespiering. (Deze waarnemingen zijn van twee fuikvisser. De juistheid van deze waarnemingen heb ik niet kunnen controleren.)

Uit overzichten van het maandblad "Visserij" blijkt dat in het IJsselmeer alleen in februari-maart konsumptiespiering gevangen wordt (zij het minder dan aan de Waddenzee kant van de Afsluitdijk), o.a. bij Enkhuizerzand. Verder zijn er meldingen van paaiende spiering uit eind maart 1969, waar echter geen grootte bij opgegeven werd.

Sluiswachters aan de Afsluitdijk bij Kornwerderzand deelden mee, dat vaak op enkele dagen in eind maart-begin april zich veel kleine spiering bij en in de schutsluizen verzamelt en kennelijk naar binnen trekt.

Al met al lijkt het mogelijk dat er ook in het IJsselmeer-Waddenzee gebied reproductieve isolatie in tijd tussen binnen- en zeespiering bestaat.

3. Een derde verschil tussen zee- en binnenspiering is het moment waarop de geslachtsrijpheid intreedt.

Alle (van ongeveer 100 exemplaren) in maart gevangen 1 jaar oude binnenspierungen groter dan 6 cm bleken geslachtsrijp te zijn, de exemplaren kleiner dan $5\frac{1}{2}$ cm niet. Alle in dezelfde periode gevangen 1 jaar oude zeespierungen zonder parasieten (ongeveer 15 exemplaren) variërend van 7,5 tot 11,5 cm waren niet geslachtsrijp, de gonaden waren in het geheel niet ontwikkeld. Eén keer is zelfs een 2 jaar oude zeespiering zonder parasieten van 15 cm gevangen die nog niet geslachtsrijp was. Er is dus een duidelijk verschil in de lengte en ook de leeftijd waarop de geslachtsrijpheid intreedt.

4. Een vierde verschil tussen binnen- en zeespiering is de maximale leeftijd die de vissen bereiken. Het overgrote deel van de binnenspiering wordt niet ouder dan 1 jaar. Een zeer klein deel wordt 2 jaar, zeer sporadisch komen 3- of 4-jarige binnenspierungen voor. Van de zeespierungen werden voornamelijk 2-jarige vissen gevangen, het aantal 1-jarige is niet bekend daar deze haast niet als zodanig herkend worden. Van het totaal aantal gevangen zeespierungen was 10 à 20 % 3 jaar oud, slechts enkele vissen waren 4 jaar, één keer werd een 5-jarige gevangen.

5. Uit de berekende groottes (grafiek 1) blijkt dat er na 1 jaar geen verschil bestaat tussen binnenspiering en zeespiering met parasieten.

De zeespierungen worden blijkbaar in hun groei geremd door de parasieten of door het verblijf in het zoete IJsselmeerwater. Dit laatste zou een voedselgebrek kunnen zijn. Binnenspiering uit de Friese meren, die een minder grote dichtheid heeft, wordt in één jaar 8 à 10 cm groot. (Mondelinge mededelingen W. v. Densen, Limnologisch Instituut, Nieuwersluis.) Lillelund (1961) rapporteerde remming van de groei door een grote populatiedichtheid.

In het tweede jaar treedt een duidelijk verschil op in grootte; daar beide variëteiten door elkaar voorkomen kan dit niet veroorzaakt worden door een verschil in voedsel aanbod.

e. Konklusie.

Voot het bestaan van twee variëteiten spiering pleiten de volgende verschillen:

1. een verschil in groeisnelheid, vooral in het tweede jaar,
2. een verschil in het stadium waarin de geslachtsrijpheid wordt bereikt,
3. een verschil in leeftijdsopbouw van de populatie,
4. een mogelijk verschil in paaitijd en gedeeltelijk in paaiplaats.

3. Het systematisch onderzoek.

a. Het aantal wervels.

1. Inleiding.

Het aantal wervels wordt vaak gebruikt om soorten te onderscheiden, daar het aantal wervels binnen een soort tussen bepaalde grenzen konstant is.

Experimentele onderzoeken van Taning (1946, 1950) en gegevens met McKenzie (1964) wijzen uit dat het gemiddeld aantal wervels van een populatie van een soort (in dit geval de forel) mede bepaald wordt door de

temperatuur gedurende bepaalde embryonale ontwikkelingsstadia. Een relatief hoge temperatuur gedurende deze stadia bleek het gemiddeld aantal wervels te verlagen. Tāning toonde hiermee aan dat het subspecifieke onderscheid dat men maakte tussen forelpopulaties van hogere en lagere breedtegraad op grond van het aantal wervels geen genetisch verschil hoeft te zijn, maar een gevolg kan zijn van de op die breedtegraad heersende watertemperaturen tijdens de ei-ontwikkeling.

Op grond van het feit dat duidelijke verschillen in het aantal wervels tussen verschillende populaties of rassen toch soms een aanwijzing kunnen zijn voor mogelijke subspecifieke verschillen enerzijds en anderzijds een verschillende plaats op tijd van ontwikkeling van de eieren van populaties aan kunnen geven, zijn in de eerste maanden van het onderzoek een aantal werveltellingen verricht aan zeespierungen die bij Texel gevangen waren en aan enkele monsters van binnenspierung. Het aantal toen beschikbare zeespierungen was bijzonder klein. Toen er later meer gevangen werden zijn er door tijdgebrek echter geen wervels van geteld.

2. Methode.

Verse kleine kleine spierungen werden gedurende 30 seconden in kokend water gelegd en de wervelkolom vervolgens schoon geschraapt. Bij grote spierungen werd de wervelkolom zonder koken schoon geschraapt. Geteld werd niet de met de schedel vergroeide wervel, maar wel de urostyl.

Bij nauwkeurig onderzoek bleek dat er bij een groot deel van de wervelkolommen meer of minder duidelijke vergroeiingen aanwezig waren, vooral in het staartdeel. Bij het tellen is hier, indien de vergroeiing duidelijk was, rekening mee gehouden.

3. Resultaten.

De resultaten zijn weergegeven in Tabel 1.

Tabel 1.

Plaats	Datum	Leeftijdsgroep	Aantal wervels					Gemidd. aantal wervels	
			56	57	58	59	60		
IJsselmeer, ten Z. van Enkhuizen	17-9-1970	0-groep	5	9	6	4	1	57,48	
idem	idem	I-groep	2	4	4	0	0	57,20	binnen-spiëring
IJsselmeer, bij boei KR 8	18-9-1970	0-groep	3	15	7	2	0	57,30	
idem	idem	I-groep	1	15	7	2	0	57,40	
Texel, 't Horntje	maart 1971	I-II-gr.	1	4	3	1	0	57,44	zeespiëring

Het aantal getelde wervelkolommen is laag doordat er vele tijdens de preparatie braken en daarom niet gebruikt konden worden.

Er blijken geen significante verschillen te zijn tussen de monsters.

4. Diskussie.

Van Vark, een student die in 1960 aan het RIVO te IJmuiden een onderzoek heeft gedaan naar het aantal wervels bij zee- en binnenspiëring uit het IJsselmeer beschouwde zijn gevonden verschil van gemiddeld 0,41 wervel tussen 190 binnenspiëringen en 115 zeespiëringen (aantallen wervels resp. 57,02 en 57,43) als significant. Gezien de uiterst spaarzame gegevens over de herkomst van zijn materiaal, de lengtes, leeftijden en telmethode lijken deze gevonden gemiddelden mij niet zonder meer representatief voor de binnen- en de zeespiëring. Havinga (1928) vond dergelijke verschillen tussen

spieringen uit verschillende delen van het IJsselmeer. De door Van Vark onderzochte binnenspieling is waarschijnlijk van de 0-groep, de zeespieling van de I-groep, zodat verschillende omstandigheden tijdens de ei-ontwikkeling mogelijk zijn geweest, wat het aantal wervels kan doen verschillen (Tåning, 1946, 1950).

b. Het aantal tanden op de voorste kieuwboog.

Jensen (1949) beschreef verschillen tussen spieringpopulaties van de kustgebieden van Denemarken voor wat betreft het aantal wervels en het aantal tanden op de voorste kieuwboog. Het gemiddeld aantal tanden bleek te variëren van 28 tot 37.

Het gemiddeld aantal kieuwboogtanden van 15 IJsselmeerspieringen was 28,7 (variërend van 28 tot 29), van 10 bij Texel gevangen zeespierungen 28,3 (variërend van 28 tot 29). De aantallen onderzochte vissen zijn te klein om hier konklusies uit te trekken.

c. Konklusie.

Er zijn geen betrouwbare verschillen in het aantal wervels en kieuwboogtanden tussen zee- en binnenspieling in N.W. Nederland gevonden. Op grond van deze gegevens kan dus geen onderscheid gemaakt worden tussen de hier voorkomende zee- en binnenspieling, zoals Van Vark (1960) wel doet.

Onderscheid tussen beide variaties/populaties kan wel gemaakt worden op grond van de beschreven verschillen in groeisnelheid, maximale lengte, rijpheidsstadium en paaitijden en -plaatsen.

III. Materiaal en Methodes (algemeen).

1. De vismethode.

Er werden voor het doen van waarnemingen en het vangen van spiering 16 één- en tweedaagse vaartochten gemaakt. Vooral in november, december en januari zijn door het slechte weer wat tochten uitgevallen.

Er werd meestal gevaren met het m.s. Eider, dat een geringe diepgang heeft en waarmee met een eenvoudig raamnet gevist werd (Fig. 1).

Een enkele keer werd met het m.s. Ephyra gevaren, waarmee ook met een bodemkor op grotere diepte dan met het raamnet gevist kon worden. Het raamnet had als voordeel dat het gemakkelijk op een gewenste diepte af te stellen was, maar als nadeel dat het ongeschikt was om over de bodem te vissen, daar de stalen onderrand dan grond en mossels e.d. opschepte. Bovendien kon niet dieper dan 7 meter gevist worden.

Met het raamnet werd meestal gedurende 5 minuten met een bepaald aantal toeren van de motoren gevist, wat een standaardtrek (afgekort als "trek") genoemd werd. Daar de breedte van het raam 3 meter en de hoogte 1 meter was (hoogte en breedte van het net 0,85 resp. 2,80 meter) en de afgelegde afstand t.o.v. het water ongeveer 350 meter per trek bedroeg, werd er per trek ongeveer 1000 m^3 water bevist.

Het m.s. Eider was uitgerust met schrijvend echolood (S.E.L.), waarmee de zich onder de boot bevindende vis waargenomen kon worden.

2. De verwerking van de vangsten.

De gevangen vis werd gesorteerd en de hoeveelheid kleine spiering gemeten met een maatcilinder van 1 liter. Grote spieringen werden apart geteld. Een monster van een $\frac{1}{2}$ liter kleine spiering en de grote spieringen werden direkt ingevroren. Op het laboratorium werden de totaallengtes gemeten en het aantal gevangen spieringen bepaald door omrekening van het aantal vissen per $\frac{1}{2}$ liter naar het volume gevangen spiering.

Door het diepvriezen trad een geringe krimp van de vissen op (2-5%); alle opgegeven lengtes zijn lengtes na het diepvriezen.

IV. Het verschijnsel vissende meeuwen.

1. Inleiding.

Definitie: vissende meeuwen zijn kokmeeuwen (Larus ridibundus), welke groepsgewijs over een meer of minder scherp begrensde gebied op geringe hoogte boven het water rondvliegen, met de bedoeling vis uit de bovenste waterlaag op te pikken (zie foto 1).

De grootte van de groep kan variëren van 50 tot enkele duizenden, de hoogte boven het water van 0,5 tot 3 meter.

Als er wind is staan de meeuwen ongeveer stil t.o.v. het water, is er geen of weinig wind dan vliegen ze vaak in cirkels.

Het gebied waarboven de groep meeuwen vist is vaak door scherpe grenzen omlijnd.

Het is altijd een duidelijke concentratie van zeer "serieus" in het water zoekende meeuwen, wat gemakkelijk te onderscheiden is van diffuus boven het water rondvliegende en voedsel zoekende meeuwen. Meestal duiken uit de groep regelmatig één of meer meeuwen in het water, waarna soms het inslikken van een visje (meestal spiering) waargenomen kan worden.

De formatie van een groep begint in het algemeen doordat een rondvliegende, zoekende meeuw plotseling een prooi in het water waarneemt (wat uit het gedrag valt op te maken) en soms ook oppikt. De meeuw blijft dan op die plaats vissen, wat tezamen met het eerder genoemde gedrag, aanleiding vormt voor andere meeuwen om ook op die plaats te komen vissen. De groep breidt zich vervolgens bijzonder snel uit. Blijkt na enkele minuten dat verder geen van de meeuwen iets of nauwelijks iets vangt,

dan verspreidt de groep zich weer snel of gaat een deel of gaan alle meeuwen op het water zitten.

Omdat meeuwen niet dieper dan enkele decimeters in het water kunnen duiken, moeten er op plaatsen waar meeuwen vissen spieringen aan de oppervlakte zijn of komen. Om achter de oorzaak te komen waardoor de spieringen omhoog komen of aan de oppervlakte verblijven (wat ongunstig voor ze is vanwege de predatie) zijn in het onderzoek de volgende mogelijke oorzaken onderzocht:

1. verschillen in zoutgehalte tussen oppervlakte en bodemwater (IV-5),
2. verschillen in temperatuur tussen oppervlakte en bodemwater (IV-5),
3. verschillen in grootte tussen oppervlakte en bodemvissen (IV-7),
4. verschillen in het aantal Cotylurus-parasieten tussen oppervlakte en bodemvissen (IV-8).

2. Werkmethode bij vissende meeuwen.

Indien een groep vissende meeuwen werd waargenomen, werd er meestal een oppervlakte-trek op die plaats gedaan en ter vergelijking een oppervlakte trek op een nabij gelegen vergelijkbare plaats waar geen meeuwen visten. Soms werd er ook een bodemtrek op de plaats waar de meeuwen visten gedaan. Vervolgens werden er op de beviste plaatsen met een Postma-waterschepper watermonsters van oppervlakte en bodem genomen, waarvan de temperatuur gemeten en het zoutgehalte achteraf op het laboratorium gemeten werd (door titratie).

In januari, februari en maart zijn er ook "echogrammen" d.w.z. de grafische weergave van het S.E.L.) van plaatsen met en zonder vissende meeuwen gemaakt.

3. Plaatsen waar vissende meeuwen werden waargenomen.

Plaat I geeft deze plaatsen aan en tevens of dit met opkomend of met afgaand water was.

Voor het onderzoek werd meestal de volgende route gevaren: Marsdiep-Malzwijn-Wierbalg-Den Oever-Afsluitdijk (Waddenzeekant)-Kornwerderzand-Boontjes-Harlingen.

Op de tochten in november t/m maart werden bijna altijd vissende meeuwen waargenomen bij:

- Den Oever in en bij de Spuikom,
- Kornwerderzand in en bij de spuikom,
- de Afsluitdijk ter hoogte van de boeien Z9-Z12,
- de Boontjes tussen de boeien B09 en B017.

Minder regelmatig werden vissende meeuwen waargenomen bij:

- Den Oever tussen de haven en boei W17,
- Kornwerderzand tussen de boeien ADBO en AD13,
- de Boontjes ten westen van de boeien B021 en B023 boven een geultje.

Slechts één of enkele keren werden vissende meeuwen waargenomen bij:

- Den Oever boven het Zwin en tussen de brug en de sluis,
- de Afsluitdijk ter hoogte van Breezanddijk,
- de Afsluitdijk halverwege Breezanddijk en het Monument,
- Kornwerderzand tussen de haven en boei B07,
- Kornwerderzand boven het Verversgat,
- Kornwerderzand langs de Afsluitdijk ten zuiden van boei B011.

Swennen (NIOZ persoonl. meded.) nam vissende meeuwen waar op het IJsselmeer, vaak langs afsmeltende ijsranden.

Uit Plaat I blijkt geen verschil in visplaatsen bij opkomend of afgaand water. Wel blijken de vissende meeuwen voornamelijk boven de geulen op te treden.

4. Tijden waarop vissende meeuwen werden waargenomen.

Er werden alleen groepen vissende meeuwen waargenomen in de maanden november t/m maart. Ook volgens vroegere waarnemingen van Swennen komt het verschijnsel alleen in de wintermaanden voor.

Het bleek dat vissende meeuwen het meest voorkomen van ongeveer 3 uur vóór laag water tot ongeveer 3 uur erna, en er dus een nauwe samenhang bestaat met de perioden dat er gespuid wordt (van ongeveer $2\frac{1}{2}$ uur voor tot ongeveer $1\frac{1}{2}$ uur na laag water) (zie Tabel 2). Vooral in de maanden februari en maart zijn ook nog al eens vissende meeuwen tussen deze periodes in waargenomen.

Het "enthousiasme" waarmee de meeuwen visten (wat te zien was aan de duikfrequentie en bleek uit het gedrag als er een boot naderde) was tijdens de spuiperioden vaak groter dan dat van tijdens hoogwater vissende meeuwen. Hoe vaker er spiering opgepikt werd, hoe moeilijker de meeuwen van hun visplaats weg te jagen waren.

Op ieder willekeurig moment van 2 uur vóór tot $2\frac{1}{2}$ uur na laag water werden haast altijd wel vissende meeuwen waargenomen in of in de buurt van de spuikommen, zodat ook bij op zichzelf staande moment-waarnemingen aangenomen kan worden dat deze voor een langere tijd gelden.

5. Zoutgehaltes en temperaturen van het water bij vissende meeuwen.

Tabel 2 geeft gemeten zoutgehaltes en temperaturen aan op een aantal plaatsen in de Waddenzee waar wel en waar niet door meeuwen gevist werd (resp. + of - in kolom vissende meeuwen).

In de gebieden waar vissende meeuwen voorkomen blijken ook sterke wisselingen van het zoutgehalte op te treden ten gevolge van het spuien van zoet IJsselmeer water. Het bodemwater is meestal zouter dan het oppervlakte water.

Tabel 2.

