

TOEPASSING VAN  
HET ECHOLOOD IN DE PRACTIJK  
BIJ HET OPSPOREN  
VAN VIS

P. A. DE BOER  
Adjunct-Inspecteur der  
Visserijen

MINISTERIE VAN LANDBOUW, VISSERIJ EN VOEDSELVOORZIENING  
INSPECTIE DER VISSERIJEN IN HET 1<sup>E</sup> DISTRICT

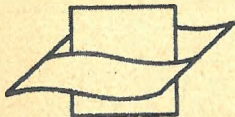


*C. Vis.*

TOEPASSING VAN  
HET ECHOLOOD IN DE PRACTIJK  
BIJ HET OPSPOREN  
VAN VIS

223805

P. A. DE BOER  
Adjunct-Inspecteur der  
Visserijen



**Vlaams Instituut voor de Zee**  
*Flanders Marine Institute*



STAATSDRUKKERIJ

UITGEVERIJBEDRIJF

MINISTERIE VAN LANDBOUW, VISSERIJ EN VOEDSELVOORZIENING  
INSPECTIE DER VISSERIJEN IN HET 1<sup>E</sup> DISTRICT



WISCONSIN STATE UNIVERSITY  
MADISON, WISCONSIN

## INHOUD

	<i>Blz.</i>
Voorwoord . . . . .	4
Paragraaf	
1. Voortplanting van het geluid . . . . .	5
2. Voortplantingssnelheid van het geluid onder water . . . . .	6
3. Geluidsoverdragers of oscillatoren . . . . .	7
4. Principe schema van de echolood-installatie . . . . .	11
5. Tijdmeting, diepteaanwijzing . . . . .	12
6. Echolood-papiersoorten . . . . .	13
7. Andere methode van aanwijzing der echo's . . . . .	14
8. Tastbereik. Geluidstralen-bundeling . . . . .	16
9. Registrering van het bodemprofiel op echogram . . . . .	18
10. Registrering van enkele vis, visscholen, enz. . . . .	21
11. Onderscheiding van verschillende vissoorten . . . . .	24
12. Reacties van vissen op het geluid . . . . .	25
13. Enige typen echoloden van belang voor de visserij . . . . .	26
14. Gebruik van het echolood bij de trawlvisserij op pelagische vis . . . . .	27
15. Gebruik van het echolood bij de haringdrijfnetvisserij . . . . .	29
16. Gebruik van het echolood bij de zwevende trawl . . . . .	30
17. Gebruik van het echolood bij de trawlvisserij op platvis . . . . .	30
18. Keuze van echolood . . . . .	31

## VOORWOORD

Het belang van de toepassing van het echolood in de praktijk bij het opsporen van vis is in de laatste paar jaren nationaal, zowel als internationaal, zodanig op de voorgrond getreden, dat het noodzakelijk is geworden hier niet alleen de visser op attent te maken, maar hem tevens omtrent de toepassing te instrueren.

Het is n.l. gebleken, dat een visser door middel van een goed gevoelig, eenvoudig te bedienen en gemakkelijk af te lezen echoloodapparaat in minder visuren een belangrijk grotere vangst kan verkrijgen, dan zonder dit apparaat.

Hiertoe is echter nodig een goed begrip te hebben van wat op het echolood is te zien, hoe men de verkregen aanwijzingen moet uitleggen en op welke wijze men het apparaat moet instellen om de beste aanwijzingen te krijgen.

Aangezien in de praktijk door de verschillende leveranciers van echoloden steeds voor onderhoud en reparatie de nodige service wordt gegeven, zal ik me, wat de techniek van het apparaat betreft, slechts bepalen tot het uiteenzetten van het principe, waarop het echolood berust, speciale aandacht besteden aan het gebruik in de praktijk en het uitleggen van de verkregen aanwijzingen.

Daar tegenwoordig in een vrij snel tempo steeds gevoeliger en meer moderne echoloodapparaten op de markt komen, die echter alle op hetzelfde principe berusten, zal ik volstaan met hier en daar een bepaald apparaat te noemen met zijn speciale eigenschappen.

Het is ondoenlijk in kort bestek dit onderwerp volledig te bespreken. Daarom heb ik aan het eind een lijst van „Bronnen en studiemateriaal” toegevoegd voor degenen, die een bijzondere studie over dit onderwerp wenselijk achten. De daarin genoemde boeken en tijdschriften zijn aanwezig in de bibliotheek van de Directie der Visserijen, Wassenaarseweg 18, 's-Gravenhage. Deze geschriften behoren naar mijn mening ook aanwezig te zijn op de visserijscholen, als ze daar nog niet mochten zijn.

## § 1. Voortplanting van het geluid

Bij het echolood wordt gebruik gemaakt van de onderwateracoustiek, d.w.z. de voortplanting van acoustische (geluids-)trillingen onder water.

Het geluid plant zich niet alleen in lucht, maar in ieder materiaal voort, behalve in het luchtleedig. Dit laatste verschijnsel kunnen we aantonen met een bekende schoolproef. Stelt men n.l. in een glazen klok een elektrische schel op en laat men deze bellen, dan ziet men de klepel zich bewegen en kan men een klingeltoon horen. Wordt nu de lucht uit de klok weggepompt, dan blijft men zien, dat de klepel zich beweegt en tegen de bel slaat, doch men hoort geen klingeltoon meer.

In het luchtleedig kan zich geen geluid voortplanten, wel echter in ieder medium (vaste en vloeibare stoffen, zowel als gassen). Bekend is de voortplanting van aardschokgolven. Ook zal men zich de vertelling van Karl May herinneren, die verhaalt, hoe rijdende Indianen op grote afstand gehoord konden worden door met het oor op de grond te gaan liggen. Ik herinner verder aan de poging met de spoorrails, waarbij het zou gelukken de rijdende trein op grote afstand te horen naderen. Ik betwijfel echter of dit effect werkelijk duidelijk optreedt. De rijdende trein kan ontegenzeggelijk op grote afstand gehoord worden als de rails oneindig lang is. De rails zijn echter aan elkaar verbonden en iedere onderbreking zal een belangrijke hindernis voor de geluidsvoortplanting zijn. Ik wijs daarmede op een tweede belangrijke eigenschap, die voor de geluidsvoortplanting geldt. De eerste, die voor het echolood noodzakelijk was, bestond daarin, dat het geluid zich in ieder medium kan voortplanten, om het even of dit gas is of vloeibare of vaste stoffen. De tweede eigenschap luidt, dat de geluidsgolven in het medium willen blijven, waarin ze worden uitgezonden (fig. 1). Is het geluid in het

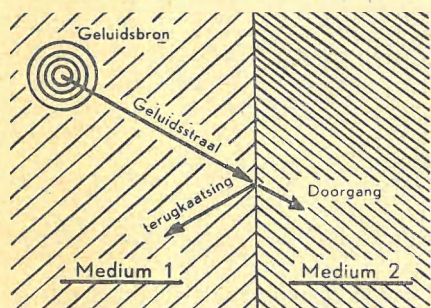


FIG. 1

water, dan verlaat het dit medium slechts moeilijk en treedt b.v. nauwelijks over in de omringende lucht. Omgekeerd dringt het geluid bijna niet uit de lucht het water binnen. Het geluid verzet zich in zekere mate er tegen het medium te verlaten en bij iedere grens tussen het ene medium en het andere treedt een terugkaatsing van het geluid op. Bij ieder scheidingsvlak gaat een deel van het geluid in het andere medium over, een ander deel wordt teruggekaatsd en de terugkaatsing is des te sterker hoe meer de media onderling in dichtheid verschillen. De geluidsterugkaatsing op het scheidingsvlak lucht/water c.q. water/lucht kan men praktisch aannemen op 100 %, d.w.z. het gehele geluid, dat het scheidingsvlak water/lucht treft, wordt teruggeworpen. Op een scheidingsvlak van b.v. zuurstof en stikstof zal ook een geluidsterugkaatsing plaatsvinden. Daarbij zal echter omgekeerd het grootste deel van het geluid van het ene medium, laten we zeggen zuurstof, in het andere medium, de stikstof, overgaan en slechts een klein gedeelte van het geluid wordt teruggekaatsd. Hetzelfde vindt men, als het geluid in het water zich in een laag warm water voortplant en daarbij op een scheidingsvlak van warm naar koud water stoot. Het grootste gedeelte zal in het koude water overgaan, een deel echter wordt teruggekaatsd.