Datum	Plaats	Diepte in meters	Vis- sende meeuw	Tijd t.o.v. L.W.	Salini- teit opp.vl. in %	Salini- teit bodem	Temp. opp.	Temp. bodem	Spieringvangst vis- aantal diepte vissen in m.
24-11	Monument-WZ	2,4	-	0	26,5	26,4	7,8	8,0	1½-2½ 750
24-11	boei AD2	4,0	-	0	23,8	23,8	7,6	7,6	3 -4 730
24-11	Breezanddijk	5,5	-	+0.30	23,7	23,9	7,4	7,5	4½-5½ 100
24-11	boei AD8	7,0	-	+1.30	20,5	23,8	7,2	7,4	6 -7 200
24-11	tussen ADBP-B08	3,5	+↑	+2.20	5,2	13,5	6,7	7,0	½-1½ 18
24-11	tussen ADBO-AD20	3,5	-↓	+2.35	5,7	19,2	6,7	7,1	½-1½ 182
24-11	boei B013	4,0	+↑	+3.05	5,1	10,7	6,6	6,8	- -
24-11	boei B013	4,0	-↓	+3.10	6,6	7,0	6,7	6,7	½-½ 238
25-11	bij Harlingen	3-5	-	-5.10	12,6	17,6	6,0	6,2	3 -4 1000
25-11	boei B08-B0KZ	6,0	-	-4.00	20,2	23,0	6,9	7,1	½-1½ 96
25-11	bij boei O2	4,2	+↑	-0.30	7,1	20,6	6,5	6,3	½-1½ 550
25-11	bij boei W17	3-4	-↓	-0.20	10,0	20,6	6,7	7,0	½-1½ 458
8-12	boei B010	8-9	-	+2.00	0,7	-	-	-	½-1½ 37
9-12	west van B018	5,0	-	-3.25	7,7	13,7	6,4	6,6	5-6 1180
9-12	west vab KZ2	4,0	+	-2.50	9,6	12,7	6,4	7,2	½-1½ 431
9-12	west van KZ2	4,0	+	-2.40	9,6	12,7	6,4	7,2	3 -4 58
9-12	Breezanddijk	6,0	-	-1.20	17,5	17,7	6,6	6,9	5 -6 313
9-12	boei Z9-Z12	3,0	+↑	+1.20	3,7	20,7	6,6	7,1	½-1½ 138
9-12	noord van Z9	1,8	-↓	+1.30	1,9	20,6	6,6	7,1	½-1½ 178

Tabel 2 (vervolg)

Datum	Plaats	Diepte in meters	Vis-sende meeuw	Tijd t.o.v. L.W.	Salini-teit opp.vl. in %	Salini-teit bodem	Temp. opp.	Temp. bodem	Spieringvangst vis- diepte in m.
9-12	IJsselmeer Den Oever	2-3	-	-	0,5	0,5	6,4	-	2-3 0
28-1	spuisluis Den Oever	25	-	-5.25	9,0	24,0	4,3	4,4	0-1 0
28-1	spuisluis Den Oever	25	+	-1.44	4,1	25,8	4,0	5,0	0-1 5
2-2	spuisluis Den Oever	6-25	+	+1.30	0,5	-	2,5	-	2-3 220
2-2	spuigat Den Oever	25	+	+1.40	0,6	-	2,6	-	5-6 3400
2-2	spuigat Den Oever	25	+	+1.50	0,6	-	2,6	-	0-1 77
2-2	boei Z9-Z12	3-4	+	+2.17	0,6	15,9	2,6	3,3	0-1 4
2-2	NO van Z12	4,0	+	+2.32	0,9	8,6	2,6	2,9	0-1 1
2-2	NO van Z12	4,0	+	+2.52	0,9	8,6	2,6	2,9	3-4 570
2-2	oord van Z12	3,0	-	+3.06	-	-	-	-	2-3 91
2-2	NO van Z12	4,0	+	+3.21	-	-	-	-	$\frac{1}{2}$ - $1\frac{1}{2}$ 0
4-2	boei Z9-Z12	2,5	+	+0.30	6,7	16,8	3,5	3,9	0-1 1
4-2	Z9-Zwin	3,0	+	+0.48	7,9	10,8	3,6	3,8	$\frac{1}{2}$ - $1\frac{1}{2}$ 91
4-2	Z9-Zwin	3,0	+	+0.58	-	-	-	-	$1\frac{1}{2}$ - $2\frac{1}{2}$ 1970
4-2	spuigat Den Oever	25	+	+1.23	0,5	-	3,3	-	$\frac{1}{2}$ - $1\frac{1}{2}$ 86
4-2	N-ingang spuik.	3-6	+	+3.23	1,3	-	-	-	$1\frac{1}{2}$ - $2\frac{1}{2}$ 1000
17-2	oost van B021	6-7	+	-5.30	10,4	13,3	4,5	-	$\frac{1}{2}$ - $1\frac{1}{2}$ 1

Tabel 2 (vervolg).

Datum	Plaats	Diepte in meters	Vis- sende meeuw	Tijd t.o.v. L.V.	Salini- teit opp.vl. in %	Salini- teit bodem	Temp. opp.	Temp. bodem	Spieringvangst vis- diepte in m.	aantal vissen
17-2	oost van B021	6-7	+	-5.20			-	-	5 -6	260
17-2	boei B015	8,0	+	-5.00	11,1	18,7	4,5	4,6	-	-
17-2	boei B011	9,5	+	-4.00	10,6	14,2	-	-	0 -1	2
9-3	spuigat Den Oever	28	-	-3.15	16,4	19,5	1,7	1,5	2 $\frac{1}{2}$ -3 $\frac{1}{2}$	1856
									-	-

Er blijkt ook dat het zoutere water iets warmer is dan het zoete water, zodat de temperatuur langs de bodem altijd iets hoger is.

In de spuikommen en hun direkte uitstroomgebieden is het oppervlakte water vlak na laag water vrijwel zoet (indien er althans altijd gespuid werd, wat in de winter bijna altijd gebeurt, zodat omstreeks deze tijd de grootste verschillen in zoutgehaltes optreden. Uit tabel 2 blijkt dat als er meeuwen vissen er meestal een behoorlijk verschil is tussen het zoutgehalte van oppervlakte- en dat van bodemwater. Deze verschillen treden ook vaak op op nabij gelegen plaatsen waar géén meeuwen vissen (zie tabel 2, ↑ = vergelijkbare waarnemingen).

6. Het voorkomen van spiering bij vissende meeuwen.

In tabel 2 zijn vangstcijfers van spiering vermeld. Van 0 tot 1 meter diep kwam erg weinig spiering voor. Als er van $\frac{1}{2}$ tot $1\frac{1}{2}$ meter diep gevist werd werd er soms meer gevangen, vooral in november en december. In die maanden werd er ook op plaatsen waar geen meeuwen visten veel spiering in de waterlaag van $\frac{1}{2}$ tot $1\frac{1}{2}$ meter diep gevangen. Op de bodem was dan vaak nog een veel grotere hoeveelheid spiering aanwezig. In februari kwam bij vissende meeuwen in de bovenste $1\frac{1}{2}$ meter water haast altijd weinig spiering voor.

In januari, februari en maart is voor het verzamelen van gegevens over het voorkomen van spiering van de schrijvend-echolood apparatuur (S.E.L.) gebruik gemaakt. Vis is goed zichtbaar op het "echogram" en uit proef-trekken bleek dat de vlekken op het echogram meestal spiering voorstelde, daar er geen of nauwelijks andere vissoorten aanwezig waren. Een nadeel van de apparatuur is dat de bovenste 2 meter van het water niet zichtbaar zijn vanwege de diepgang van de boot.

Tabel 3a.

Hoogteverdeling van spiering met en zonder vissende meeuwen.

S.E.L.-gegevens uit de kuilen van de spuikommen (Den Oever, Kornwerd).

Vissende meeuwen	dieptes in meters									
	0-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-meer
-	1	10	10	1500	1500	1500	1500	1500	750	750
-	•	10	50	50	175	1500	1500	1500	750	500
-	•	50	500	1500	1500	1500	1500	400	400	400
-	0	50	50	50	50	50	50	50	400	400
-	•	50	1000	1500	750	750	750	300	50	30
-	•	50	50	50	50	50	50	50	50	30
-	•	30	1500	1500	1500	1500	750	750	500	175
-	•	30	30	750	750	750	500	300	50	30
-	0	30	30	30	30	150	1500	1500	1500	900
-	0	10	10	10	10	10	10	10	300	400
gemiddeld:	0,25	32	323	694	631	776	811	636	475	361
+	0	10	50	300	1500	1500	1500	750	750	400
+	5	220	750	750	1500	1500	1500	1500	500	400
+	0	50	750	750	750	400	175	50	50	10
+	0	175	1500	1500	1500	1500	1500	1000	1000	1000
gemiddeld:	$1\frac{1}{4}$	114	762	825	1312	1225	1169	825	575	452

Tabel 3b.

S.E.L.-gegevens uit de spuikommen zonder kuilen.

Vissende meeuwen	dieptes in meters									
	0-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-meer
-	o	300	300	300	x	x	x	x	x	x
-	o	300	300	300	x	x	x	x	x	x
-	o	750	300	x	x	x	x	x	x	x
-	o	50	1500	1500	1500	x	x	x	x	x
-	0	10	10	10	50	x	x	x	x	x
gemiddeld:	0	282	482	523	775	x.	x	x	x	x
+	0	100	1500	1500	x	x	x	x	x	x
+	o	1100	1100	750	750	750	750	x	x	x
+	o	1000	1100	1500	1500	1500	1500	1500	x	x
+	0	30	1500	1500	1500	1500	1500	1500	750	300
+	o	500	750	750	750	x	x	x	x	x
+	0	500	1500	1500	1500	x	x	x	x	x
gemiddeld:	0	538	1242	1250	1200	1250	1250	1500	750	750

Tabel 3c.

S.E.L.-gegevens uit de Boontjes van B011 tot B017.

Vissende meeuwen	dieptes in meters								
	0-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10
-	•	10	10	10	10	50	80	x	x
-	•	500	500	750	x	x	x	x	x
-	•	50	300	500	500	500	500	500	500
gemiddeld:	•	186	270	420	255	275	290	500	500
+	2	750	1500	1500	750	750	750	750	1500
+	2	1000	1500	1500	750	750	1500	1500	1500
+	•	30	30	10	10	10	10	10	x
+	$\frac{1}{2}$	50	50	50	50	400	1000	1000	x
+	•	300	1500	1500	1500	1500	750	750	750
+	5	175	50	175	750	x	x	x	x
+	1	750	500	750	750	x	x	x	x
gemiddeld:	2	436	733	784	651	682	802	802	1250

Tabel 3d.

S.E.L.-gegevens, Den Oever ten noorden en zuiden van de brug.

Vissende meeuwen	<u>dieptes in meters</u>			
	0-2	2-3	3-4	4-5
-	o	750	1500	x
-	o	175	900	x
-	0	30	150	x
-	o	30	380	380
gemiddeld:	0	246	755	380
+	o	400	1500	1500
+	o	1500	1500	1500
+	o	900	1500	1500
+	o	175	750	x
+	0	175	750	x
+	o	750	750	x
gemiddeld:	0	650	1125	1500

Tabel 3d.

S.E.L.-gegevens bij boei Z9-Z12 (Afsluitdijk).

Vissende meeuwen	<u>dieptes in meters</u>			
	0-2	2-3	2-3	4-5
-	o	10	50	x
-	o	10	500	250
-	0	10	10	30
gemiddeld:	0	10	187	140
+	46	1500	x	x

o = niet bekend, 0 = geen spiering gevangen, - = geen vissende meeuwen,
+ = wel vissende meeuwen, x = niet van toepassing.

In de tabellen 3a t/m e zijn voor een vijftal punten de echogrammen met en zonder vissende meeuwen uitgewerkt. De hoeveelheden spiering zijn uitgedrukt in benaderingsgetallen op grond van proefvangsten. Als maximale hoeveelheid spiering is hier 1500 (per standaardtrek) aangehouden, hoewel deze soms veel hoger ligt (tot 7000 à 9000). Per tabel zijn de gemiddelde aantallen spiering in grafiek 3 uitgezet. Het blijkt dat de hoeveelheid spiering van 2 tot 5 meter en dieper als er vissende meeuwen zijn 2 tot 3 maal zo groot is als wanneer er geen vissende meeuwen zijn.

Eén keer is er bij de boeien Z9 en Z12 op verschillende dieptes gevist en wel van 0-1, $\frac{1}{2}$ -1 $\frac{1}{2}$ en 1 $\frac{1}{2}$ -2 $\frac{1}{2}$ meter diep. De gevangen hoeveelheden spiering bedroegen respectievelijk 1,91 en 1970 stuks (het water was er 3 meter diep).

De konklusies die uit de S.E.L. gegevens getrokken kunnen worden zijn:

1. als er op een bepaalde plaats vissende meeuwen aanwezig zijn, bevinden er zich in het algemeen veel meer spieringen op 2 tot meer meters diepte, dan wanneer er op die plaats geen vissende meeuwen aanwezig zijn. In het oppervlaktewater bevond zich in januari, februari en maart haast geen spiering, 2. de spiering komt altijd grotendeels dieper dan 2 à 3 meter voor, d.w.z. in het relatief zoute water.

7. De grootte van de bij vissende meeuwen in de oppervlakte voorkomende spiering.

Alleen in november zijn voldoende spieringen in het oppervlaktewater gevangen om een vergelijking met bodemspiering zinvol te maken. De gemiddelde groottes staan in tabel 4.

Tabel 4.

Plaats	Oppervlakte	Bodem
Boontjes, B017	6,76 (238)	6,52 (129)
Wierbalg, W17	6,29 (234)	6,16 (188)

Tussen haakjes de aantallen vissen.

Alle monsters zijn van 24-11-1970.

Er blijken geen aanwijzingen te zijn voor de veronderstelling dat de in de oppervlakte voorkomende vissen groter of kleiner zouden zijn dan de langs de bodem voorkomende.

8. De aantallen Cotylurus-parasieten van bodem- en oppervlakte spiering. Van een aantal op verschillende plaatsen bij vissende meeuwen in het oppervlakte water gevangen spieringen en een vergelijkbare groep langs de bodem gevangen spieringen zijn de aantallen metacercariën van Cotylurus in het hartzakje geteld. Het gemiddeld aantal parasieten bedroeg van oppervlakte vissen 13,5 (19 vissen) variërend van 2 tot 18 met één 2-jarige vis met 63 cysten. Van bodemvissen bedroeg het aantal gemiddeld 12,8 (25 vissen) variërend van 2 tot 30 met één 1-jarige vis met 53 cysten. Zonder deextreem hoge aantallen zijn de gemiddelden 10,8 voor oppervlakte vissen en 11,2 voor bodem vissen. Er zijn dus geen aanwijzingen voor de veronderstelling dat oppervlakte vissen meer of minder parasieten zouden hebben dan bodem vissen.

9. Diskussie.

a. De verschillen in zoutgehalte en in de hoeveelheden spiering.

Daar er in het gebied waar vissende meeuwen voorkomen door het spuien van zoet IJsselmeerwater grote verschillen in het zoutgehalte voorkomen en

gedurende de uren dat deze het grootst zijn ook de vissende meeuwen het meest voorkomen, lag het voor de hand de oorzaak te zoeken in deze saliniteits-verschillen. Om de invloed van deze verschillen en veranderingen op de spiering te onderzoeken zijn een aantal laboratoriumproeven uitgevoerd (zie hoofdstuk V), waarbij het zoutgehalte snel en sterk veranderd werd. Het bleek dat de spieringen in het algemeen iedere verandering van zoutgehalte mijden, ténzij tevens de temperatuur verlaagd werd (de proeven werden soms bij de relatief hoge temperatuur van 18° C gedaan). De vissen werden bij veranderingen in het zoutgehalte ook onrustig, waarbij af en toe een vis "hoestend" en schokkend door het water naar de oppervlakte schoot. De proeven gaven de aanwijzing dat er een voorkeur is voor zoet water indien ze aan zoet water gewend waren. De met het zoete IJsselmeerwater gespuide spiering is aan zoet water gewend en zal dus, indien de proeven representatief zijn voor de werkelijke situatie, het zoete oppervlakte water verkiezen als ze in de Waddenzee terecht komt. Dit kan dus een oorzaak zijn voor de vissende meeuwen (de zoete laag oppervlaktewater is meestal dun), maar vooral in februari/maart werd er weinig spiering gespuid, de hoeveelheden in de oppervlakte van het water gevangen spiering waren klein. De hoeveelheid gespuide spiering lijkt mij te klein om voldoende te zijn als voedsel voor de duizenden meeuwen langs de Afsluitdijk. De spieringconcentratie in het IJsselmeer in de omgeving van de spuisluisen is klein (vangsten variëerden van 0 tot 110 spieringen per trek). Eén kokmeeuw eet 120 tot 150 gram spiering per dag (voedselproeven Swennen, NIOZ), d.w.z. minstens 50 à 60 spieringen. In totaal zullen er dus minstens ongeveer 100.000 spieringen per dag gegeten worden. Wel is het zeker dat de vlak voor de spuigaten in de wilde stroming vissende meeuwen IJsselmeerspiering (en ook veel pos) oppikken.