Treedt nu op het scheidingsvlak tussen water en zeebodem een sterke en uitgesproken reflectie (terugkaatsing) op of gaat het geluid bijna onverzwakt van het water in de zeebodem over?

De beantwoording van deze vraag was beslissend voor het echolood. Bij het begin van deze eeuw heeft men hierover geen oordeel kunnen uitspreken. Thans kan men nog

niet met getallen aangeven, hoeveel procent van het geluid in de zeebodem dringt en hoeveel procent gereflecteerd wordt. Wel is echter bekend, dat het gereflecteerde aandeel groot genoeg is om bij de tegenwoordige echoloden een aanwijzing van de bodemecho te verkrijgen. Verder is bekend, dat de sterkte van de echo in hoge mate afhankelijk is van de aard van de zeebodem. Bij een rotsachtige bodem treden sterke echo's op en bij slappe grond kan de echo zo zwak zijn, dat het bij het echolood moeilijk is een duidelijke aanwijzing te krijgen.

Nadat het duidelijk was geworden, dat geluidsgolven in het water zich voortreffelijk en op grote afstand bijna onverzwakt kunnen voortplanten en nadat men met de mogelijkheid rekening was gaan houden, dat op de zeebodem een geluidsreflectie plaats vindt, zou de gedachte zijn ontstaan de voortplantingssnelheid van het geluid in het water te meten.

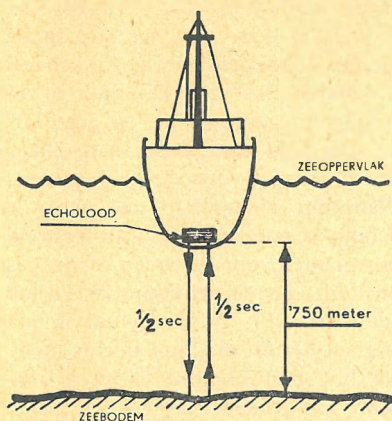


FIG. 2

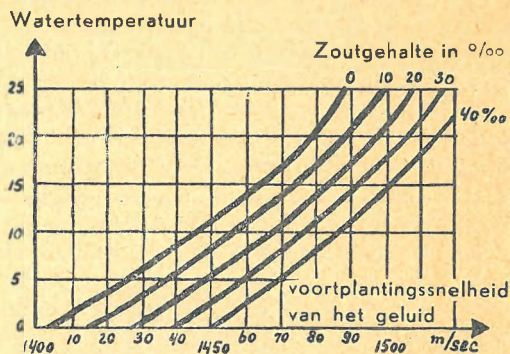


FIG. 3

## § 2. Voortplantingssnelheid van het geluid onder water

Het schijnt, dat reeds in 1807 de Franse natuurkundige Jean F. Arrago voorstelde om de geluidsgolven onder water te gebruiken om afstanden en diepten te meten.

Ongeveer 20 jaar later deden de geleerden Calladon en Sturm proeven in het meer van Genève om de voortplantingssnelheid van trillingen in het water te bepalen; zij vonden hiervoor 1435 meter per seconde.

Het is nodig de voortplantingssnelheid van geluidstrillingen onder water te kennen, om afstanden te kunnen meten.

Deze geluids- of acoustische trillingen zijn te verdelen in: sonore of wel hoorbare trillingen (frequenties van 20 tot 15.000 trillingen per seconde) en ultrasonore trillingen, welke door het menselijk oor niet meer gehoord kunnen worden (frequenties van 15.000 tot 100.000 trillingen per seconde en hoger).

Men zendt een korte stoot acoustische trillingen, ook wel „puls” genoemd, uit, die zich in het water voortplant met een snelheid van  $v$  meter per seconde. Men wacht nu tot de trillingen na terugkaatsing (b.v. bij een echolood tegen de bodem der zee) weer opgevangen worden (zie fig. 2); de trillingen, welke men na terugkaatsing weer opvangt, worden echo's genoemd (vandaar het woord echolood). Als nu de tijd, welke verstreken is tussen het moment van uitzenden en het moment van ontvangen, gelijk is aan  $t$  seconden, dan volgt hieruit, dat de afstand  $a = \frac{1}{2} v.t.$



De factor  $\frac{1}{2}$  is het gevolg van het feit, dat de trillingen de weg tweemaal afgelegd hebben, n.l. éénmaal heen en éénmaal terug. Nemen we een getallenvoorbeeld:

$$\begin{aligned}v &= 1500 \text{ meter per seconde,} \\t &= 1 \text{ seconde,}\end{aligned}$$

dan duurt zowel de heen- als terugweg dus 0,5 seconde; in 0,5 seconde wordt afgelegd 750 meter; de gemeten diepte bedraagt dus 750 meter.

Het is dus nu duidelijk, waarom eerst de voortplantingssnelheid van trillingen onder water bepaald dient te worden, voordat men afstanden en diepten kan meten.

Het is wel aardig om te vernemen, hoe in 1826 door Calladon en Sturm deze voortplantingssnelheid bepaald werd. De trillingen werden uitgezonden door een klok, welke onder water was opgesteld; op enige afstand van de klok bevond zich de waarnemer, die luisterde aan een buis, welke zich in het water bevond. Op het moment, dat de klok begon te luiden, werd een buskruitvlam ontstoken, zodat de waarnemer het tijdstip van het begin van het luiden kende; hij wachtte nu tot hij in zijn oren ook de klok hoorde en mat de tijd, verstreken tussen het zien van de buskruitvlam en het horen van de klok en kon hieruit, daar de afstand bekend was, de voortplantingssnelheid berekenen.

De juiste kennis van de voortplantingssnelheid van het geluid in het water is van grote betekenis voor het echolood.

Fig. 3 geeft een overzicht, hoe de snelheid van het geluid met de temperaturen en het zoutgehalte verandert. In koud water en zoutgehalte nul is de geluidssnelheid ongeveer 1400 m per seconde en in warm water met sterk zoutgehalte 1520 m per seconde. Hieruit volgt, dat als we ons echolood instellen op een voortplantingssnelheid van 1400 m per seconde, dus op koud water met zoutgehalte nul en hadden we een diepte van 15,20 m, dan zou het in de Roode Zee bij warm water en hoog zoutgehalte ongeveer 14 m aanwijzen. Stelt men het echolood in op een gemiddelde geluidssnelheid van b.v. 1460 m, dan kunnen bij veranderde wateromstandigheden in de praktijk fouten van maximaal 4 % optreden dit wil zeggen een diepteaanwijzing van b.v. 10 m water onder de kiel kan ook 9,60 of 10,40 m bedragen. Deze onnauwkeurigheid wordt in de praktijk geaccepteerd.

### § 3. *Geluidsoverdragers of oscillatoren*

Het zoeken was nu eerst naar een eenvoudig apparaat om acoustische trillingen in het water te brengen en wel met een zo groot mogelijke energie.