Hier wordt het verschijnsel van vissende meeuwen dus in ieder geval veroorzaakt door IJsselmeerspiering (en pos). Boven de geulen in de Waddenzee is dit niet waarschijnlijk, want waarom zijn er dan alleen vissende meeuwen boven de geulen en niet er naast, waar ook zoet IJsselmeerwater aan de oppervlakte uitstroomt. Het juist vissen boven de geulen lijkt veroorzaakt te worden doordat daar grote concentraties spiering voorkomen. Indien er geen grote spieringconcentraties voorkwamen, visten de meeuwen er niet of werd er, als ze toch visten, weinig spiering opgepikt. Door de verandering van het zoutgehalte worden de spieringen onrustig (laboratorium experimenten) en zullen er af en toe enkele omhoog schieten, des te vaker naarmate er meer spieringen aanwezig zijn. Fig. 2 toont achtereenvolgens de noordingang van de spuikom (Den Oever), de spuikom zelf en weer de noordingang. In de noordingang visten veel meeuwen toen de boot er door voer, gingen ze vlak naast de boot door met vissen. In de spuikom visten ook wat meeuwen, maar er zaten er ook veel op het water; toen de boot daar door voer, gingen ze al voordat de boot er was alle op het water zitten en vlogen even later weg. De meeuwen die in de noordingang van de spuikom visten pikten vaak spiering op, die boven de spuikom haast niets. Het gedrag van de meeuwen komt goed overeen met de waargenomen hoeveelheden spiering op het echogram (een trek in de noordingang van 2-3 meter diep leverde ongeveer 1000 spieringen op).

b. De verschillen in temperatuur.

Daar het zoutere water altijd een iets hogere temperatuur had en de spiering meestal voornamelijk in dit zoutere water voorkwam, is er ook een verband tussen het voorkomen van de spiering met de relatief hogere temperatuur. Of de lagere temperatuur van het oppervlaktewater de oorzaak

is van het omhoog komen van spiering lijkt twijfelachtig. Bij de laboratoriumproeven is niet gebleken dat de vissen op enkele tienden van een graad reageren.

c. De verschillen in grootte.

Bij het vissen kreeg men soms de indruk, dat de aan de oppervlakte voorkomende vissen kleiner zijn dan de dieper voorkomende vissen. De weinige beschikbare cijfers (Tabel 4) bevestigen dit niet. (p. 30)

d. Verschillen in het aantal metacercarien van *Cotylurus*.

Er bijken (p. 30) geen belangrijke verschillen te zijn in het aantal cysten van *Cotylurus* in het hartzakje tussen aan de oppervlakte voorkomende en langs de bodem voorkomende spieringen. Het is dus niet aannemelijk, dat een groot aantal parasieten in het hartzakje zodanig storend werkt dat de vis naar de oppervlakte gaat.

e. Andere verschillen.

Andere mogelijke oorzaken voor het omhoog komen c.q. in de oppervlakte aanwezig zijn van spiering, die wel eens gesuggereerd zijn (en voor sommige vissoorten zeker gelden), zijn de aanwezigheid van roofvissen en de aanwezigheid van voedsel.

Roofvissen werden, behalve in de zomer, weinig gevangen behalve af en toe een enkele bot. Deze waren meestal goed doorvoed met spiering. Het aantal was echter klein en het was niet zo, dat als er ergens meeuwen visten er op de bodem altijd bot werd gevangen.

Over de hoeveelheid beschikbaar voedsel voor spiering is mij niet veel bekend. Volgens Kühl, (1970) bestaat dit uit Amphipoden, Copepoden en Mysidae. Een enkele keer werden ook wat Mysidae bij de spiering gevangen.

Gezien de lage temperatuur van het water in de wintermaanden lijkt de hoeveelheid zoöplankton mij klein in zowel het zoete als in het zoute water. Swennen vond bij vroegere steekproeven geen voedsel in de maag van kleine spieringen in de winter. Bij enkele door mij in november onderzochte monsters binnenspiëring werden ook geen voedselresten gevonden. Er treedt ook geen groei op in deze periode (zie hoofdstuk VI-2). De magen van zeespiëringen bevatten in de gehele winter vaak wel voedsel, maar deze spieringen spelen bij het verschijnsel vissende meeuwen geen rol door hun kleine dichtheid.

10 Konklusie.

Het verschijnsel vissende meeuwen moet toegeschreven worden aan spiering, die in relatief kleine tot zeer kleine hoeveelheden in het oppervlaktewater voorkomt. Het in de oppervlakte voorkomen van spiering kan veroorzaakt worden door:

1. sterke turbulentie in het zoete IJsselmeerwater dat bij laag water gespuid wordt: alleen dicht bij de spuisluisen in de spuikommen,
2. de uit het IJsselmeer gespuide spiering die het zoetere oppervlaktewater prefereert,
3. "schrik"reacties van spieringen, waardoor ze omhoog gaan, veroorzaakt door sterke veranderingen van het zoutgehalte van het water. Door de grote concentratie spiering in het bodemwater van de geulen en van de spuikommen treedt dit daar vaak genoeg op om groepen vissende meeuwen te voeden.

De laatst genoemde oorzaak lijkt mij, behalve de sterke spuistromen in de spuikommen, de waarschijnlijkste.

V. Experimenteel onderzoek naar de voorkeur van binnenspiering uit de Waddenzee voor zoet of zout water.

1. Inleiding.

In verband met de sterk wisselende zoutgehaltes in de Waddenzee langs de Afsluitdijk ten gevolge van het spuien van zoet IJsselmeerwater, zijn er in december voorkeursproeven wat betreft het zoutgehalte gedaan met bij Den Oever gevangen spieringen.

2. Methode.

Er zijn twee methodes gebruikt:

a. in een rond aquarium of in een carroussel (Fig. 3) werden een aantal vissen gewend aan zoet water. Nadat na enkele dagen de minder gezonde vissen verwijderd waren, werd langs de bodem zout water van dezelfde temperatuur en ongeveer hetzelfde zuurstofgehalte (verzadigd) toegevoegd tot een hoogte van ongeveer 9 cm. Gedurende 10 minuten werd iedere halve minuut genoteerd hoe de hoogteverdeling van de vissen was en dit voor en na het toevoegen van het zoute water enige keren herhaald.

Voor en na de waarnemingen met een zoutgradiënt werden op verschillende hoogtes watermonsters genomen, waarvan het zoutgehalte werd bepaald met titratie. De resultaten werden met de 2 x 2 tabel van Fisher (de Jonge, 1963) getoetst met als nul-hypothese dat de verticale verdeling van de spiering bij een aanwezige zoutgradiënt hetzelfde zou zijn als bij geen zoutgradiënt.

b. Bij de tweede methode werd eenzelfde carroussel gebruikt, maar nu met schoepen in de binnenmantel, die door een regelbare motor aangedreven werden. Hierdoor ontstond een stroming van het water in de binnenmantel. Door gleuven in de binnenmantel werd deze stroming overgenomen door het

water tussen binnen- en buitenmantel, zodat daar een regelmatige stroming verkregen werd. De vissen bevonden zich in het water tussen de binnen- en buitenmantel en werden aan de gewenste watersoort en stroomsterkte gewend. Het principe berust op de gedachte (Creutzberg, NIOZ, persoonl. meded.), dat als watersamenstelling geleidelijk veranderd wordt, de vissen "trek" zullen gaan vertonen, d.w.z. tegen de stroom ingaan als ze het nieuw toegevoegde water prefereren en met de stroom meegaan als ze het water waar ze aan gewend waren prefereren. Dit principe bleek goed te werken voor o.a. de zwemkrab en de glasaal.

Met de spieringen zijn een aantal proeven gedaan waarbij het zoutgehalte veranderd werd. Een storende faktor was de temperatuur, die niet konstant gehouden kon worden.

Een voordeel van deze methode was dat de reactie van veel vissen tegelijk geregistreerd kon worden, daar alleen maar op een vast punt geteld hoefde te worden hoeveel vissen er met de stroom mee of er tegen in gingen.

Extra voorzorgsmaatregelen wat betreft een gelijke lichtverdeling werden genomen. Storing van de vissen werd zoveel mogelijk vermeden. Alleen de carroussel werd verlicht terwijl de omgeving verduisterd werd.

Tijdens een proef, die meestal ongeveer twee uur duurde, werd iedere 10 à 15 minuten gedurende 5 minuten het aantal tegen de stroom in en met de stroom mee passerende vissen geteld en het zoutgehalte en de temperatuur gemeten. De vissen waren in iedere proef grotendeels dezelfde. De stroomsnelheid van het water werd laag gehouden (ongeveer 5 cm per seconde).

3. Resultaten.

a. Resultaten methode a.

1. Proeven met een rond aquarium, diameter 30 cm, waterhoogte 50 cm, 5 vissen. De proeven werden op eenzelfde dag genomen.

In tabel 5 is de hoogte-verdeling van de vissen gedurende een 10 minuten durende waarneming in procenten weergegeven en zijn eveneens de zoutgehalten op verschillende hoogtes boven de bodem vermeld.

Tabel 5.

Water	Tijd	Hoogte in cm's boven de bodem					Saliniteit op				
		0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	5	15	25	35	45 cm
zoet	09.00	75	22	3	0	0	-	-	-	-	-
zoet	10.15	60	36	4	0	0	-	-	-	-	-
zoet	13.15	79	21	0	0	0	-	-	-	-	-
zoet + zout	13.50	48	40	10	2	0	10	6	3	3	3
zoet + zout	15.00	38	18	32	12	0	8	6	4	3	3
zoet + zout	15.30	14	29	44	10	3	22	11	5	4	3

Voor toepassing van de 2 x 2 tabel van Fischer (de Jong, 1963) werd de verdeling per proef omgerekend in absolute aantallen vissen (daar slechts de reactie van 5 vissen per proef werd waargenomen) en alleen onderscheid gemaakt tussen hoogtes van 0 tot 10 cm en 10 tot 50 cm, daar de zoutgrens op ongeveer 10 cm lag). De drie proeven met zoet water werden bij elkaar geteld, evenals de drie proeven met een zoutgradiënt. Dit geeft de volgende verdeling in absolute aantallen vissen:

zoet water	zoet + zout water	water-hoogte
10,8	5,0	0-10 cm
4,2	10,0	10-50 cm

2 x 2 tabel : $T_0 = 1,75 \rightarrow P_r = 0,04$, d.w.z. de kans dat het verschil in hoogteverdeling aan toeval toe te schrijven is is kleiner dan 0,05, zodat de nul-hypothese verworpen wordt.

2. Proeven met een carroussel, diameter 90 cm, diameter binnenmantel 60 cm, waterhoogte 35 cm, 6 vissen. Er werd dezelfde procedure als bij de proeven met het aquarium toegepast, de resultaten zijn in tabel 6 weergegeven.

Tabel 6.

Water	Tijd	Hoogte in cm's boven de bodem				Salinititeit op				
		0-10	10-20	20-30	30-35	5	15	25	35	cm
zoet	09.20	53	46	1	0	-	-	-	-	
zoet	10.30	40	49	11	0	-	-	-	-	
zoet	10.40	73	26	1	0	-	-	-	-	
zoet + zout	11.40	37	53	9	1	16	3	1	1	
zoet + zout	13.30	25	43	17	15	5	2	2	2	
zoet + zout	15.10	14	57	10	19	16	3	3	2	
zoet + zout	15.30	21	42	20	17	15	4	3	3	

Voor toepassing van de 2 x 2 tabel van Fisher werd de volgende verdeling in absolute aantallen vissen berekend:

zoet water	zoet + zout water	water-hoogte
10,1	5,7	0-10 cm
7,9	18,3	10-35 cm

2 x 2 tabel: $T_o = 1,83 \rightarrow P_r = 0,034$, d.w.z. dat de nul-hypothese verworpen moet worden.

b. resultaten methode b.

De resultaten zijn per proef uitgezet in de grafieken 4a t/m e. Uit deze weinige resultaten blijkt: de vissen zwemmen met de stroom mee indien: het water bij konstant lage temperatuur van zoet zout wordt, van zout zoet wordt of bij konstant hoge temperatuur van zout zoet wordt.

De vissen zwemmen tegen de stroom in als: het water van zoet zout en snel kouder wordt, indien het water behalve iets zouter ook snel kouder wordt.

De resultaten duiden erop dat de vissen iedere verandering van het zoutgehalte mijden, tenzij het water ook kouder wordt. Door tijdgebrek konden deze proeven niet voortgezet worden. De resultaten konden hierdoor alleen maar beschouwd worden als een aanwijzing voor hoe spieringen op wijziging van de omstandigheden zouden kunnen reageren.

Een onverwachte waarneming was, dat de vissen bij een sterke en snelle verandering van het zoutgehalte vaak zeer onrustig worden, vaak "hoesten" en er af en toe een spiering hoestend en schokkend door het water schoot, meestal naar de oppervlakte.

4. Konklusie.

De proeven met een zoutgradiënt wijzen op een voorkeur voor zoet water indien ze aan zoet water gewend waren. Deze voorkeur kan door de resultaten van de proeven volgens methode b verklaard worden als een mijden van de verandering.

Het aantal proeven is te klein geweest om deze konklusie volledig betrouwbaar te doen zijn.

VI. Het populatie-dynamisch onderzoek.

1. Inleiding.

Voor zover dat wat de tijd betreft mogelijk was zijn populatie-dynamische gegevens over de spiering verzameld. Veel tijd is besteed aan het op de juiste manier bepalen van de leeftijd van de vissen, daar dit van essentieel belang was voor het karakteriseren van de spieringen.

Aan de hand van de groeiringen op de schubben is dit goed gelukt. De otholieten bleken niet geschikt om (onbewerkt of gepolijst) de leeftijd te bepalen.

2. Bepaling van de leeftijd, groeisnelheid en groeiperiode aan de hand van de schubben.

a. De methode van leeftijdsbepaling.

Masterman (1913) en Lillelund (1961) geven beiden duidelijke beschrijvingen van de methode van leeftijdsbepaling bij spiering aan de hand van de schubben. In de praktijk bleek dat er enige ervaring voor nodig was om in moeilijke gevallen de juiste leeftijd te kunnen bepalen.

De schubben werden zoveel mogelijk uit het deel van de staart tussen anaalvin en zijlijn genomen, daar deze meestal goed regelmatig waren. Onder het binoculair werden ze van huidresten ontdaan. Figuur 4a t/m h geven een aantal schubben met groeiringen weer van vissen van verschillende leeftijden en lengtes. Ieder jaar wordt door de vis een aantal volledig doorlopende groeiringen afgezet (dit kunnen spiralen en/of cirkels zijn). Aan het eind van een groeiperiode lopen deze niet meer volledig door, maar worden er slechts gedeelten van ringen afgezet aan de caudale punt en de rostro-laterale zijden. Dit geeft zodoende de jaargrens aan. Het bleek dat de groeiringen vaak onregelmatig afgezet worden en dat vooral de grens tussen het eerste en het tweede jaar niet duidelijk is. Er moesten veel schubben van één jaar oude vissen bekeken worden om enig overzicht te krijgen van de ligging van deze grens. In de figuren zijn de jaargrenzen met stippellijnen aangegeven.

McKenzie (1964) geeft als leeftijd van een vis het aantal hele jaren dat de vis geleefd heeft of geleefd zou hebben (indien de vis in de winter gevangen werd) in het a.s. voorjaar. Daar er door mij van augustus 1970

t/m maart 1971 gevestigd is, zijn de vissen die ik één jaar oud noem van de jaargang 1970, de vissen van twee jaar oud van 1969, enz.

b. De groeiperiode.

Uit zowel de lengtemetingen als uit de schubben blijkt dat de spieringen na oktober niet of nauwelijks meer groeien. Het begin van de groei kon niet vastgesteld worden, maar ligt volgens Lillelund (1961) omstreeks begin mei voor Elbe-spierring.

c. De bepaling van de groeisnelheid.

Hile (1970) beschreef een aantal methodes voor het berekenen van de lengte die vissen in vroegere jaren hadden aan de hand van de jaarringen op de schubben. Iedere methode bleek voor- en nadelen te hebben. De beste resultaten werden verkregen met empirisch bepaalde populatiespecifieke krommes. Daar deze door mij niet gemaakt konden worden is de eenvoudigste (en voor Salmoniden vaak met succes gebruikte) methode gekozen, nl. die van Lea en Dahl. Ze dateert uit ongeveer 1930 en is gebaseerd op de aanname dat de verhouding tussen vislengte en schublengte (van één bepaalde schub) konstant is:

$L = a \cdot S$ (1). L = vislengte, S = schublengte, a = konstante. Door de eindlengte van de vis en van de schub en de lengte van de schub in vroegere jaren te meten kan de lengte van de vis in vroegere jaren berekend worden met de van (1) afgeleide formule:

$$L_x = \frac{S_x}{S} \cdot L \text{ (S en L zijn eindlengtes, } S_x \text{ en } L_x \text{ vroegere lengtes).}$$

Met deze formule hoeft niet steeds een schub van precies eenzelfde plaats gebruikt te worden, maar kan iedere geschikte schub gebruikt worden.

Met behulp van deze methode zijn van een aantal spieringen de groeisnelheden berekend.

N.B. Er blijkt een klein verschil tussen de berekende lengte voor één jaar oude binnenspielingen in '69/70 en de lengte die één jaar oude binnenspielingen in '70/71 hadden (gemiddelde lengtes resp. 5,96 en ongeveer 6,30 cm). Dit kan een normaal verschil in jaarklassen zijn, maar ook duiden op de noodzaak van een korrektiefactor bij de berekening, zoals vele onderzoekers die volgens Hile (1970) gebruikten. De formule wordt dan: $L = b + a.S$. De Grootte van b moet empirisch bepaald worden en is niet zondermeer de lengte van de vis bij de eerste aanleg van de schubben.

d. Resultaten van de groeisnelheidsbepalingen.

De spiering wordt hier onderverdeeld in drie groepen op grond van de in hoofdstuk II-2 behandelde argumenten, waarbij de nu behandelde verschillen in groeisnelheden een belangrijk argument waren.

Tabel 7 geeft de gemiddelde groottes van de drie groepen per leeftijd. Tussen haakjes staan de aantallen vissen.

Grafiek 5 geeft het groeiverloop van het grootste deel van de vissen weer. De grens tussen binnenspieling en zeespieling met parasieten is bij één jaar oude vissen niet en bij twee en drie jaar oude vissen niet precies te trekken. Bij twee jaar oude vissen ligt deze grens waarschijnlijk tussen 9,7 en 10,9 bij drie jaar oude vissen waarschijnlijk tussen 11 en 14 cm. De grenzen zijn gesteld op 10,5 resp. 12,5 cm. De aantallen vissen in het grensgebied zijn klein zodat de gemaakte fout niet groot kan zijn.

Tabel 7.

Gemiddelde lengtes (in cm's) per leeftijdsgroep.

Groep	Leeftijd				
	1	2	3	4	5
binnenspieling	5,96 (19)	8,69 (36)	10,45 (11)	10,97 (3)	-
zeespieling + paras.	5,96 (19)	12,65 (21)	15,63 (6)	17,56 (5)	-
zeespieling zonder paras.	8,93 (45)	17,30 (41)	20,60 (15)	22,63 (7)	24,30(1)

3. De leeftijdsopbouw.

a. De binnenspieling.

Het overgrote deel van de vangsten van augustus 1970 t/m maart 1971

bestond uit vissen van de 0-groep (d.w.z. vissen uit eieren van 1970).

Een klein, in de loop van het seizoen afnemend percentage bestond uit vissen van de I-groep (d.w.z. uit eieren van 1969). Slechts zeer sporadisch kwamen oudere vissen voor. Spieringen (binnen-) ouder dan 4 jaar zijn niet gevangen.

Van twee vaste monsterplaatsen is het percentage van de I-groep van de totale vangst aan binnenspieling berekend: tabel 8.

Opvallen is dat in de Wierbalg in het najaar als enige vangstplaats grotendeels spieringen van de I-groep gevangen werden. In de loop van het seizoen nam dit sterk af. Meestal waren de vangsten erg klein.

Alle andere monsterplaatsen kwamen wat leeftijdsverdeling overeen met de situatie bij Den Oever.

Het aantal vissen ouder dan twee jaar was altijd kleiner dan 0,1 %.

Tabel 8.

Leeftijdsofbouw binnenspieling, in procenten.

Datum	Den Oever, bij brug		Wierbalg tussen W17 en W15	
	O-groep	I-groep	O-groep	I-groep
24- 8	83,9	16,1		
11- 9	93,7	6,3	15,0	85,0
18- 9	87,9	12,1		
7-10	97,9	2,1	(33,0)	(67,0) (aantal vissen klein)
28-10	96,5	3,5		
25-11	98,0	2,0	94,5	5,5
18- 2	99,6	0,4		
9- 3			(100)	(0) (aantal vissen klein)

Uit de vangstcijfers van Fonds en Creutzberg (ongepubl. mede. NIOZ, 1962/63). blijkt, dat het aantal spieringen in de Waddenzee in de loop van april sterk afneemt en de populatie ieder jaar grotendeels vervangen wordt door de nieuwe O-groep. Daar dit ook in het IJsselmeer optreedt, moet aangenomen worden dat het grootste deel van de spieringen na de paaitijd sterft. McKenzie (1964) nam in Canada na de paaitijd veel dode spieringen in de beken waar. Lapin (zie Belyanina, 1969) neemt in zijn populatie modellen aan dat alle spiering die gepaaid heeft sterft. Ook op het IJsselmeer worden na de paaitijd wel grote hoeveelheden spiering dood drijvend aangetroffen (meded. Swennen, NIOZ).

b. De zeespieling.

De zeespieling wordt onderscheiden in zeespielingen met metacercariën Cotylurus in het pericardium en zeespielingen zonder deze parasieten (zie hoofdstuk II-2). Van beide groepen worden voornamelijk vissen van de I-groep als behorende tot zeespieling herkend.

Minder vaak komen ook spieringen van de II-groep en zeldzamer van de III-groep voor. Er is één exemplaar van de IV-groep van zeespierung zonder parasieten bij Texel gevangen. Spieringen van de O-groep werden òf weinig gevangen òf niet als zodanig herkend. Volgens de berekende grootte (VI-2d) is de O-groep van de zeespierung met parasieten tussen de 5 en 6,5 cm, dus niet te onderscheiden van binnenspierung. De O-groep van zeespierung zonder parasieten is berekend op 6 tot 10 (12) cm, dus is meestal wel te onderscheiden van binnenspierung. Er is in de Texelstroom een klein aantal van deze O-groep gevangen, van 7,5 tot 11 cm groot.

4. De populatiedichtheid van spierung in het IJsselmeer.

a. Inleiding.

Aan de hand van op 17/18 september en 7/8 december gemaakte tochten was het mogelijk ruwweg het aantal spieringen in het IJsselmeer te berekenen. De berekende minimum- en maximum aantallen bleken ver uiteen te liggen, wat veroorzaakt werd doordat er veel te weinig monsters zijn genomen. Er zijn slechts weinig monsters genomen omdat:

1. het oorspronkelijk niet de bedoeling was nauwkeurig de populatiegrootte te berekenen,
2. het met de gebruikte vismethode bezwaarlijk was veel monsters te nemen.

b. Berekening.

De oppervlakte van het IJsselmeer werd berekend door de omtrek op millimeterpapier te tekenen en het aantal hokjes te tellen. Niet meegerekend werden de uiterste punten zoals Ketelmeer, 't IJ en de Gouwzee. De oppervlakte werd aldus berekend op 170.000 ha. Vervolgens werd het IJsselmeer verdeeld in delen van: minder dan 2 meter diep, van 2 tot 5 meter diep en meer dan 5 meter diep om twee redenen:

1. het bleek, dat de hoeveelheid spiering op een plaats vaak samen hangt met de diepte, en
2. alleen de 2 en 5 meter dieptelijnen op de gebruikte kaarten waren aangegeven.

De oppervlakten van de onderscheiden delen zijn (Plaat II):

diepte minder dan 2 meter 35.000 ha

diepte van 2 tot 5 meter 113.000 ha

diepte groter dan 5 meter 22.000 ha

Aangezien bijna uitsluitend langs de bodem is gevist en het net een hoogte had van 85 cm werd eerst de hoeveelheid spiering in de onderste 85 cm van het water berekend. Aangenomen is dat de trekken representatief waren voor de dieptes waarbij gevist werd. De aantallen spiering per diepte zijn gemiddelden van de trekken op die diepte.

17/18 september:

diepte minder dan 2 meter:	200 sp./ha (1 trek)	x 35.000 ha =	7.000.000 sp.
diepte van 2 tot 5 meter :	5.161 sp./ha (4 trekken)	x 113.000 ha =	583.193.000 sp.
diepte meer dan 5 meter :	9.755 sp./ha (4 trekken)	x 22.000 ha =	<u>214.610.000 sp.</u>
totaal aantal spieringen in de onderste 85 cm water			= 804.803.000

Uit echogrammen van het S.E.L. bleek in de Waddenzee dat de spiering meestal in de onderste 2 meter van het water voorkomt. Uit het feit dat gedurende de tocht van 17/18 september konstant vogels uit het schroefwater van de boot spiering oppikten, volgt dat er toen ook spiering in de oppervlakte van het water voorkwam. Indien aangenomen wordt, dat de concentratie van spiering in alle waterlagen maximaal gelijk is aan die in de onderste 85 cm van het water, was de maximale hoeveelheid spiering als volgt te berekenen:

het volume van het IJsselmeer is:

diepte 0-2 meter,	gemiddeld 1 meter, dus 1 x 35.000 x 10 ⁴ =	35x10 ⁷ m ³
diepte 2-5 meter,	gemiddeld 3 meter, dus 3 x 113.000 x 10 ⁴ =	339x10 ⁷ m ³
diepte 5-meer meter,	gemiddeld 5 $\frac{1}{2}$ meter, dus 5 $\frac{1}{2}$ x 22.000 x 10 ⁴ =	<u>121x10⁷m³</u>
	totaal	495x10 ⁷ m ³

De hoeveelheid spiering is dan:

diepte 0-2 meter	: 1,18 x 200 x 35 x 10 ³ =	8.225.000
diepte 2-5 meter	: 3,54 x 5.161 x 339 x 10 ³ =	2.057.730.000
diepte 5-meer meter:	6,47 x 9.755 x 121 x 10 ³ =	<u>1.389.080.000</u>
	totaal	3.455.035.000

Er is één oppervlakte trek gedaan (ten noorden van Medemblik), waaruit bleek dat ongeveer 7880 spieringen per ha. voorkwamen in de oppervlakte. Op dit punt was het water 4 tot 5 meter diep en bevonden zich op de bodem 11.920 spieringen/ha. in een waterlaag van 1 meter. Dit wil dus zeggen dat het aantal spieringen in de oppervlakte daar 66% van het aantal op de bodem is.

Aannemend dat alle waterlagen vanaf 1 meter boven de bodem 66% van de hoeveelheid spiering bevatten die de onderste meter van het water bevatte, komen we tot de volgende aantallen spiering:

diepte 0-2 meter	:	8.225.000
diepte 2-5 meter	:	1.600.457.000
diepte 5-meer meter:		<u>1.010.240.000</u>
	totaal	2.618.922.000 spieringen

Konklusie: het aantal spieringen lag tussen 2 $\frac{1}{2}$ en 3 $\frac{1}{2}$ miljard.

Opmerkingen:

1. de verdeling van de spierin in het water zou vaak gemakkelijk te kontroleren zijn geweest met de aanwezige S.E.L. apparatuur. Dat dit niet is gedaan had twee oorzaken:

het apparaat is pas betrouwbaar als het water minstens 3 meter diep en tevens vlak is. Op 17 september stond er veel golfslag, waardoor het beeld onduidelijk werd, bovendien had ik toen nog weinig ervaring met het apparaat,

2. het aantal gevangen spieringen was op deze tocht niet betrouwbaar gekwantificeerd, maar geschat. De werkelijke aantallen liggen hierdoor waarschijnlijk hoger, daar het aantal vissen in een monster spiering meestal te laag geschat wordt.

7/8 december.

diepte 0-2 meter : 350 sp./ha x 35.000 ha = 12.250.000 sp.

diepte 2-5 meter : 2.600 sp./ha x 113.000 ha = 293.800.000 sp.

diepte 5-meer meter: 15.990 sp./ha x 22.000 ha = 351.780.000 sp.

Totale hoeveelheid spiering in onderste 85 cm 657.830.000

dus in de onderste meter 774.265.900 sp.

Indien aangenomen wordt dat de concentratie van spiering in de andere waterlagen maximaal even groot is als de concentratie in de onderste meter, komen we tot de volgende maximale hoeveelheid spiering:

diepte 0-2 meter, gemidd. 1 meter, dus 12.250.000

diepte 2-5 meter, gemidd. 3 meter, dus 3 x 293.800.000 = 881.400.000

diepte 5-meer meter, gemidd. $5\frac{1}{2}$ meter, dus $5\frac{1}{2}$ x 351.780.000 = 1.934.790.000

2.828.440.000

Totaal $\frac{1}{0.85}$ x 2.828.440.000 = 3.329.073.880 spieringen.

Helaas zijn er gedurende deze tocht geen oppervlakte trekken gedaan. Waarschijnlijk is het aantal spieringen in het oppervlakte water zeer gering, daar er tijdens deze tocht nooit vogels achter de boot spiering oppikten (er zochten wel af en toe vogels). Indien we dezelfde 66%-concentratie voor het water boven 1 meter van de bodem t.o.v. de concentratie

in de onderste meter aanhouden als bij de tocht van 17/18 september, komen we op een aantal spieringen van:

diepte 0-2 meter : 14.412.000 sp.

diepte 2-5 meter : 801.908.000 sp.

diepte 5-meer meter: 1.642.226.000 sp.

totaal 2.458.546.000 sp.

Gezien het feit dat er in het oppervlakte water waarschijnlijk weinig spiering voorkwam, lijkt het beter aan te nemen dat de spiering, net als in de Waddenzee, voornamelijk in een laag van enkele meters boven de bodem voorkomt en daarom het minimum aantal te schatten op $1\frac{1}{2}$ miljard en het maximum op $2\frac{1}{2}$ miljard. Dit zou betekenen dat het aantal spieringen op 7/8 december in het IJsselmeer t.o.v. 17/18 september met 25-40% afgenomen is.

Opmerkingen:

1. tijdens deze tocht zijn de gevangen hoeveelheden spiering nauwkeurig met een maat-cylinder gekwantificeerd,
2. uit de verspreiding van de spiering blijkt, dat ze in aanzienlijk sterkere mate dan in september in de diepere delen van het water voorkomt.

5. De populatiedichtheid in de Waddenzee.

De populatiedichtheid in de Waddenzee is zeer moeilijk nauwkeurig te berekenen: getijden en misschien ook trek en het weer beïnvloeden de hoeveelheid spiering op een bepaalde plaats van uur tot uur. Tabel 9 geeft een overzicht van de vangsten op verschillende plaatsen in de Waddenzee in de loop van het onderzoek.

De aantallen vissen in Tabel 9 zijn uitgedrukt in het aantal vissen per standaardtrek.

Tabel 9

Niet onderstreept is bodem, onderstreept oppervlakte vangst. KW=Kornwerd, DO=Den Oever, Z9/12=boei langs AD, AD=Afsluitdijk, AD8=boei.

Datum	Wierb. W15-17	Den Oever bij brug	Monument Afsluitd.	Breezand- dijk	Kornwerd voor spk.	Boontjes	Spuik. Den Oever	IJsselmeer KW-DO	Diversen
24- 8	1	<u>500-1000</u>	-	-	-	-	-	-	-
11- 9	110-150	<u>600- 950</u>	-	-	-	-	-	-	-
6-10	4- 2	<u>1000</u>	600-1200	<u>22-0</u>	<u>2- 16</u>	-	-	KW 58	VL.7:5 SPK.KW:11
26-10	42	<u>600- 800</u>	1200-1400	11	-	-	-	KW 123	-
24-11	<u>1200-500</u>	-	760	<u>100</u>	<u>18-180-130</u>	<u>20-250</u>	-	-	AD2: 800 AD8:230 HARL. 400
8-12	-	<u>1000</u>	-	313	<u>58-413</u>	<u>1180-145</u>	-	DO 10	Z9/12:155
28- 1	5	-	0	22	-	-	3400	DO 46	Z9/12:251-2
2- 2	-	-	0	-	-	-	8-450	-	Z9/12: 570-3-0
4- 2	-	-	-	-	-	-	-	-	Z9/12: 2000
17- 2	-	<u>7000-9000</u>	67.	152	-	<u>1850- 82</u>	-	KW 108	Harl.:19
2- 3	-	<u>0</u>	-	<u>0</u>	-	<u>200-1-7</u>	-	DO 48	SPK.KW:0
9- 3	10	-	-	-	-	<u>550-1-5</u>	0	-	-
19- 3	-	-	-	-	-	-	<u>9- 2</u>	DO 0	-
						-	<u>1900- 0</u>	-	-

Zoals blijkt zijn de vangsten zeer variabel. De grootste concentraties komen voor in de spuikommen op een diepte van 5 tot 10 meter, ten noorden en zuiden van de brug bij Den Oever en soms in de Boontjes.

In de diepe kuilen in de spuikom bij Den Oever zaten op 28 januari in totaal ongeveer $2\frac{1}{2}$ miljoen spieringen (fig. 5), in totaal in de hele spuikom ongeveer 3 miljoen. Op 2 februari waren deze aantallen minstens 10 x kleiner.

Op 17 februari werd tussen de sluis en de brug bij Den Oever in twee trekken op 3 meter diep ongeveer 9000 en 7000 spieringen gevangen. Op 2 maart was het aantal dat er gevangen werd in de oppervlakte nul, langs de bodem zat volgens het S.E.L. weinig spiering (fig. 6 en 7).

Misschien kan de grote hoeveelheid spiering bij Den Oever op 17 februari verklaard worden door trek naar het IJsselmeer. Er zat toen ook veel spiering aan de IJsselmeer-kant van de sluizen. Door de koude van eind februari zouden de spieringen dan dieper water hebben opgezocht. In de Texelstroom werd toen meer kleine spiering dan anders gevangen (normaal enkele tientallen, nu enkele honderden).

Het aantal spieringen in de Waddenzee is dus niet nauwkeurig te berekenen. Geschat zijn het er in de relatief zoete delen ongeveer 10 miljoen in februari-maart en 20 tot 30 miljoen in december.

6. De parasieten.

Spiering dient voor verschillende soorten parasieten als eind- of tussen-gastheer.

Als parasieten die spiering als eindgastheer hebben zijn in de daarop onderzochte vissen gevonden:

een Nematode (niet gedetermineerd),

een Cestode (niet gedetermineerd),

een Hemiurus-soort (waarschijnlijk *H. appendiculatus* Rudolphi, 1809, uit Yamagutti, 1958),

een Copepode (niet gedetermineerd).

Al deze parasieten komen slechts sporadisch voor.

Een zeer vaak voorkomende parasiet, die spiering als tussengastheer heeft, is een Trematode, nl. Cotylurus erraticus (Rudolphi, 1809).

Er wordt op het NIOZ nog onderzoek aan verricht (Swennen).

De binnenspiering is voor bijna 100% ermee besmet. De zeespiering langs de Afsluitdijk ook. De zeespiering die bij Texel in de Texelstroom gevangen wordt is meestal onbesmet. Gezien het belang van deze parasiet in verband met het onderzoek wordt de levenscyclus nu besproken.

De volwassen vorm van Cotylurus erraticus leeft in de einddarm van verschillende vogels, in ieder geval van de kokmeeuw en van de zilvermeeuw. In de eieren van Cotylurus ontwikkelden zich miracidiën, welke de eikapsels verlaten en naar de eerste tussengastheer gaan. Deze is een zoetwaterslak, misschien een *Valvata*-soort. De miracidiën ontwikkelden zich hierin tot sporocysten, welke cercariën gaan produceren. De volgende gastheer is een vis. De cercariën dringen deze binnen en ontwikkelen zich daarin tot metacercariën, welke zich encystreren. Indien de vis met cysten wordt opgegeten door een vogel, ontwikkelen en hechten de metacercariën zich vast in de einddarm van de vogel. De adulte parasiet leeft meestal enkele weken.

De cysten van de metacercariën kunnen door heel de lichaamsholte van de vis gevonden worden (meestal op de mesenterieën), maar kwamen bij de onderzochte spiering haast uitsluitend in het (foto 2 en 3) hartzakje voor.