In 1907 construeerde in Amerika professor R. A. Fessenden een electro-dynamische overdrager. Aan deze overdrager werden elektrische trillingen toegevoerd en deze werden aan het water als acoustische trillingen overgedragen, analoog aan zoals dat bij een luidspreker geschiedt. De frequentie van de door dit apparaat opgewekte trillingen bedroeg 540 trillingen per seconde of wel 540 Hertz (1 trilling per seconde is 1 Hertz, genoemd naar de Duitse geleerde, die deze eenheid het eerst heeft gebruikt). Nu is deze frequentie van 540 Hertz zeer laag; de tegenwoordige apparatuur om afstanden en diepten te meten werkt in een frequentiegebied van 14.000 tot 80.000 Hertz. De redenen, welke er toe geleid hebben om op veel hogere frequenties te gaan werken, waren de volgende:

1. Men kan op deze hogere frequenties een bepaalde kleine frequentieband gebruiken, zodat men minder last heeft van het geruis, dat door het schip zelf gemaakt wordt en dat het sterkst is op lagere frequenties. Dit geruis is het gevolg van het draaien der schroeven, het lawaai der machines en het langs stromende en tegen de huid klot-sende water; verder zijn er altijd geluiden in de zee zelf aanwezig tengevolge van stromingen, golven, enz. In fig. 4 ziet men bij een echolood van 14 kHz. 1 kHz = 1 kilo

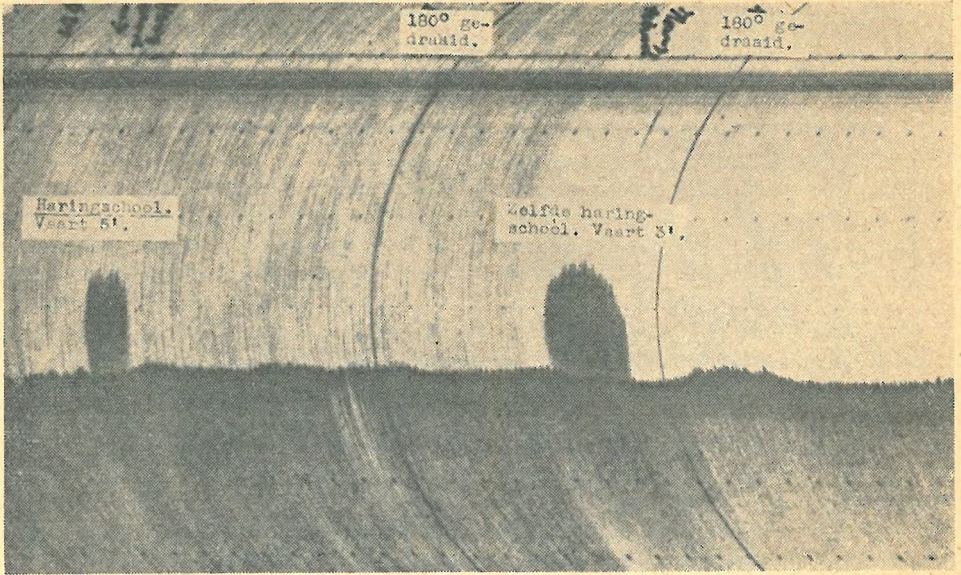


FIG. 4

Hertz = 1000 Hertz, ook wordt veel de Engelse term kc/s of kortweg kc = 1000 cycles of 1000 trillingen gebruikt), dus nog in het sonore gebied liggende, duidelijk bij 5 mijlsvaart een verkleuring over de gehele papierbreedte, tengevolge van het geruis van de schroef in het water; deze is bijna weg bij 3 mijlsvaart. (Als merkwaardigheid is hierop te zien, hoe een school haring van 90 m lengte en ongeveer 6 m hoogte wordt aangelood en daarna met 3 mijlsvaart wordt teruggevonden.)

2. Om een echo te verkrijgen is het natuurlijk van belang, dat zoveel mogelijk energie in één richting uitgezonden wordt en wel in de richting, waaruit men een echo verwacht te krijgen. Men noemt dit bundeling der stralen. In fig. 5 ziet men, hoe het geluid zich in het water voortplant bij verschillende frequenties. Bij hogere frequentie vormen zich z.g. lobben, die ten opzichte van de centraal uitgezonden bundel hoe langer hoe kleiner worden naarmate de frequentie hoger wordt, dus het richtingseffect wordt groter bij hogere frequenties, terwijl de kleine lobben alleen op zeer ondiep water hun invloed doen gelden. Om nu tot een goede bundeling te komen, is het nodig, dat de afmetingen van de overdrager groot zijn ten opzichte van de golflengte der trillingen in

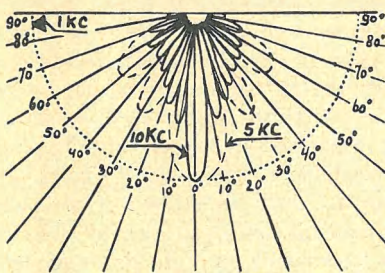


FIG. 5

het water, of omgekeerd: als men een overdrager van bepaalde afmetingen heeft, is het voordelig, wanneer men een goede bundeling wil verkrijgen, om een zo hoog mogelijke frequentie te kiezen. Een hoge frequentie betekent n.l. een kleine golflengte, aangezien het product van golflengte en frequentie constant is, n.l. gelijk aan de voortplantingssnelheid van het geluid in het water.

Hoe groter dus de straalvlakke van de overdrager is en wel in verhouding tot de lengte van de geluidsgolf, hoe groter is de richtsterkte.

Het geluid heeft in het water een snelheid van ongeveer 1500 m per seconde, zodat het geluid van 1500 trillingen per seconde een golflengte van 1 m heeft. Is de frequentie 10 maal hoger, dus 15.000 trillingen per seconde, dan is de golflengte precies 10 maal kleiner, dus 10 cm en bij een frequentie van 30.000 trillingen per seconde, die heden zeer vaak bij het echolood wordt gebruikt, hebben we een golflengte van 5 cm. Het straalvlak van de tegenwoordige overdragers is ongeveer  $8 \times 16$  cm of rond 2 golflengten.

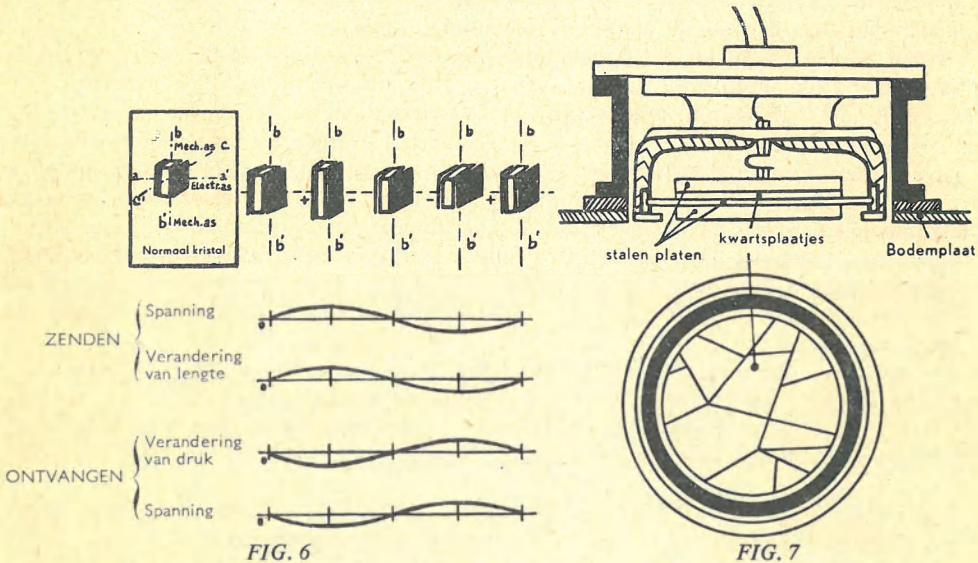
Het verschijnsel, dat trillingen met hoge frequentie sterker gericht worden dan die met lage, kunt U bij Uw radio-toestel ook waarnemen. Als U naar muziek luistert, zult U overal in de kamer de lage tonen goed horen, echter zult U, als U zich op de hartlijn van de luidspreker bevindt, veel meer hoge tonen horen, dan op een andere plaats in de kamer.

Op het eind van de eerste wereldoorlog construeerden de Fransen Langevin en Chilowski voor het eerst een overdrager, welke een flinke energie bij hoge frequentie kon leveren. De frequentie, die zij gebruikten, was 15.000 Hertz, een frequentie, die jonge mensen nog net kunnen horen, oudere mensen echter kunnen deze zeer hoge toon niet meer horen.

De overdrager van Langevin en Chilowski maakte gebruik van het piëzo-electrisch effect van kwarts, waaraan vele onderzoeken werden gedaan in die tijd door Jacques en Pierre Curie.