Het aantal per vis is sterk variabel en varieert van 0 tot 65 bij kleine binnenspielingen (5-7 cm). Geïnfecteerde zeespielingen hebben er vaak veel meer (10 tot 150, één keer 300 bij een vis van 17,1 cm).

Tabel 10 geeft het gemiddeld aantal parasieten per lengtegroep van een aantal monsters.

Tabel 10.

Lengtegroep in mm	Aantal vissen	Gemiddeld aantal parasieten
45 - 50	15	5,50
51 - 55	46	5,99
56 - 60	46	5,97
61 - 65	48	12,15
66 - 70	37	10,34
71 - 74	13	14,07
75 - 90	11	12,75

Er lijkt een verband tussen de grootte en het aantal parasieten. De spreiding in de aantallen is groot. Bij een monster, dat voornamelijk de lengtegroepen tot 60 mm bevatte, zijn de aantallen parasieten niet nauwkeurig geteld en liggen te laag.

Tabel 11 geeft de besmettingspercentages van een aantal monsters, het gemiddeld aantal parasieten en de spreiding.

Tabel 11

Datum	Plaats	Aantal vissen	% besmet	Gemidd. aantal parasieten	Spreiding
24- 8	Den Oever, Waddenzee	7	100	6,7	1-19
17- 9	IJsselmeer, westkant	125	98,4	7,3 ^x	1-50
26-10	Monument, Waddenzee	6	100	8,0	2-20
18- 2	IJsselmeer, Kornwerd	50	98	12,3	1-50

Tabel 11 (vervolg).

Datmm	Plaats	Aantal vissen	% besmet	Gemidd.aantal parasieten	Spreiding
2- 3	Boontje, oppervlakte	19	100	13,6	2-63
2- 3	Boontjes, bodem	25	100	12,8	2-53
8-12	Slotermeer	14	71	5,1	1-21
8-12	Heegermeer	5	60	2,0	1- 3
8-12	Grote Brekken	2	100	1,0	1
8-12	Tjeukermeer	20	85	7,3	1-20

Uit de tabel blijken de spieringen uit Waddenzee en IJsselmeer voor bijna 100% besmet te zijn. De spiering uit de Friese meren is minder sterk besmet.

De cysten in het hartzakje lijken geen grote storende invloed op de vissen te hebben. Odening, Mattheis en Bockhardt (1970) beschrijven inwendige bloedingen bij siervissen na infectie met een *Cotylurus*-soort, die weer verdwijnen nadat de metacercariën geëncysteerd zijn. Volwassen kok- en zilvermeeuwen ondervinden geen duidelijk nadelige invloed van een infectie, maar onder jonge kokmeeuwen komt veel sterfte voor ten gevolge van de infectie.

VII. Samenvatting.

Van 1-8-'70 tot 31-3-'71 werd onderzoek verricht naar de oorzaak van het in de Waddenzee optredende verschijnsel van vissende meeuwen en naar systematische en populatie-dynamische aspecten van de spiering uit de Waddenzee en het IJsselmeer.

Het verschijnsel van groepsgewijs vissende kokmeeuwen bleek veroorzaakt te worden door in het oppervlaktewater komende spieringen. Dit wordt veroorzaakt door: turbulentie in de spuistroom bij de spuisluizen

van de Afsluitdijk, waardoor uit het IJsselmeer gespuide spieringen aan de oppervlakte gebracht worden en door schrikreacties van de spieringen in de geulen, welke veroorzaakt worden door sterke veranderingen van het zoutgehalte, waardoor spieringen naar de oppervlakte komen.

In aquaria bleken spieringen iedere verandering van het zoutgehalte te mijden en werden de schrikreacties waargenomen.

Een methode om de leeftijd en groeisnelheid aan de hand van de schubben te bepalen werd beschreven. Het overgrote deel van de gevangen spieringen was van de 0-groep, dus nog geen jaar oud.

De populatiedichtheid in het IJsselmeer was groot. Het aantal spieringen bedroeg in september 1970 waarschijnlijk meer dan drie miljard. In de Waddenzee bleek de populatiedichtheid sterk te variëren. Het aantal spieringen werd geschat op 10 tot 30 miljoen.

De spiering uit het IJsselmeer en uit de Waddenzee was voor 98 tot 99% besmet met cysten van metacercariën van de parasiet Cotylurus erraticus (Rudolphi, 1809). Grote spieringen uit de Texelstroom waren meestal niet besmet.

Er bleken een viertal argumenten te zijn om twee variëteiten te onderscheiden., nl. een snelgroeiende tot ongeveer 30 cm lang wordende variëteit en een klein blijvende, slechts 10 tot 12 cm lang wordende variëteit.

VIII. Litteratuurlijst.

- BELIANINA, T.N., 1969. Synopsis of biological data on smelt *Osmerus eperlanus* (Linnaeus) 1758. - FAO Fish. Syn. 78.
- DELISLE, C., 1969. Bimonthly progress of a non-lethal infection by *Glugea hertwigi* in young-of-the-year smelt, *Osmerus eperlanus mordax* Can. J. Zool. - 47(5): 871-876.
- FONDS, M. & F. CREUTZBERG, 1963-1964. Gegevens vaartochten, interne gegevens NIOZ, Texel.
- HAVINGA, B., 1928. De spiering in de Zuiderzee. - Tijdschr. Ned. Dierk. Vereen 1: 30-47.
- HILE, R., 1970. Body-scale relation and calculation of growth in fishes. - Trans. Am. Fish. Soc. 99(3): 468-474.
- KENDALL, W.C., 1926. The smelts. - Bull. Bur. Fish. 42: 217-375.
- KUHL, H., 1970. Nahrungsuntersuchungen am Stint (*Osmerus eperlanus* L.) im Elbe-Mündungsgebiet. - Archs FishWiss. 21(3): 222-231.
- LEGAULT, R.O. & C. DELISLE, 1968. La fraye d'une population d'*eperlanus géants* *Osmerus eperlanus mordax*, au lac Heney Comté de Gatineau. - J. Fish. Res. Bd. Can. 25(9): 1813-1830.
- LILLELUND, K., 1961. Untersuchungen über die Biologie und Populationsdynamiek des Stintes. - Archs FishWiss. 12: 1-128.
- MASTERMAN, A.T., 1913. Report on investigations on the smelt (*Osmerus eperlanus*), with special reference to age determination by study of scales and its bearing upon sexual maturity. - Fishery Invest., Lon. 1(2): 115-126.
- McALLISTER, D.E., 1963. A revision of the smelt family, Osmeridae. - Bull. natn. Mus. Can. 191: 1-48.
- McKENZIE, R.A., 1964. Smelt life history and fishery in the Miramichi River, New Brunswick. - Bull. Fish. Res. Bd. Can. 144: 1-77.

- NORDQUIST, O., 1903. Some biological reasons for the present distribution of freshwater fish in Finland. - Fennia 20(8): 1-29.
- ODENING, K., TH. MATTHEIS & I. BOCKHARDT, 1970. Der Lebenszyklus von *Cotylurus c. cucullus* (Thoss) Trematoda, Strigeida) im Raum Berlin. - Zool. Jb. Syst., Ok., Geogr. Tiere 97: 125-198.
- REDEKE, H.C., 1941. Fauna van Nederland, Deel X, Pisces.
- RUPP, R.S. & M.A. REDMOND, 1966. Transfer studies of ecologie and genetic variation in the American smelt. - Ecology 47(2): 253-259.
- SUNDMAN, G. & O.M. REUTER, 1883. The fishes of Finland, hoofdstuk *Osmerus eperlanus*.
- SVARDSON, G., 1959. Speciation in freshwater fish as illustrated by *Coregonus*. Proc. Int. Congr. Zool. XVth 137-141.
- TANING, A.V., 1946. Stage of determination of vertebrae in Teleostean fishes. - Nature 157: 594-595.
- TANING, A.V., 1950. Influence of the environment on number of vertebrae in Teleostean fishes. - Nature 165: 28.
- VARCK v., 1960. Rasonderzoek van de spiering (*Osmerus eperlanus* L.) in het IJsselmeer. Verslag doctoraal studie, RIVO, IJmuiden.
- VISSERIJ, voorlichtingsblad voor de Nederlandse visserij, jaargang 53; jaarverslag 1968.
- WESENBERG-LUND, C., 1902. Sur l'existence d'une faune relicte dans le lac de Furesö. L'Acad. Roy. Sci. Lettr. Danemark 280-281.
- YAMAGUTI, S., 1958. Systema Helminthum, Vol. I. The digenetic trematodes of vertebrates. Interscience Publs New York-London.

Fig.1

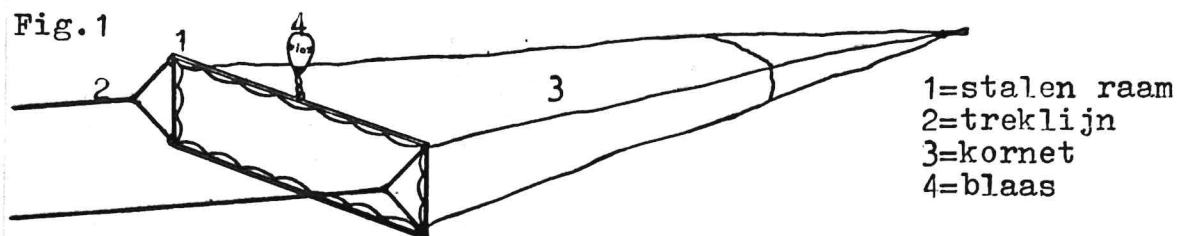


Fig. 2. 4-2-71 $3\frac{1}{4}$ uur na laag water
diepte in meters.

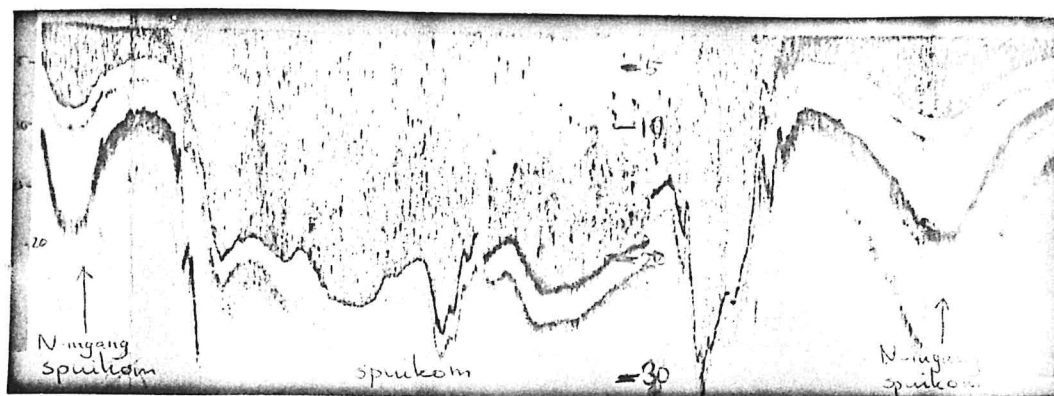
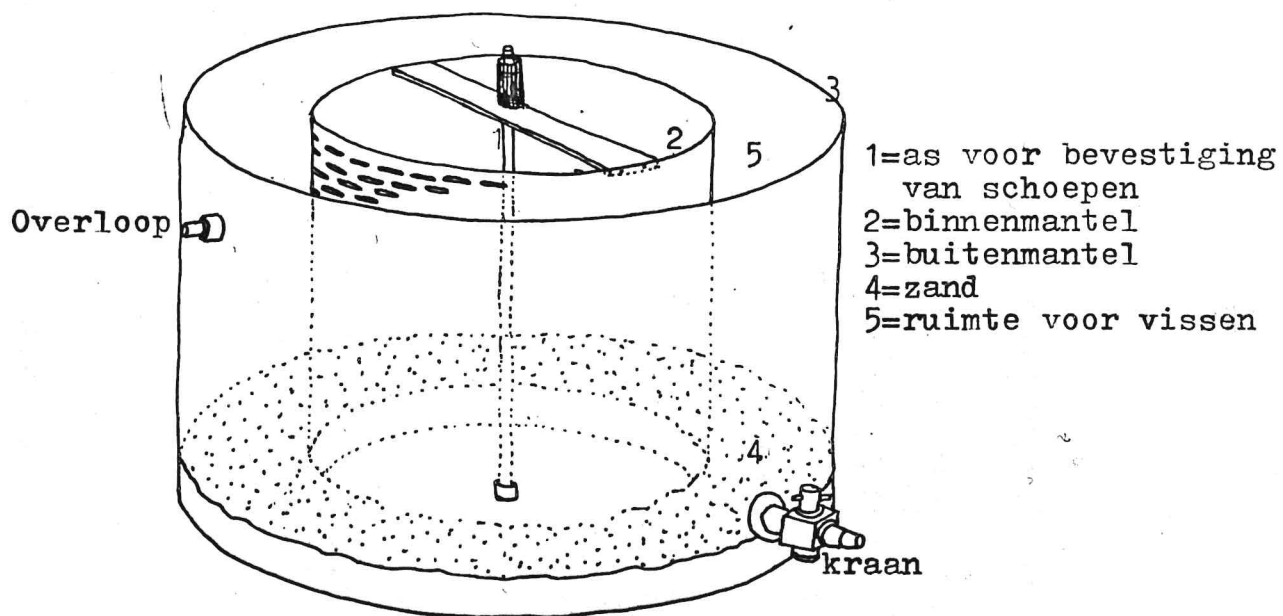
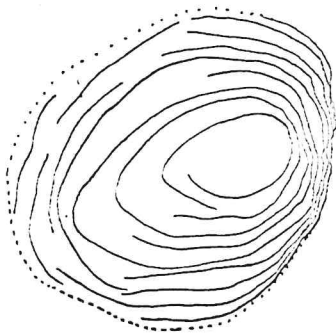


Fig.3, de carroussel.





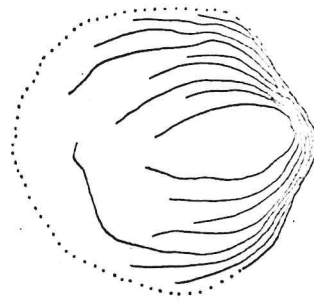
Osmerus eperlanus
leeftijd : 1 jaar (0-groep)
lengte : 67 mm
vangdatum: 2-3-71



Osmerus eperlanus
leeftijd : 1 jaar
lengte : 56 mm
vangdatum: 2-3-71

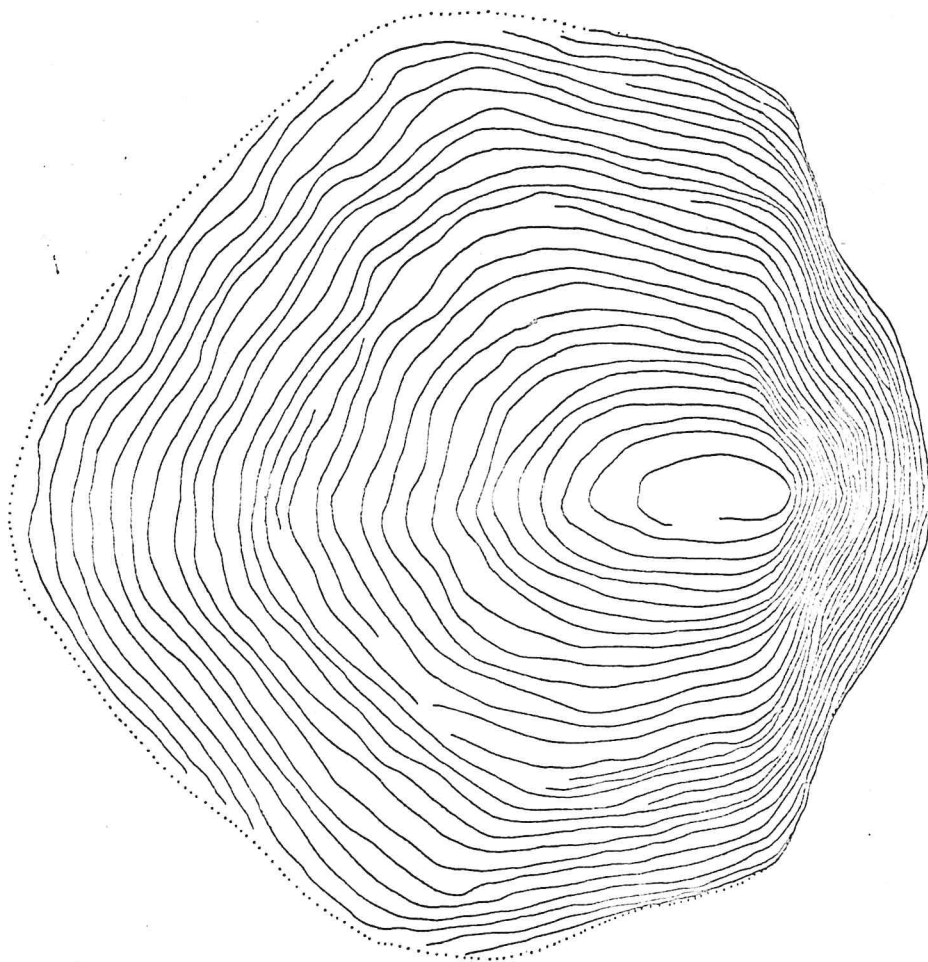


Osmerus eperlanus
leeftijd : 3 jaar (2-groep)
lengte : 110 mm
vangdatum: 2-3-71

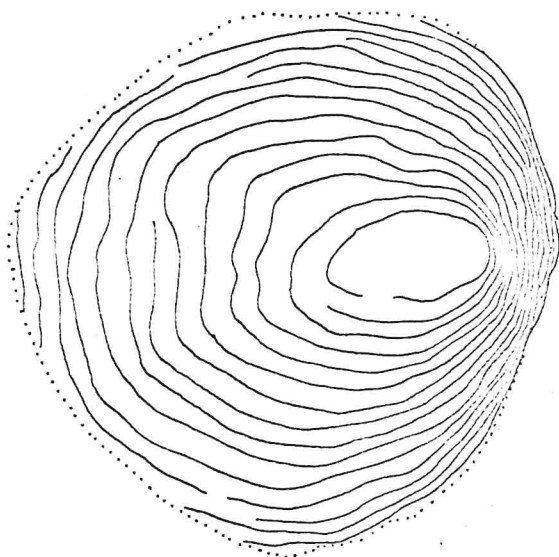


Osmerus eperlanus
leeftijd : 1 jaar (0-groep)
lengte : 56 mm
vangdatum: 2-3-71

Fig: 4 a, b, c, d



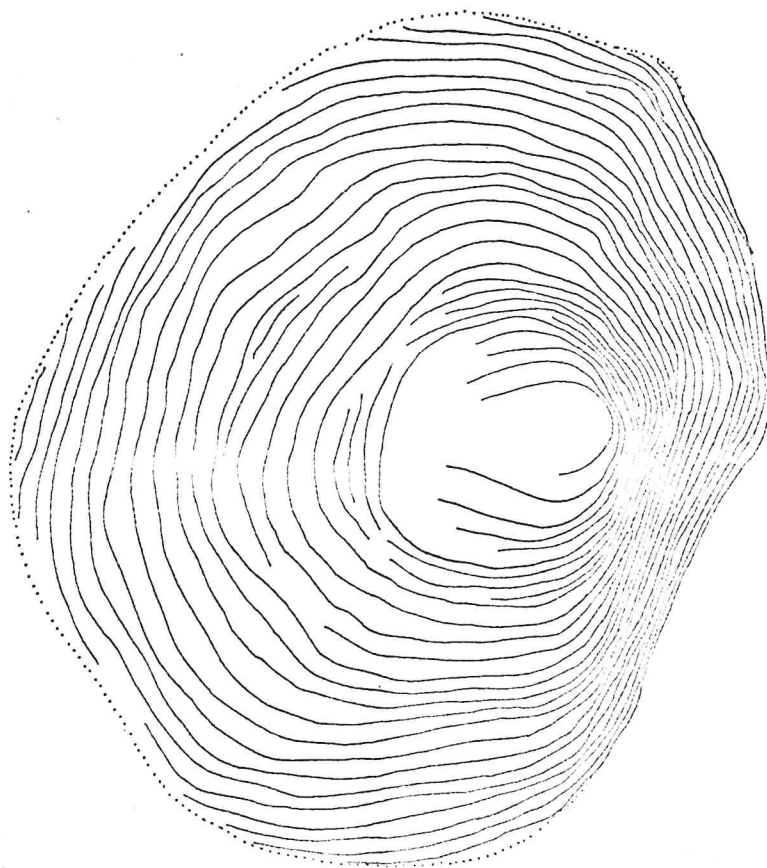
Osmerus eperlanus
 leeftijd : 2 jaar (I-groep)
 lengte : 182 mm
 vangddatum: 8-3-71



Osmerus eperlanus
 leeftijd : 1 jaar (0-groep)
 lengte : 98 mm
 vangddatum: 8-3-71

Fig. 4 e, f

Fig. 4 g, h



Osmerus eperlanus
leeftijd : 3 jaar (II-groep)
lengte : 135 mm
vangdatum: 2-3-71



Fig. 4 g, h

Osmerus eperlanus
leeftijd : 4 jaar (II-groep)
lengte : 171 mm
vangdatum: 2-3-71

Fig. 5. spuiikom Den Oever. - 28-1-71

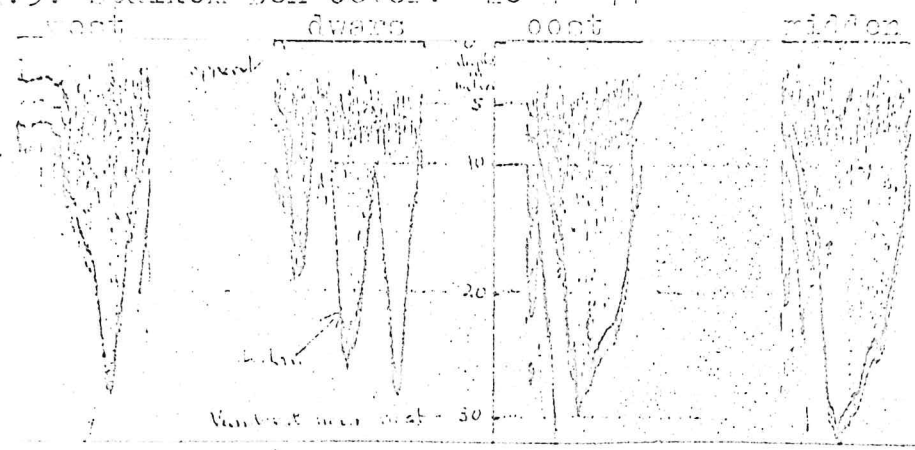


fig. 6. Dwaars doors brug en sluice 17-2-71

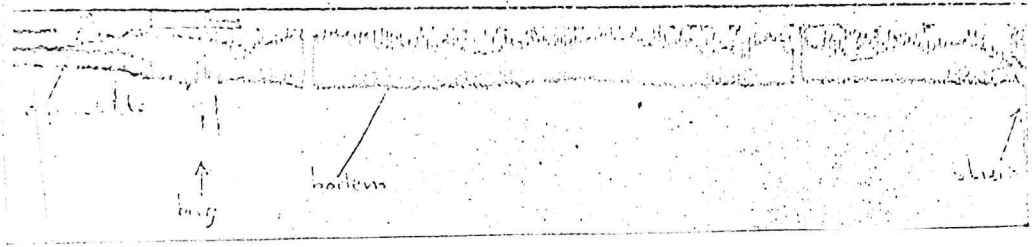
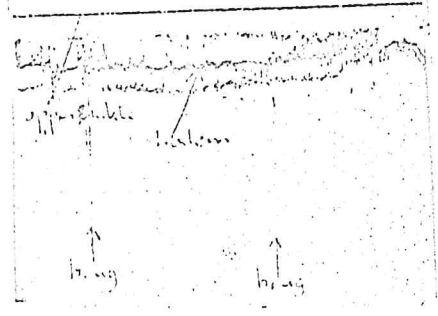
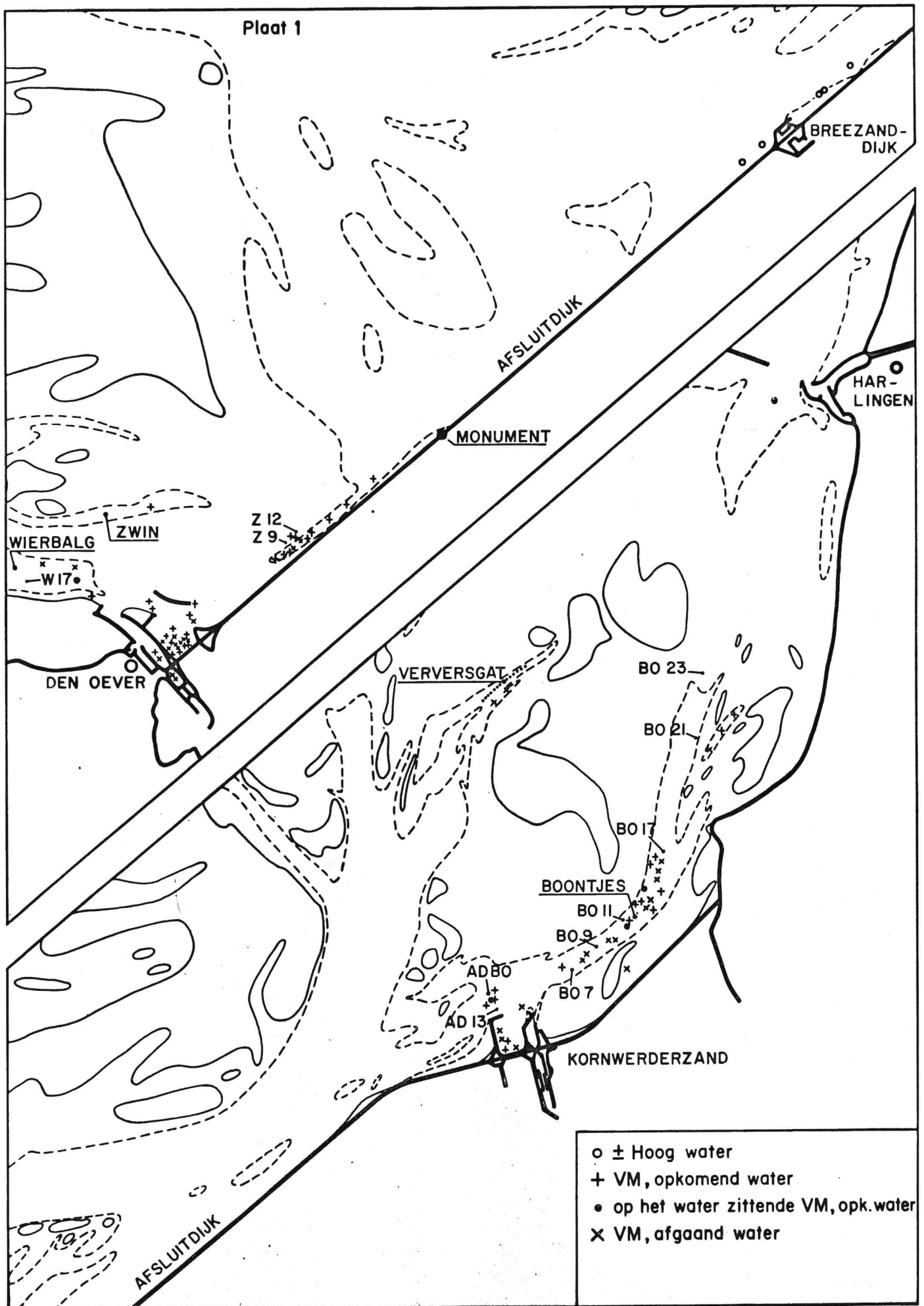


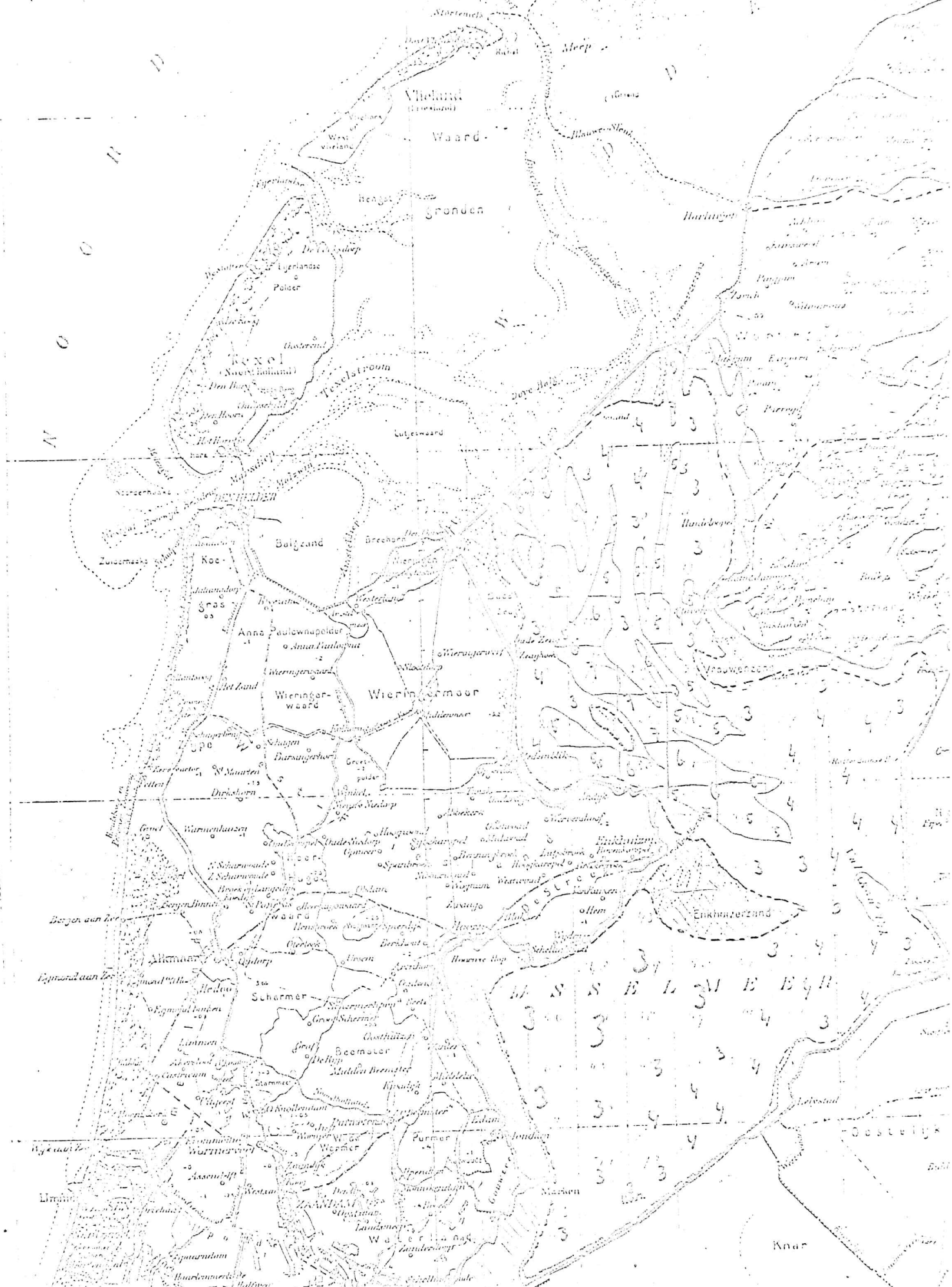
fig. 7. Den Oever, tussen brug en sluice 2-3-71