Het piëzo-electrisch effect van kristallen van stoffen als kwarts, Rochelle- of Seignette-zout, tourmalijn, e.d. openbaart zich als volgt:

Door druk uit te oefenen op twee tegenover elkaar gelegen vlakken van het kristal neemt men tussen twee andere vlakken van het kristal een elektrische spanning waar; dit effect is omkeerbaar; zet men een elektrische spanning tussen twee vlakken, dan zet het kristal uit of krimpt in een bepaalde richting, afhankelijk van de polariteit der spanning (fig. 6). Als men nu op zo'n kristal een wisselspanning zet, dit wil zeggen een spanning, die van polariteit wisselt met de frequentie van die wisselspanning, dan heeft dit tot effect, dat het kristal dus uitzet en krimpt in het rythme van de frequentie van de wisselspanning. Plaastst men dit trillende kristal nu in het water, dan ontstaat dus periodiek achtereenvolgens een overdruk en een onderdruk in het water; het water, dat



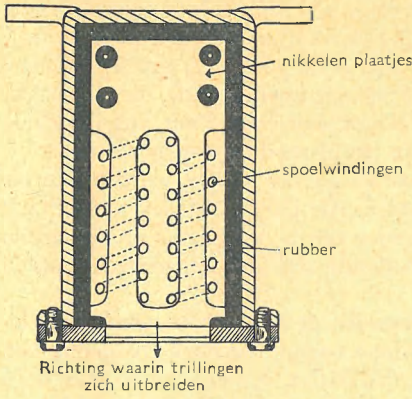


FIG. 8

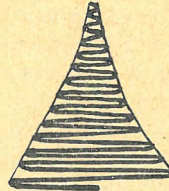


FIG. 10

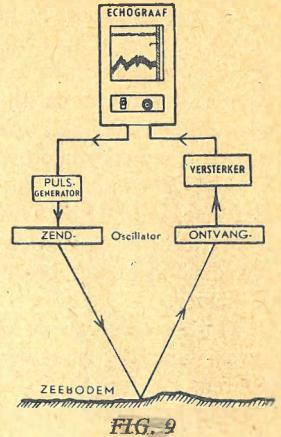


FIG. 9

zich voor het kristal bevindt, wordt verplaatst en verplaatst daarna het volgende deel water; de verstoring plant zich dus voort. Hetzelfde verschijnsel ziet men, als men een steen in het water gooit en de ringen steeds groter ziet worden; het verschil is echter, dat men in het eerste geval te maken heeft met verplaatsing van het water „in” de voortplantingsrichting en in het tweede geval met de verplaatsing van het water, „loodrecht op” de voortplantingsrichting van de verstoring. Het eerste geval noemt men een longitudinale, het tweede geval een transversale trilling.

Deze kristallen en speciaal het kwarts maakten het dus mogelijk een betrekkelijk kleine overdrager te construeren, die een flinke energie kon afgeven en een goede bundeling der stralen gaf, aangezien men een hoge frequentie kon gebruiken. De praktische uitvoering van de overdrager van Langevin bestond uit een aantal kwartsstroken tussen staalplaten geklemd (fig. 7).

In den beginne werd met kwarts-overdragers gewerkt, later, vanaf 1933, ook met magneto-strictieve overdragers. Evenals we bij kwarts gezien hebben, dat het uitzet en krimpt afhankelijk van de aangelegde spanning, vinden we, als we een nikkelen buis of een pakket nikkellamellen (nikkelplaatjes) bewikkelen met draad (fig. 8) en door deze draad een elektrische stroom sturen, dat de nikkelen buis onder bepaalde voorwaarden uitzet en krimpt, afhankelijk van de richting van de elektrische stroom.

Om U een indruk te geven van de prestaties van overdragers volgen hier enkele gegevens. Een energie-intensiteit van 10 watt per vierkante cm aan het oppervlak van de overdrager, ongeveer de maximum energie-intensiteit, welke het water onder bepaalde omstandigheden toelaat, betekent, dat de energie, die per tijdseenheid door een oppervlak van 1 vierkante cm gaat loodrecht op de voortplantingsrichting, 10 watt bedraagt. Ter vergelijking diene, dat een luidspreker op kamerssterkte een energie-intensiteit levert van ongeveer 0.000.000.002 watt per vierkante cm en een kanonschot 0.001 watt per vierkante cm.

De energie-intensiteit bij de overdrager is dus 5 milliard maal zo groot als bij een luidspreker op kamerssterkte en 10.000 maal zo groot als bij een kanonschot.

Om het afstandsbereik van het echolood zo groot mogelijk te maken moet men zoveel mogelijk energie in het water brengen, waartoe twee middelen ten dienste staan:

1°. de afmetingen van de overdrager zo groot mogelijk kiezen; deze afmetingen worden echter grotendeels beperkt door de eisen van de scheepsbouwers;

2°. de energie-intensiteit zo hoog mogelijk opvoeren; hieraan wordt echter een grens gesteld door het optreden van cavitatie in het water, hetzelfde verschijnsel, dat zich kan voordoen bij schroeven van schepen, waardoor zelfs gaten en putten in het schroefoppervlak kunnen ontstaan. Zodra cavitatie in het water optreedt, kunnen de acoustische trillingen zich niet meer uitbreiden, zodat de cavitatie de maximaal toelaatbare energie-intensiteit bepaalt. Dit is zoals reeds gezegd 10 watt per  $\text{cm}^2$ .

Heeft men nu een zo gunstig mogelijke overdrager geconstrueerd, dan blijkt, dat met een echolood onder redelijke omstandigheden afstanden bereikt kunnen worden van ongeveer 1500 meter. Dat men niet verder kan komen dan deze afstand heeft verschillende oorzaken, o.a.:

- 1°. De uitgestraalde energie wordt beperkt door de afmetingen van de overdrager tengevolge van de eisen van de scheepsbouwer en door het optreden van cavitatie, waardoor men slechts kan werken met een energie van enkele honderden watts.
- 2°. Het medium water blijkt een sterke demping op te leveren voor acoustische trillingen (tengevolge van de viscositeit en de onvolmaakte elasticiteit) en deze demping blijkt sterk toe te nemen met de frequentie der trillingen. Metingen hebben aangetoond, dat bij eenzelfde uitgestraalde energie het energie-verlies bij 100.000 Hertz over 50 meter, even groot is als bij 10.000 Hertz over 1000 meter! Door de frequentie hoger te kiezen bereiken we dus, dat de bundeling beter wordt; de intensiteit gaat echter sterk achteruit, zodat van winst eigenlijk geen sprake is.
- 3°. Verstrooiing van de geluidstrillingen in het water tengevolge van dichtheidsverschillen (b.v. lagen van warm en koud water) en door de invloed van onreinigheden, plankton e.d. en de aanwezigheid van luchtbelllen in het water.

#### § 4. *Principe schema van de echolood-installatie*

We hebben dus nu gezien, dat het geluid zich kan voortplanten in het water; we hebben de voortplantingssnelheid onder water in beschouwing genomen en besproken, hoe het geluid in het water kan worden voortgebracht door een overdrager, die we in den vervolge zend-oscillator (oscilleren is slingeren, schommelen) zullen noemen, terwijl we reeds hebben aangestipt, dat de echo van het geluid, die terugkomt van de zeebodem of van een andere reflector, die zich tussen de zend-oscillator en de zeebodem bevindt, wordt opgevangen door een tweede gelijke overdrager, die de ontvangen druk weer omgekeerd kan omzetten in elektrische stroompjes. Deze tweede overdrager noemen we in den vervolge de ontvang-oscillator.

Wat gebeurt er nu verder?

Bezien we figuur 9 en gaan we van de zend-oscillator een kleine stap terug, dan zien we de pulsgenerator. In dit apparaat wordt een condensator opgeladen tot 1000 volt. Door middel van een contact, dat op het juiste moment in de echograaf (of schrijf-apparaat, het toestel voor de eigenlijke meting en registrering van de diepte) gesloten wordt, zal deze condensator zich ontladen, waardoor een stoot (puls) wordt verwerkt over de geluidszender. De hoge ontladestroom veroorzaakt in het nikkelpakket van de besproken magnetostrictieve zend-oscillator een sterk samentrekken van het nikkelblok. Het gehele nikkelblok wordt een onderdeel van een millimeter verkort. Volgend op deze verkorting slingert de zender op zijn eigen frequentie vrij uit (zie fig. 10). Tengevolge hiervan plant zich een geluidsimpuls met een grote aanvangsamplitude in het water voort. Na terugkaatsing op de zeebodem treft de impuls op de precies gelijk afgestemde ontvang-oscillator. Van deze korte geluidsstoot wordt tengevolge van het in- en uitslingeren van de ontvang-oscillator een minstens dubbel zo lange impuls geleverd aan de

versterker in de vorm van een wisselstroompje. Uiteraard is dit stroompje zeer zwak, doch wordt in de versterker van de tegenwoordige apparaten van 10 tot 100 miljoen maal versterkt. Dit versterkte stroompje van zeer korte duur gaat naar de schrijfstift in de echograaf.

Deze schrijfstift draait met een bepaalde snelheid op een schijf of op een band (afhankelijk van het fabrikaat) rond en komt gedurende een gedeelte van de omlooptijd te lopen over een geleidende papierstrook, welke laatste over een metalen plaat loopt. Wordt nu een echo opgevangen, dan gaat de stroom door de schrijfstift en het papier en wordt door de metalen plaat afgevoerd naar de aardleiding. Op het moment, dat het stroompje van korte duur doorgaat, verkleurt het papier of brandt dit in (waarover later), waardoor de echo zichtbaar wordt op de juiste diepte, af te lezen op de schaal van de echograaf.

### § 5. Tijdmeting, diepteaanwijzing

Wordt een korte geluidsimpuls door de zend-oscillator, die in de bodem van het schip is ingebouwd, loodrecht naar beneden in het water uitgezonden, dan zal deze langs 2 wegen bij de ontvang-oscillator, die op een bepaalde afstand van de zend-oscillator op gelijke hoogte in de bodem van het schip is ingebouwd, terechtkomen:

1°. volgens de directe weg dit wil zeggen rechtstreeks van de zender naar de ontvanger (dit begrip wordt aangeduid met „nulgeluid”);

2°. als echo van de zeebodem.

Nu is, om als voorbeeld te nemen, bij het z.g. lichtflitsecholood een neonlampje bevestigd op een met een bepaalde snelheid draaiende schijf, dat steeds dan oplicht als een echo binnenkomt, of beter uitgedrukt, wanneer de een of andere geluidsimpuls de ontvang-oscillator treft. De neonbuis draait. Iedere keer, als de neonbuis het nulpunt van de schaal passeert (zie fig. 11 rechter helft), wordt een geluidsimpuls uitgezonden en licht het lampje op bij de nul van de schaal (nulgeluid). De draaisnelheid van de neonbuis kan binnen wijde grenzen naar genoegen gekozen worden. Wordt de draaiing zo gekozen, dat de neonbuis in precies 1 seconde eenmaal

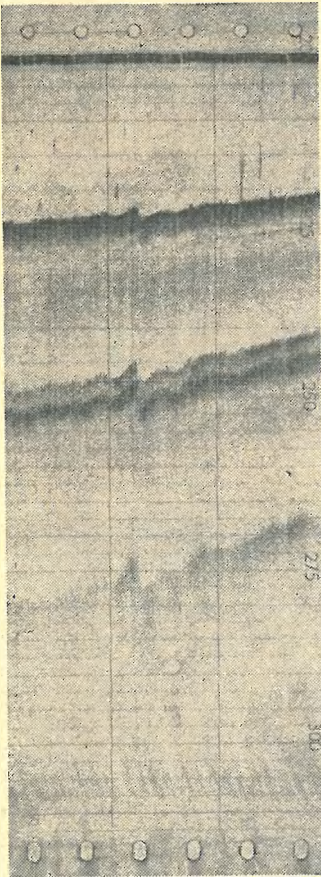


FIG. 11a

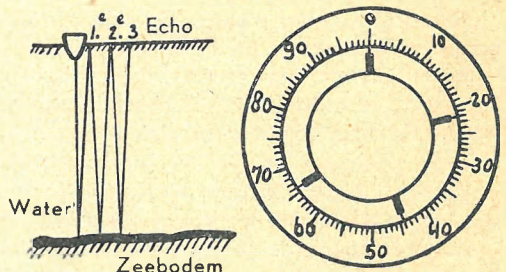


FIG. 11

omloopt, dan zou precies op het eind van de omdraaiing de echo binnenkomen, welke bij een diepte van 750 m behoort. De hele cirkelvormige schaal reikt bij zo'n omdraaiing van 0 tot 750 m. Bij kleinere diepte komt de echo vroeger aan. Bij een diepte van b.v. 375 m moet de neonbuis recht onderaan oplichten. Blijft de diepte constant 375 m, dan zal de neonbuis precies om de seconde steeds onderaan de schaal bij 375 m eenmaal oplichten. Is de diepte nu b.v. 10 m, dan komt de echo zeer snel na de geluidsuitzending weer binnen en de neonbuis zou op de plaats 10 m precies om de seconde oplichten.

De geluidsimpuls gaat naar de zeebodem, keert als echo terug en wekt dan de ontvanger op. Naast de ontvanger is de scheepshuid en daarnaast de grote wateroppervlakte. Tegen deze vlakten wordt de geluidsimpuls ook weer en voor bijna 100 % gereflecteerd. Er loopt dan om zo te zeggen een nieuwe impuls naar de zeebodem, wordt daar gereflecteerd en wekt nogmaals als 2de echo de ontvanger op, enz. (zie fig. 11 linker helft).

Bij de moderne echoloden kan men tengevolge van de hoge gevoeligheid bij geringe diepten dikwijls 10-voudige echo's ontvangen. Wil men alleen de diepte weten, dan moet men de versterkingsgraad langzaam vanaf nul vergroten. Bij toenemende gevoeligheid komt dan eerst de 1ste echo te zien, daar deze de sterkste is. Men heeft dan in fig. 11, rechter helft, slechts b.v. een aanwijzing bij 22 m. Eerst als men de versterker opdraait, verschijnt ook nog een aanwijzing bij 44 m en daarna bij 66 m. Heeft men zich aan dit beeld gewend, dan storen de nevenaanwijzingen niet meer. Men weet immers, dat de eerste aanwijzing de juiste diepte aangeeft.

Bij het echolood-schrijffapparaat, beter aangeduid met echograaf, glijdt de zich op een draaiende schijf of band bevindende schrijfstift gedurende een bepaald gedeelte van de omloopstijd over het papier. De installatie is zo gebouwd, dat steeds precies op het moment, dat de schrijfstift het nul-merk op het papier passeert, de geluidsimpuls van het echolood wordt uitgezonden. Op dit ogenblik wordt de ontvanger door het z.g. nulgeluid getroffen. Dit nulgeluid bewerkt dus een verkleuring van het papier precies bij nul, zodat men een goede controle heeft of het nulpunt, dus de geluidsuitzending, ook op het juiste ogenblik plaats heeft. Keert een echo terug, dan geeft ook dit geluid een verkleuring. Het echoloodpapier wordt met een zeer gelijkmatige snelheid (meestal 30 cm per uur) voortbewogen. Daar de echo's bij gelijke diepte steeds met gelijke tussenpozen na de geluidsuitzending aankomen, liggen de echomarkeringen noodzakelijkerwijze steeds op dezelfde plaats, d.w.z. daar het papier zich langzaam voortbeweegt, ligt een echomarkering onmiddellijk naast de vorige markering. Het papier-transport is zo gering, dat in werkelijkheid zelfs iedere markering, die een zekere breedte heeft, de vorige markering gedeeltelijk overlapt. Tezamen krijgt men dan een samenhangende lijn van het diepteprofiel. Hierbij is op de schaalverdeling de diepte direct af te lezen. Op dezelfde wijze als hierboven besproken, kunnen ook meervoudige echo's worden geregistreerd.