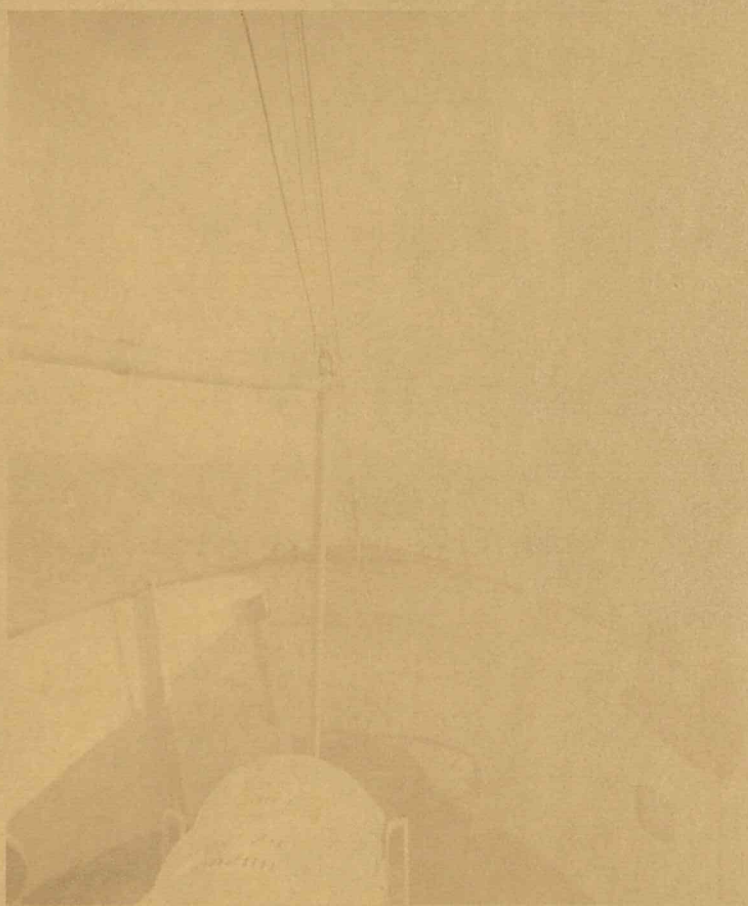


Plaat 1



— 1 meter
— 2 meter
— 3 meter
— 4 meter





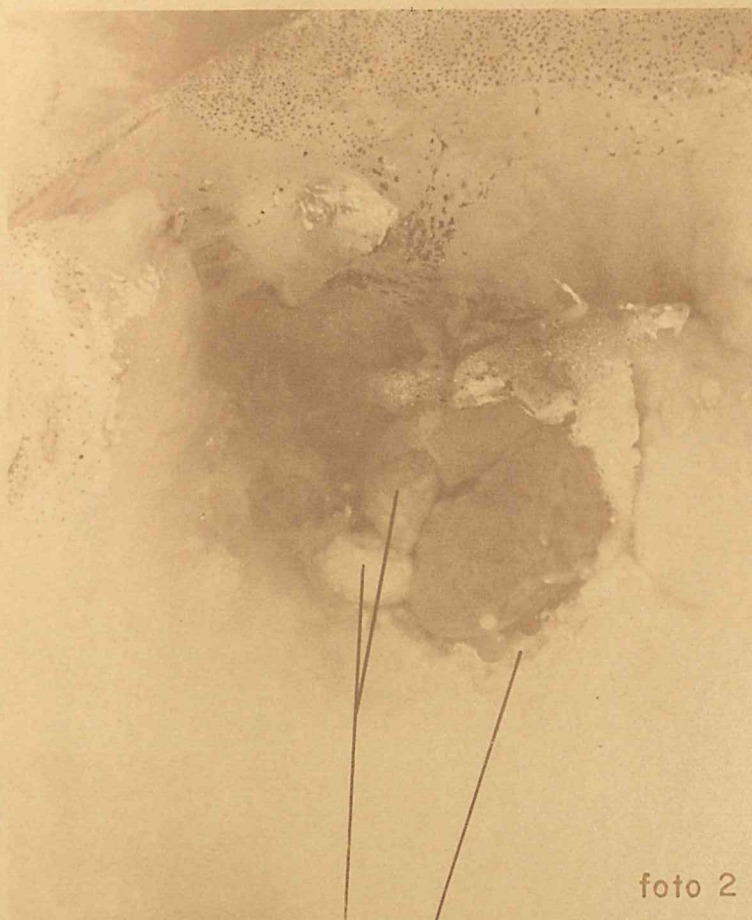


foto 2

cysten
van
Cotylurus

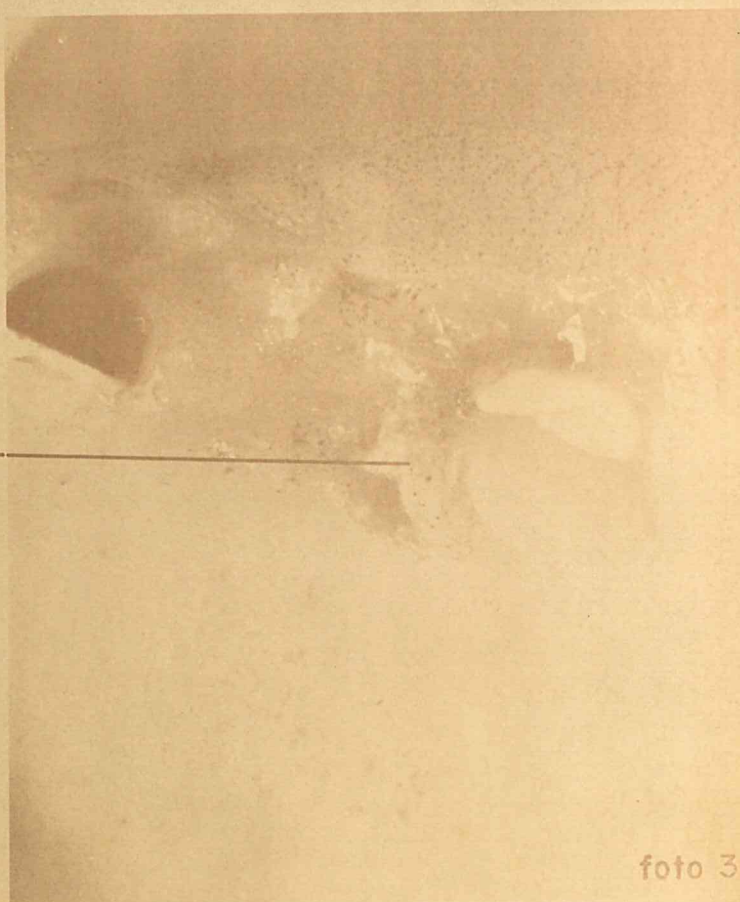
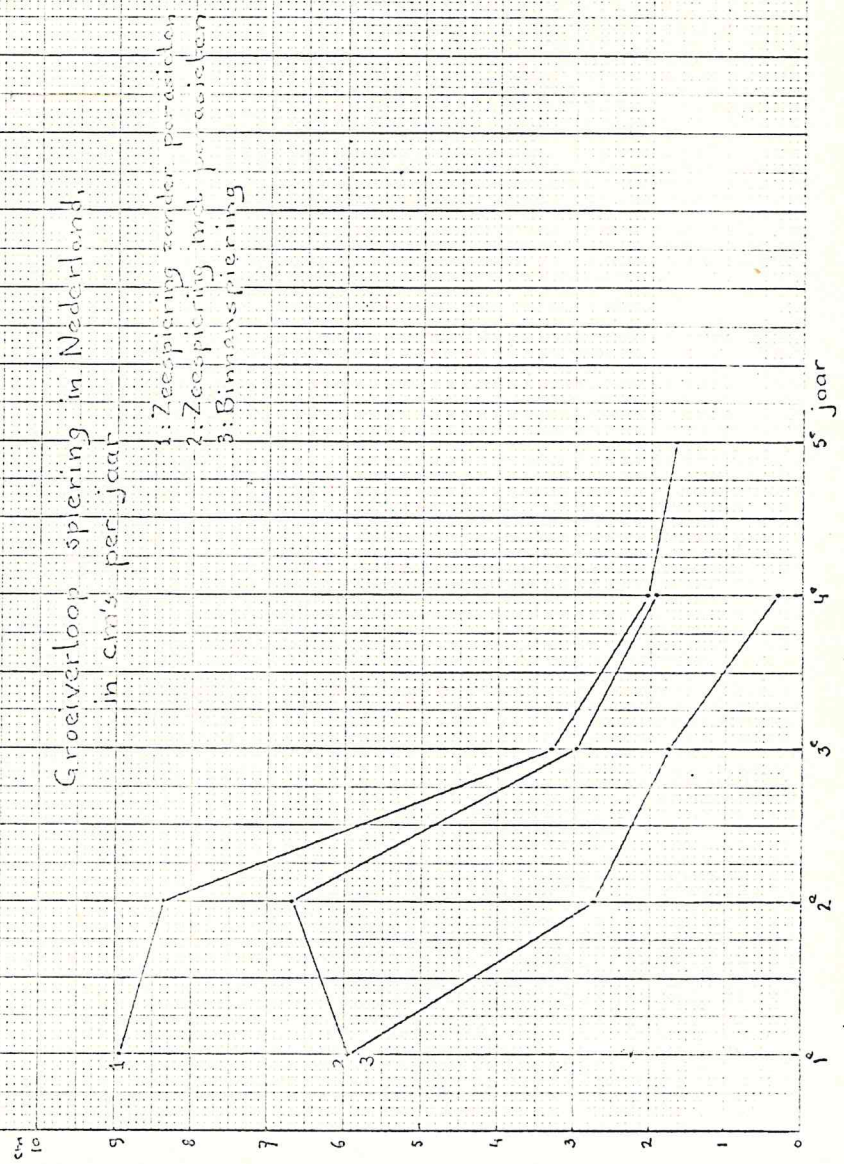


foto 3

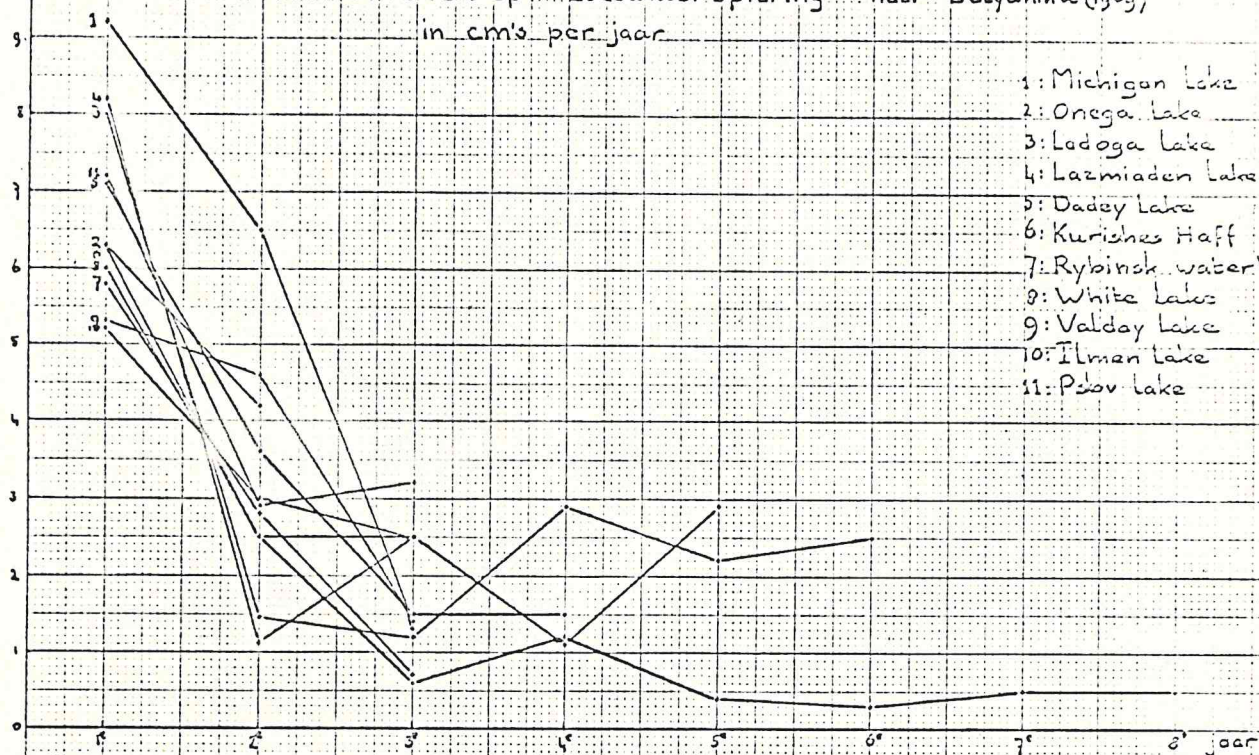
Grafiek 1



grafiek 2a

Groei-verloop zoetwateropiering naar Belyanina (1965)
in cm's per jaar

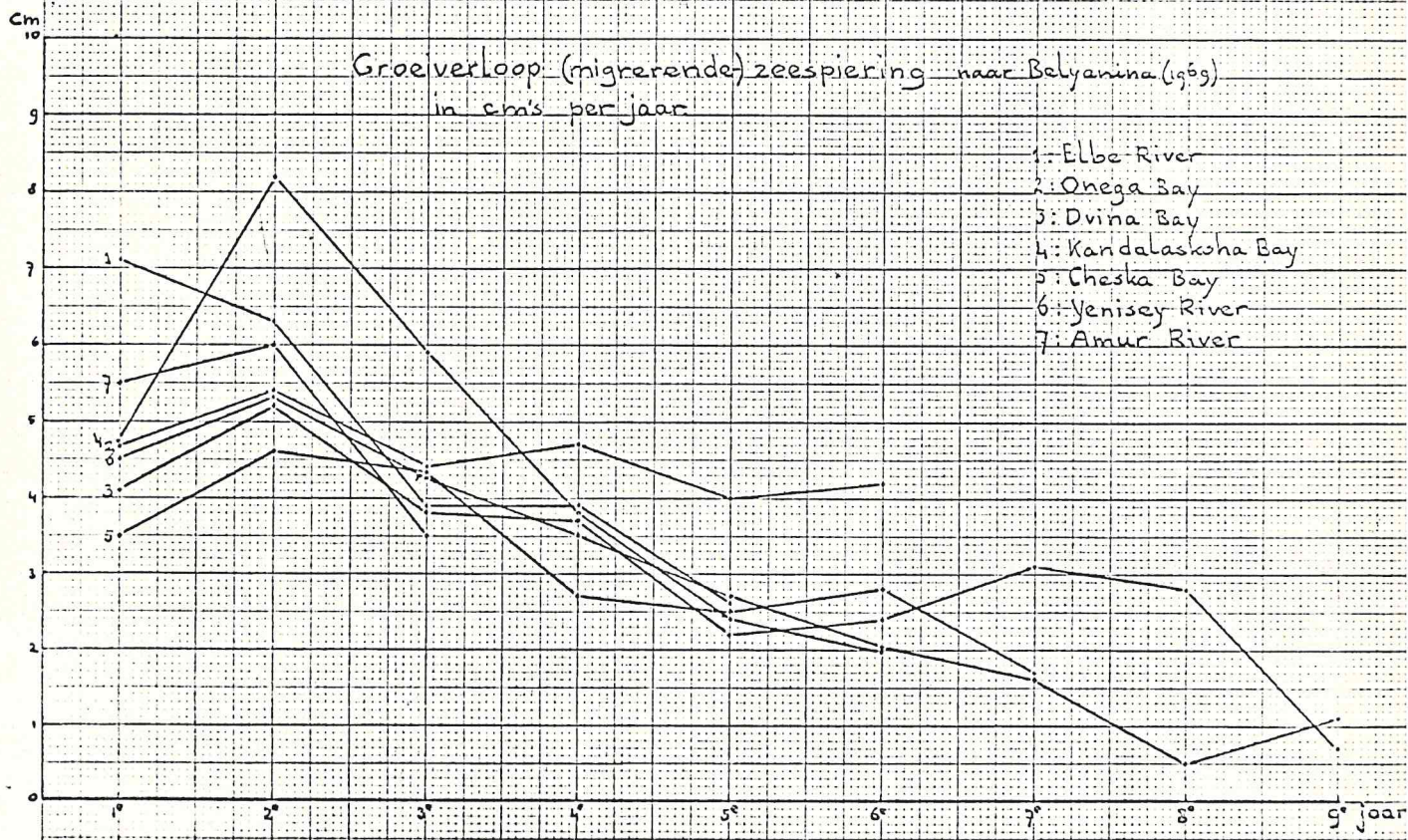
- 1: Michigan Lake
- 2: Onega Lake
- 3: Ladoga Lake
- 4: Lazviaden Lake
- 5: Dadey Lake
- 6: Kurishes Haft
- 7: Rybinsk waterbasin
- 8: White lakes
- 9: Valday Lake
- 10: Ilmen Lake
- 11: Pskov Lake



grafiek 2b

Groei-verloop (migrerende) zeespiering naar Belyanina (1965)
in cm's per jaar

- 1: Elbe River
- 2: Onega Bay
- 3: Dvina Bay
- 4: Kandalaskoha Bay
- 5: Cheska Bay
- 6: Yenisey River
- 7: Amur River