## § 6. *Echolood-papiersoorten*

a) Oorspronkelijk werd bij de eerste echograaf een echolood-papiersoort gebruikt, dat bestond uit een gekleurd (b.v. rood) papier, dat met een witte waslaag was bestreken. Hierbij was de schrijfstift om een asje draaibaar en liep vrij van het papier. Kwam echter een echo binnen, dan draaide de schrijfstift, die over het papier liep, even om zijn asje, en krabde ter plaatse de waslaag weg, waardoor de rode achtergrond als een streepje zichtbaar werd. Dit waspapier had echter het nadeel, dat de was er ook gemakkelijk werd afgekrabd met de nagels of een scherp voorwerp. Tevens was de energie nodig om de schrijfstift te draaien bij het ontvangen van een echo veel groter dan bij de moderne echoloden, waar de elektrische stroom alleen maar door de schrijfstift moet lopen. Het

echo-lood met waslaag-papier is dus minder gevoelig. Hierom is dit soort papier dan ook practisch in onbruik geraakt.

b) Daarna kwam wit papier, dat gedrenkt is in een oplossing van kalium-jodide. Dit natte papier is dus geleidend. Loopt de stroom door bij het ontvangen van een echo, dan komt jodium vrij en tekent zich op het papier een duidelijke bruine verkleuring af. Bij het schrappen van de schrijfstift over dit natte papier hechten zich aan de punt van de schrijfstift kleine papiervezeltjes, die hierop een klontje vormen, terwijl ook papiervezeltjes zich vasthechten op de metalen plaat onder het papier. Wordt het apparaat afgezet, dan droogt het papier, zowel als genoemde papiervezeltjes, op. Voordat het apparaat weer aangezet wordt, moet eerst de papierrol doorgedraaid worden, zodat het natte gedeelte, van het papier weer ter hoogte van de schrijfstift komt. Doch tevens moet eerst het papier opgelicht worden en de papiervezeltjes op de metalen plaat met de punt van een natte zakdoek verwijderd en het klontje gedroogde papiervezeltjes van de punt der schrijfstift afgekrabd worden met de nagel. Gebeurt dit niet, dan zal de stroom niet of niet voldoende door kunnen gaan en geen of een slechte optekening op de papierrol is het gevolg. Dit soort papier maakt dus meerdere handelingen nodig, voordat het apparaat kan worden aangezet, hetgeen een nodeloze belasting voor de schipper betekent. Om dit echoloodpapier later nog eens te kunnen bestuderen, is het nodig het zo gauw mogelijk te drogen, daarna op te rollen en in het donker te bewaren. Aan het licht blootgesteld verkleurt het papier spoedig en wordt erg donker, terwijl in het donker bewaard de verkleuringen der echo's na enige tijd verbleken. Dit is ook een bezwaar. In hoofdzaak wordt deze papiersoort nog gebruikt bij de Hughes-echoloden (zie registrering in fig. 4).

c) Het tegenwoordig alom gebruikte echolood-papier is het speciale grafietspapier. Dit is een zwart, electrisch geleidend grafietspapier dat met een dunne, witte en electrisch geleidende laag is overtrokken. Zie registratie in fig. 11a. Bij de toestellen, die dit papier gebruiken, is de schrijfstift eigenlijk een dunne schrijfdraad, die aan een rondlopende band is bevestigd. Gaat de schrijfdraad over het papier en wordt de versterker opgewekt door een binnenkomende echo, dan wordt een zwart streepje op het papier zichtbaar, doordat het electrische stroompje een vonkje vormt, dat de dunne witte deklaag ter plaatse wegbrandt, waardoor de daaronder liggende zwarte grafietslaag zichtbaar wordt. Dit soort echoloodpapier vereist geen speciale zorg. Het blijft goed, de verkregen beelden vervagen niet. Om deze reden leent dit papier zich ook zeer goed voor latere bestudering en reproductie. Het blootgekomen grafiets heeft vanzelfsprekend wat af aan de handen. Dit kan echter geen onoverkomenlijk bezwaar zijn, temeer waar desgewenst het papier nog gefixeerd kan worden, waarbij het afgeven belangrijk vermindert.

De strook echolood-papier, waarop het bodemprofiel en eventueel beelden van plankton, enkele vissen of visscholen zijn afgetekend, noemt men een „echogram”.

„Graphein” is het Griekse woord voor „schrijven”. Vandaar „echogram” en „echograaf”.

## § 7. *Andere methode van aanwijzing der echo's*

Hierboven hebben we globaal gezien op welke wijze echo's kunnen worden zichtbaar gemaakt, 1ste met het z.g. lichtflits-apparaat en 2de met de echograaf. Hieraan kunnen we een derde type toevoegen.

Een der nieuwste typen echoloden maakt n.l. voor het zichtbaar maken van de echo's gebruik van de „electronenstraalbuis”. Deze speelt ook een grote rol bij electrische navigatiemiddelen, zoals Lorán en Radar.

De electronentheorie neemt aan, dat alle stoffen zijn opgebouwd uit zeer kleine



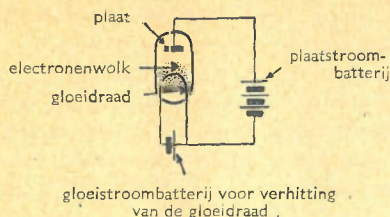


FIG. 12

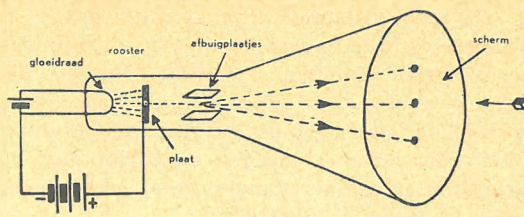


FIG. 13

deeltjes, de zgn. atomen. Een atoom bestaat weer uit een kerntje met positieve elektrische lading en één of meer electronen met negatieve elektrische lading, die in elliptische banen rondom dit kerntje bewegen. Electricch zijn de atomen neutraal, d.w.z. de positieve elektrische lading van de kern is even groot als de gezamenlijke negatieve elektrische ladingen van de electronen. De atomen van de elementen, die we kennen, verschillen van elkaar door kernlading en door electronenaantallen. De lading van een electron is altijd gelijk, maar die van de kerntjes van de verschillende elementen niet. Bij de metalen is het verband tussen het kerntje en de electronen tamelijk los, zodat de electronen zich hier onder invloed van een elektrische spanning gemakkelijk kunnen verplaatsen. Daardoor ontstaat dan een elektrische stroom.

Brengen we nu een metaaldraad (de gloeidraad), aangebracht in een luchtledige buis, tot gloeihitte door er een elektrische stroom door te sturen, dan geraken de atomen en electronen in zo heftige trillingen, dat vele electronen daardoor de gloeidraad verlaten en in de luchtledige ruimte om de gloeidraad terecht komen. Om de draad ontstaat dan een wolk van electronen. Door een metalen plaatje, aangebracht in de omgeving van de gloeidraad, door middel van een batterij positief electricch te maken, zullen de electronen zich naar deze plaat of „anode” begeven (ongelijknamige polen trekken elkaar aan). Zie fig. 12. Zij worden door de plaat opgenomen en vervolgens door de plaatstroombatterij teruggetransporteerd naar de gloeidraad.

In de electronenstraalbuis heeft men in de plaat een gaatje aangebracht. Zie fig. 13. Daardoor zullen vele electronen door deze opening schieten en vervolgens met grote snelheid tegen het scherm botsen. De botsingsenergie wordt hier omgezet in licht, dat we in de vorm van een klein puntje zien, als we het scherm volgens de pijlrichting bekijken. Te dien einde is op het scherm aan de binnenkant een bepaalde fluorescerende (lichtgevende) stof aangebracht, zodat het scherm nog even blijft nalichten.

Het linkergedeelte van de buis van fig. 13 noemt men wel een „electronen-kanon”.

Uit fig. 13 ziet men, dat de straal de ruimte tussen twee zgn. „afbuigplaatjes” passeert. Legt men hiertussen een spanning aan, door b.v. de bovenste plaat positief, de onderste negatief electricch te maken, dan wordt de straal afgebogen naar boven, want de negatieve plaat stoot de electronen af (gelijknamige ladingen), terwijl de positieve plaat ze juist aantrekt (ongelijknamige ladingen). Het zal duidelijk zijn, dat bij omkering van de spanning tussen de twee plaatjes de straal een uitwijking naar beneden verkrijgt en ook, dat een wisselspanning de straal op en neer beweegt. Is de frequentie van een wisselspanning zeer laag, dan kan men de beweging van het lichtpunt op het scherm nog volgen, maar bij hogere frequentie ziet men èn wegens de traagheid van het oog èn wegens het nalichten van het scherm een rechte verticale streep.