Grafiek 3

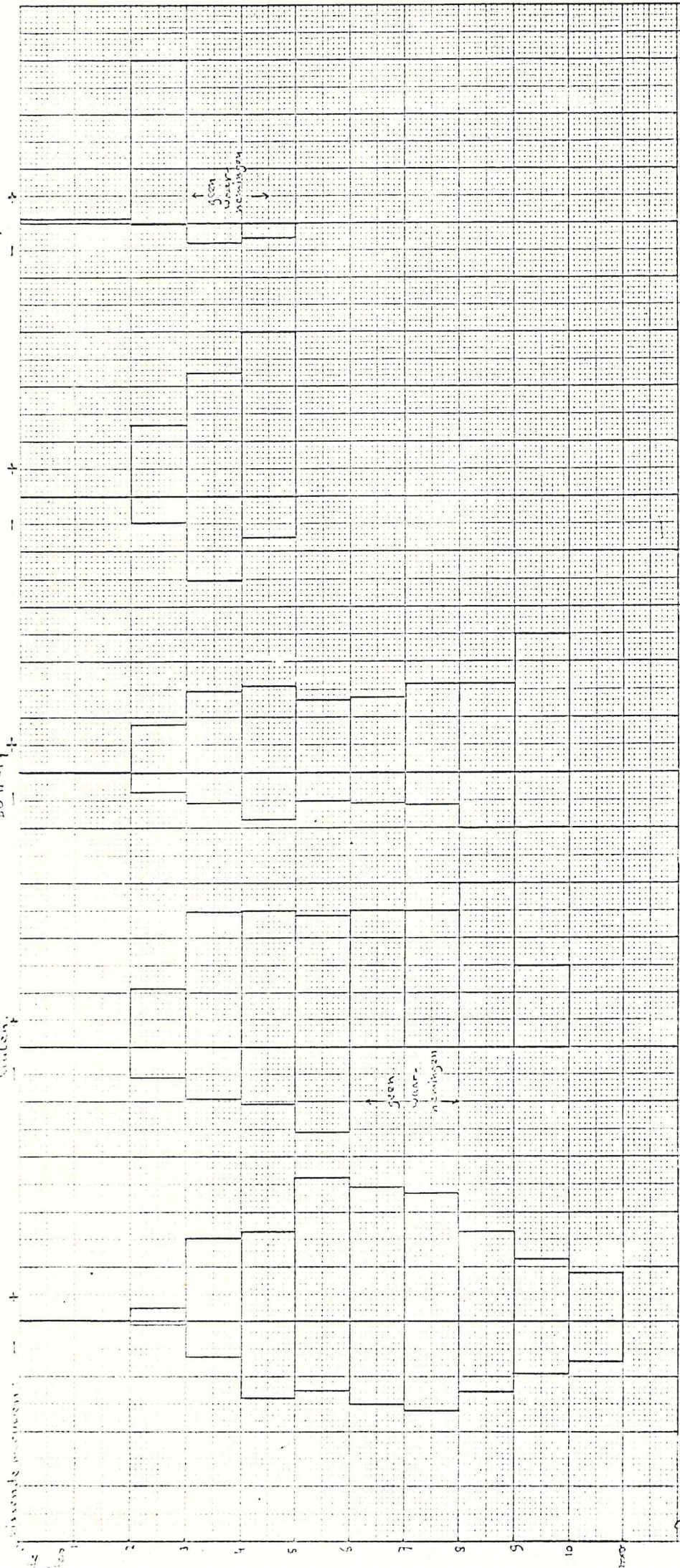
Afsluitende
29-212

Den Oever
ten n. en z. v. d. Gg

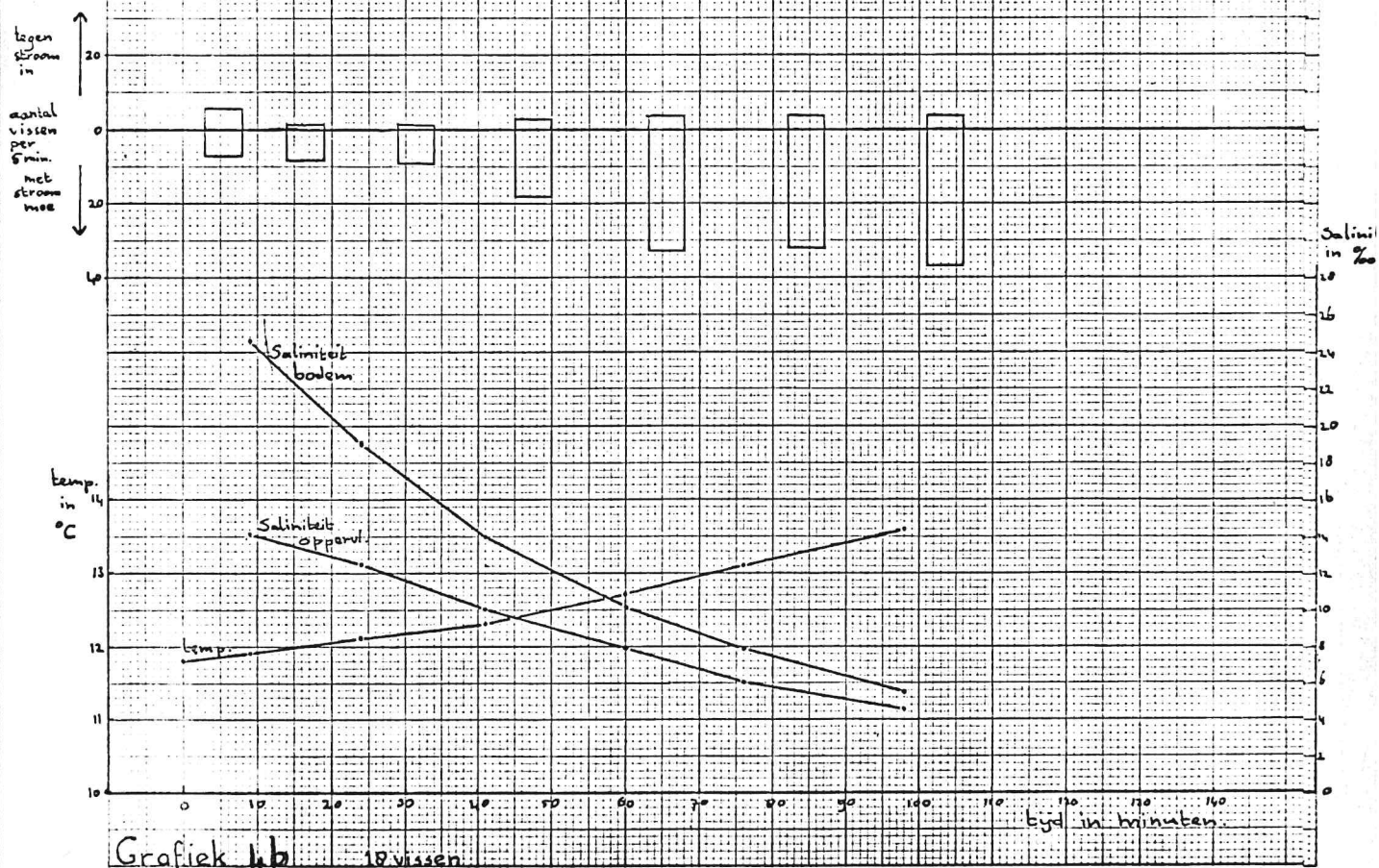
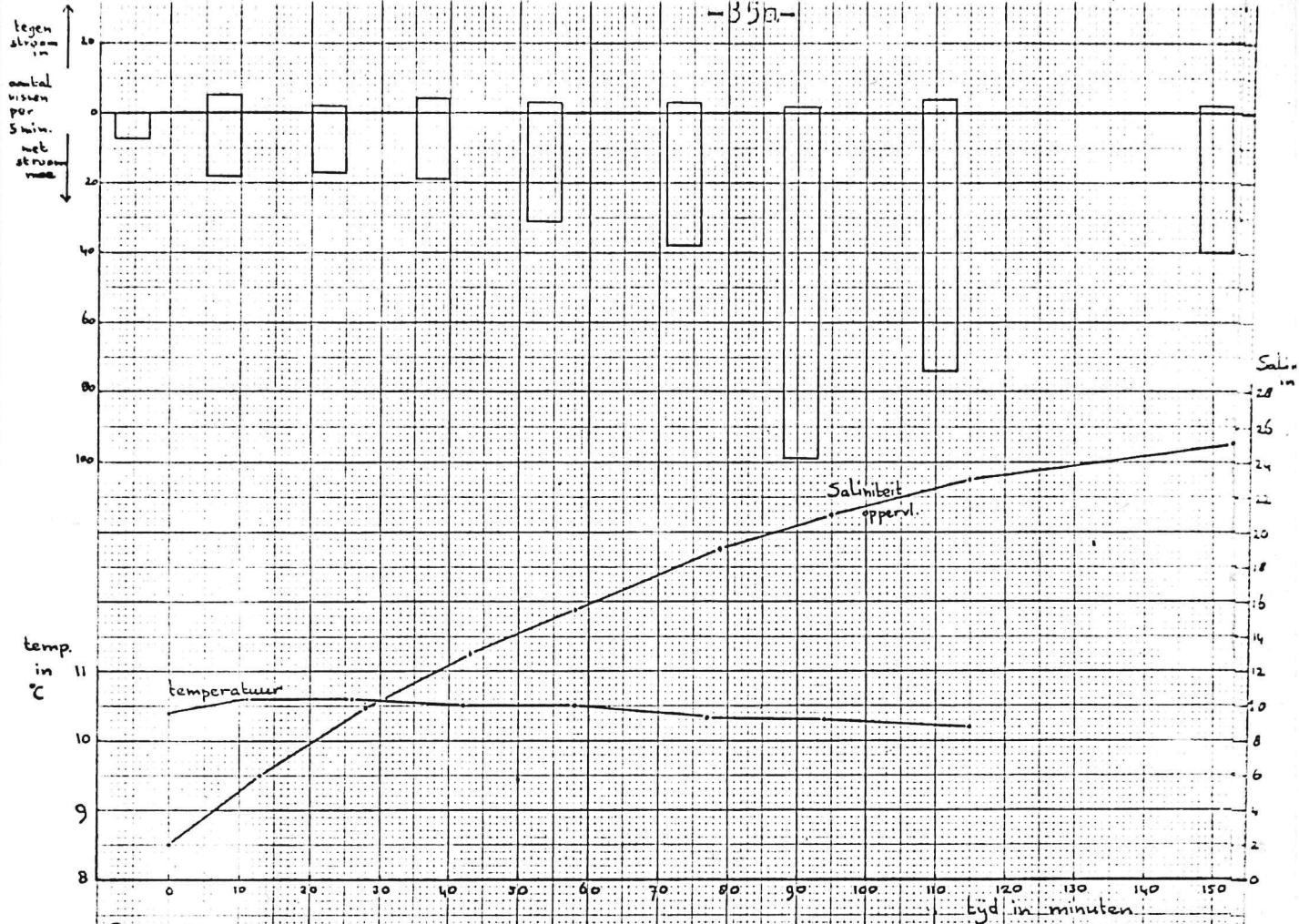
Boonjes
BO II - 17

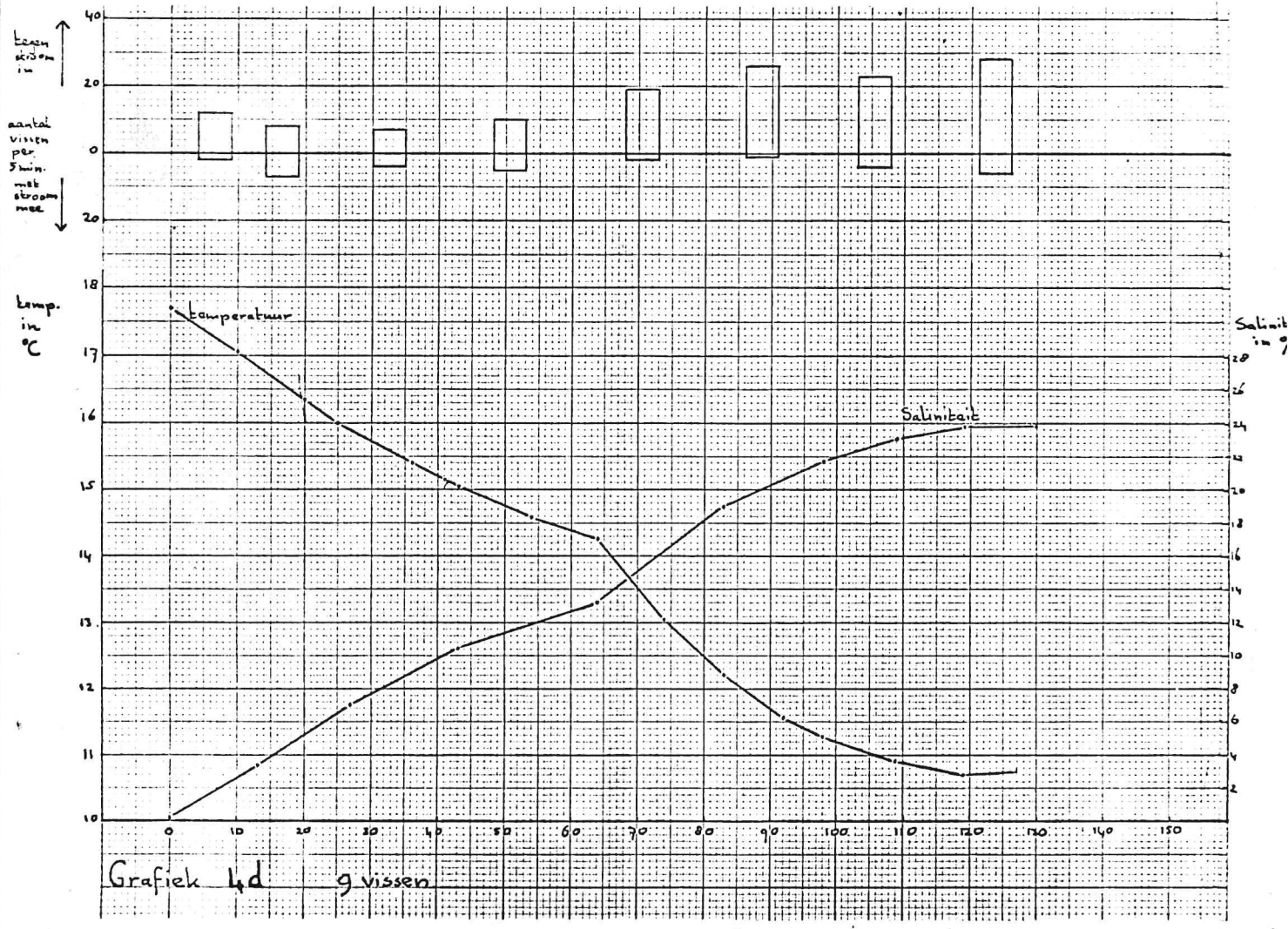
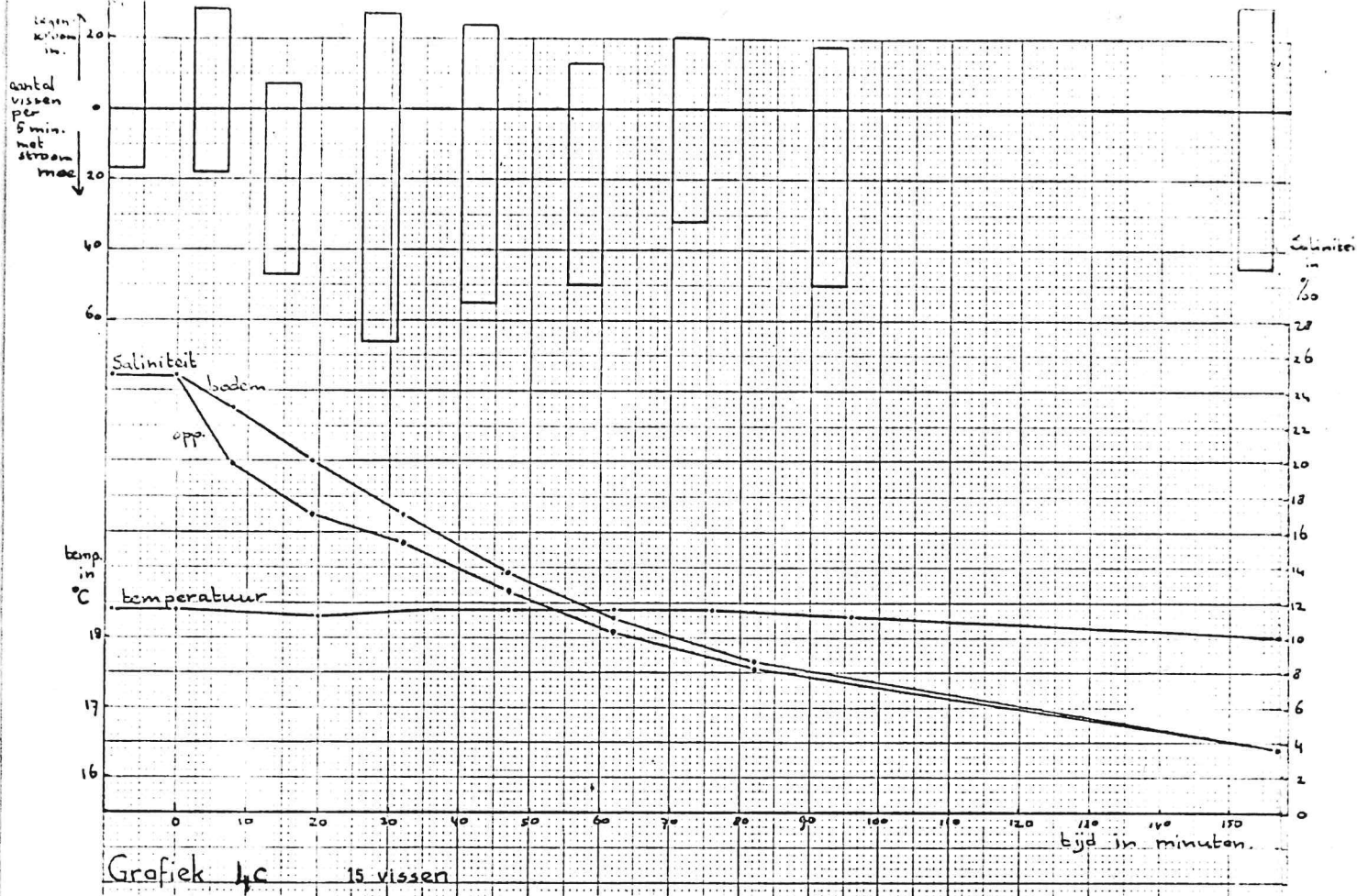
Spokenmen
van de
buiten.

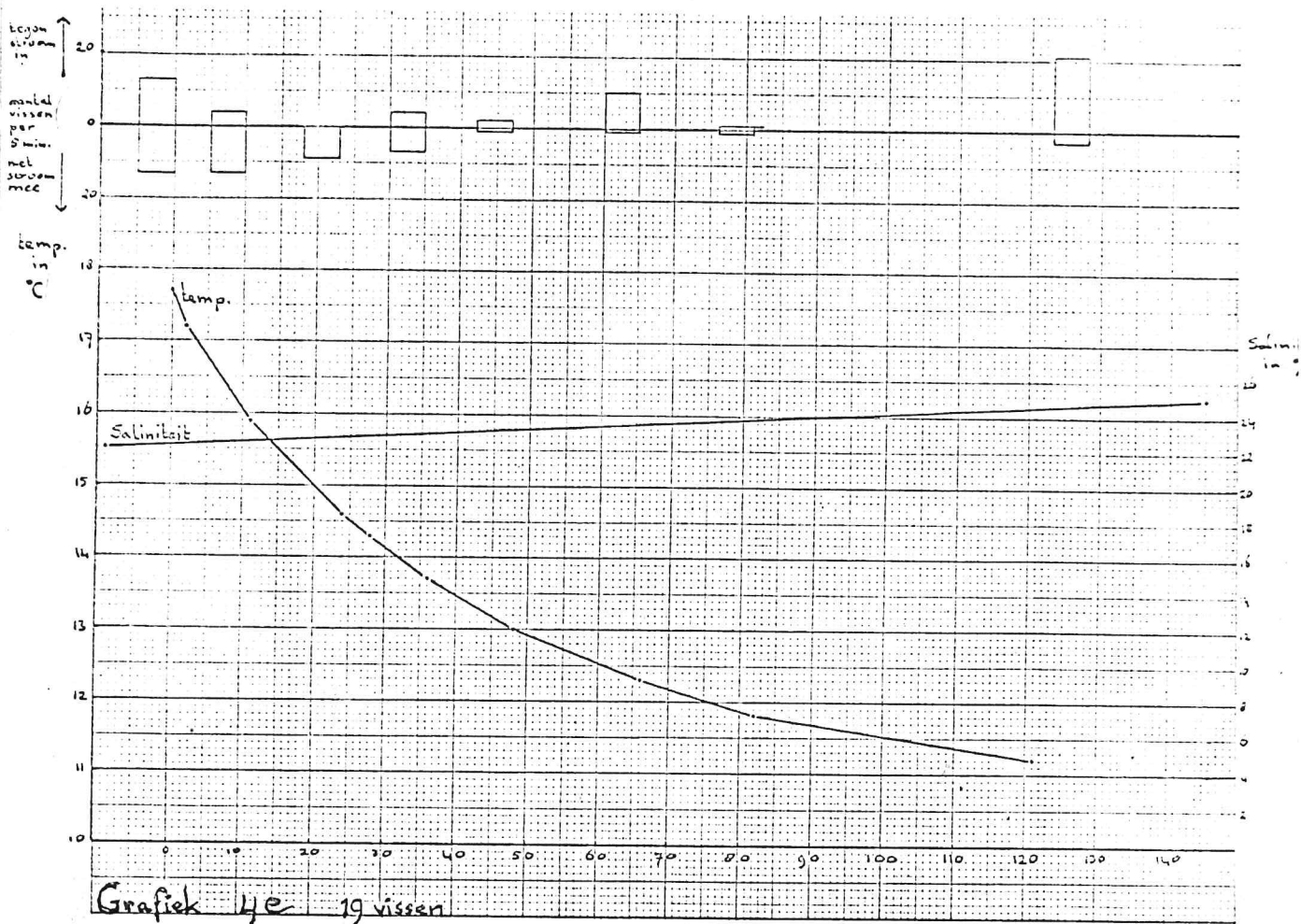
Spokenmen
de kaden



gemiddeld aantal vissen per meter diepte







Groelverloop spiering

— zoospiering
 - - - zoospiering met paars
 binnen spiering