In de buis van fig. 13 bevinden zich nog een paar — niet in de tekening aangegeven — afbuigplaatjes, loodrecht op de eersten. Legt men hiertussen een spanning aan, dan verkrijgt de straal een afbuiging loodrecht op de eerste, dus horizontaal.

De echoloodfabriek Electroacoustic te Kiel heeft nu als eerste van deze electronenstraalbuis gebruik gemaakt om echo's van onderwaterobjecten zichtbaar te maken.

Wordt de versterker opgewekt door een echo, dan wordt dit wisselstroompje geleid naar de verticale afbuigplaatjes in de electronenstraalbuis en zien we op het scherm een horizontale uitslag. Op het moment van het uitzenden der geluidsimpuls is de electronenstraal naar boven afgebogen en begint juist naar beneden te lopen. Als nu de echo terugkomt en een horizontale uitslag geeft, kunnen we dus weer de diepte aflezen, waarop de echogever zich bevindt.

Door een speciale uitvinding, waarop patent is genomen, is Electroacoustic (ELAC) erin geslaagd niet alleen op het scherm een beeld te geven van alle echo's tussen de onderkant van het schip tot de zeebodem, maar kan men deze ruimte ook afzoeken met tussenruimten van 15 m hoogte, waarbij een vergroot beeld van de echo's wordt verkregen.

Hierom heeft men het apparaat „Fischlupe”, d.w.z. visloupe (visvergroetglas) genoemd, in Holland ook wel aangeduid met „visdetector”.

Daar het apparaat zeer gevoelig is, 1ste door de geringe energie, die vereist is bij het bekrachtigen der afbuigplaatjes en 2de door veelvuldige versterking, kan men met dit apparaat niet alleen bodemecho's en echo's van visscholen opvangen, maar wordt enkele vis zelfs aangetoond tot een diepte van 150 m en is ook plankton te onderkennen.

## § 8. *Tastbereik. Geluidstralen-bundeling*

Nu we uit het voorgaande een indruk gekregen hebben, wat een echolood is, hoe het werkt, hoe men ontvangen echo's kan zichtbaar maken en de diepte aflezen, waarop het reflecterende voorwerp zich onder water bevindt, is het van zeer groot belang te weten op welke wijze de geluidsgolven zich in het water uitbreiden.

In paragraaf 3 hebben we reeds gezien, welke invloed de frequentie heeft op de bundeling der geluidsgolven (zie ook fig. 5). Recapitulerende kunnen we zeggen: Hoe hoger de frequentie, des te scherper de bundeling en des te groter de demping. Als merkwaardigheid kan hierbij vermeld worden, dat er aanwijzingen zijn, dat de beste echo's van kabeljauw kunnen worden verkregen met een echolood van 10 kHz, van haring, makreel en wijting met een echolood van 30 kHz en van kleinere vis, zoals sprot, sardien en bleik, met een echolood met een frequentie van 50 kHz. Aangezien 10, 30 en 50 kHz respectievelijk overeenkomen met golflengten van 15, 5 en 3 cm, zou men, als deze aanwijzingen juist blijken te zijn, kunnen zeggen, dat de uitgezonden golflengten moeten overeenstemmen met de grootte van de verticale doorsnede van de vissoort, waarop gevist wordt, om de beste resultaten te kunnen krijgen.

Zoals we reeds gezegd hebben, is de oscillator in de bodem van het schip zodanig aangebracht, dat, bij rechtliggend schip, de uitzending der geluidsgolven verticaal naar beneden plaats vindt. De ruimte, welke door de geluidsenergie wordt bestreken, is het geluidsveld of tastbereik. Opgegeven wordt, dat het geluid zich vanaf de zender kegelvormig in het water verspreidt. In dieperichting zou de echokracht naar de zijden langzamerhand zwakker worden, zodat het geluidsveld peervormig zou worden. De dwarsdoorsnede is, afhankelijk van de afmetingen van de oscillator, cirkelvormig of ovaal.

Uit de bij Electroacoustic te Kiel in de watertank opgenomen karakteristiek van een echolood van 30 kHz (zie fig. 14) laat zich niet zonder meer de vorm van het tastbereik construeren, daar de geluiddempende werking van het water daarbij niet in aanmerking wordt genomen. Het is dus slechts mogelijk vorm en afmetingen van het tastbereik door aanloten van ballen of kunstvissen op de werkelijke diepten vast te stellen.

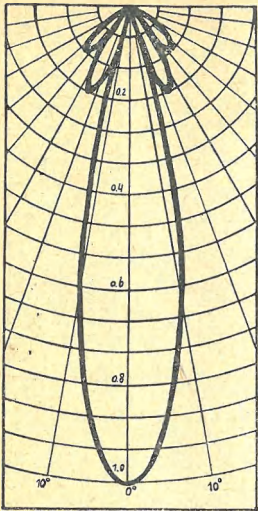


FIG. 14

Zoals de karakteristiek aantoon, liggen om het hoofdveld nog zwakkere nevenvelden, welke van het eerste en ten opzichte van elkaar door duidelijke minima zijn gescheiden. De geringe energie en de plaats van deze nevenvelden maakt, dat zij (en wel bij de visdetector in sterker mate dan bij de echograaf) slechts op geringe diepte invloed uitoefenen.

Voor de man van de praktijk is echter niet de vorm van het geluidsveld in het water doorslaggevend, doch de grootte van het tastbereik van de installatie, waarvoor de navolgende factoren beslissend zijn:

1. Richtwerking van de zender.
2. Richtwerking van de ontvanger.
3. Afname van de zendenergie bij toenemende diepte.
4. Reflecterende eigenschappen van het gelode object.

De grootte van het tastbereik werd gecontroleerd door in rechte lijn over op verschillende diepte uitgezette ballen (glazen ballen, diam. 20 cm) of kunstvissen te varen en de afstand tussen het moment van verschijnen en verdwijnen van het beeld te meten. Met behulp van verankerde boeien

waren meetlijnen over het wateroppervlak gespannen, waarlangs met de echoloodapparaten werd gevaren. Versterkingstrap en kunstvis waren tijdens deze proeven constant.

In fig. 15 wordt het bij de proeven gevonden hoofdveld omlind gegeven. De begrenzing van de nevenvelden, zoals deze praktisch vastgesteld konden worden, is gestippeld voorgesteld. De voor verschillende diepten gevonden afstanden werden op schaal op deze diepte uitgezet en de uiteinden van iedere zijde met elkaar verbonden. Van 18—140 m diepte zal het beeld wel ongeveer overeenkomen met een verticale langsdoorsnede door het tastbereik. Erboven en eronder zal het verloop feitelijk wel een afgeronde vorm bezitten. De bij 18 m gevonden waarde is zo hoog, doordat hier de nevenvelden praktisch niet van het hoofdveld zijn te scheiden. De insnoering bij 60 m diepte zal wel zijn ontstaan, doordat pas hier vandaan het hoofdveld gemakkelijk te isoleren is.

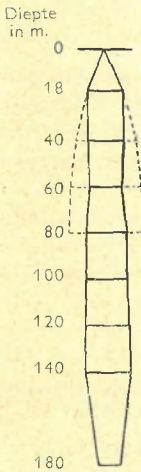


FIG. 15

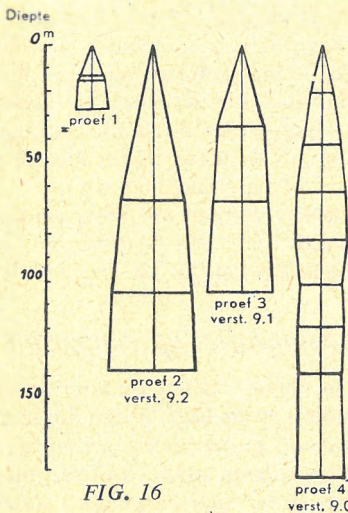


FIG. 16

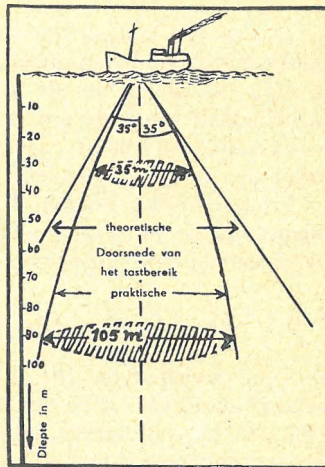


FIG. 17

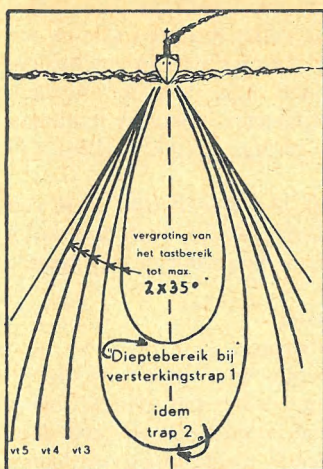


FIG. 18

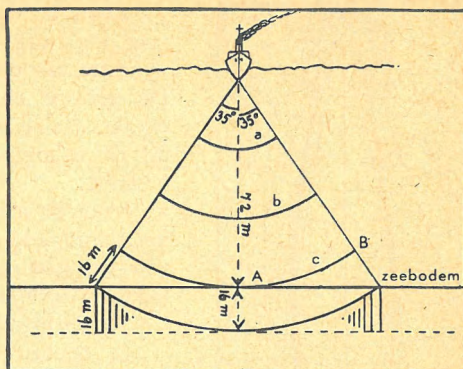


FIG. 19

Volgens deze proeven is de vorm van het tastbereik in de verticale doorsnede noch met die van een kegel, noch met die van een peer te vergelijken. Zij lijkt meer op een cylinder, welke van boven en van onder met een zwakke ronding van onbelangrijke vorm is afgesloten.

Bij grotere versterking zal het tastbereik ook groter worden. Fig. 16 geeft een grafische voorstelling van de veldbreedte bij verschillende versterkingstrappen. De uiterste punten werden met elkaar verbonden. Opgemerkt wordt, dat de kegelvormige doorsnede te spits toelooft, daar waar in de bovenste waterlagen geen metingen werden verricht. Daar de zuivere begrenzing moeilijk nauwkeurig gemeten kan worden, treden schijnbare insnoeringen op, welke echter wel op meetfouten zullen berusten.

De voorstelling geeft het verband tussen het tastbereik en de versterkingstrap duidelijk weer. De grootte van de veldbreedte bij een diepte van 100 m bedraagt:

bij versterking	9.2	33 m is ca. $1/3 \times$ diepte,
„	„	9.1 28 m is ca. $1/4 \times$ diepte,
„	„	9.0 20 m is ca. $1/5 \times$ diepte.

Theoretisch zouden we kunnen zeggen, dat de geluidsuitzending vanaf de zend-oscillator zich loodrecht onder het schip in de vorm van een kegel met een cirkelvormige of ovale doorsnede met de top bij de oscillator verticaal naar beneden voortplant. In werkelijkheid wordt de top enigszins afgerond en de doorsnede kleiner tengevolge van de geluiddemping in het water. Zie fig. 17. In deze figuur zijn de verhoudingen afgebeeld; de aangegeven getallen werden uit echogrammen berekend.

Twee invloeden kunnen dit tastbereik vergroten n.l. zoals we hierboven zagen, verhoging van de versterkingsgraad en verbetering van de reflector (waarover later). De invloeden van deze beide factoren zijn getekend in fig. 18.

## § 9. Registrering van het bodemprofiel op echogram

Voor ondiep water (b.v. tot 100 m diepte) zullen we voor onze volgende beschouwingen aannemen, dat de geluidsuitzending plaats heeft in een kegelvorm.

Binnen het tastbereik van een echolood geschiedt de geluidsuitstraling in de vorm van een bolsegment met steeds groter wordende straal, op overeenkomstige wijze zoals de kringen aan de oppervlakte van het water zich uitbreiden, als men er een steen in

goot. Dit beeld is voor de opeenvolgende impulsen in fig. 19 getekend, voorgesteld door *a*, *b* en *c*. Hieruit kan men lezen, dat het middelpunt A van het impuls-segment het eerst de bodem zal raken, terwijl de rand B de bodem iets later treft.

Loodrecht onder de oscillator wordt dus de ware diepte gemeten, waaruit we dus besluiten, dat de bovenkant van de registratie van de bodem op het echogram de juiste diepte aangeeft. Bezien we nu fig. 19, dan is de diepte 72 m; langs het kegeloppervlak, dus de zijde van het tastbereik, zal de impuls gaan over een afstand van 88 m. Het verschil of 16 m is dus de dikte van de aantekening van de bodem op het echogram.

Omgekeerd kunnen we op een echogram de dikte van de bodemstreep meten en met behulp van de op het echogram af te lezen diepte van de bovenkant der aantekening van de bodem de tophoek van de kegel construeren. Nauwkeurig is dit echter niet, daar de echo's aan de zijden van het tastbereik steeds zwakker worden en niet plotseling afbreken. Hierdoor ook zal als regel de dikte, zwarte bodemlijn naar onderen geleidelijk vervagen.

In paragraaf 5 hebben we reeds besproken het optreden van meervoudige echo's. Ook op de echograaf is een 2de en vaak 3de echo geen onbekende, terwijl op ondiep water nog meer echo's kunnen worden geregistreerd, speciaal bij harde bodem.

Bezien we de afbeelding op het strookje grafietpapier in fig. 11a, dan zien we een 2de echo duidelijk en een 3de echo vaag. De 2de echo bestaat hier uit 2 lijnen; de bovenste lijn is de echo, die is teruggekaatst van de bodem van het schip en de onderste lijn is de echo, die is teruggekaatst tegen de oppervlakte van het water. De horizontale gedrukte lijnen op dit echogram geven een diepteverschil aan van 2,50 m. Het verschil tussen de bovenkanten van de bovenste en onderste lijn van de 2de echo is 2,70 m. Dit is dus de diepgang van het schip.

Om de ware diepte van het water te meten, moet dus ook de bovenkant van het nulgeluid 2,70 m staan onder de gedrukte nullijn. Op het echogram is dit slechts 0,50 m, dus 2,20 m te weinig, zodat de afgelezen diepte ook 2,20 m te weinig is.

Deze laatste beschouwing geldt voor een gelijklastig schip b.v. een logger of een koopvaardij-schip. Bij trawlers en kotters, die achter veel dieper liggen dan vóór, geeft het verschil van de bovenkant der 2 lijnen van de 2de echo de „grootste” diepgang aan, dus de diepgang achter, omdat vandaar de echo het eerste terugkeert. Zo is bij het onderzoekingsvaartuig „Antoni van Leeuwenhoek”, een kotter, de diepgang vóór 1,80 m en achter 2,70 m. De oscillatoren zijn echter vóór de brug op een diepte van 2,05 m aangebracht. Van deze diepte straalt het geluid uit, dus moet hier de bovenkant van het nulgeluid zo gesteld worden, dat zij 2,05 m onder de gedrukte nullijn komt. Bij de Elac- en Atlas-echograaf kan men door het verstellen van een schroefje, zelfs in zee, de bovenkant van het nulgeluid gemakkelijk bijstellen. Dit is vooral van gemak voor vrachtschepen met hun steeds wisselende diepgang naar gelang van de lading. Men controleert dan zijn diepgang in de 2de echo en stelt de bovenkant van het nulgeluid in, zodat deze komt op een afstand gelijk aan de diepgang onder de gedrukte nullijn.

Hierboven is gesproken over de dikte van de bodemlijn. Deze beschouwing was volkomen theoretisch. Immers de reflectie-eigenschappen van de echogevers zijn ook van groot belang. Deze kunnen zeer uiteenlopen. Op grond van de vele metingen kunnen we heden zeggen: echo's op de grens van water en lucht zijn het sterkst; dan volgen bij gelijke versterkingsgraad omlaaggaande water-rots, water-zand, water-metaal, water-hout, water-slik, water-harde vis, water-zachte vis en water-plankton. Door hogere versterking wordt de optekening gevoeligheid van het apparaat verhoogd zonder ondertussen de verhouding van de reflectiefactoren ten opzichte van elkaar te veranderen.

Als bij een zelfde versterkingsgraad een normale zeebodem nog een goede 2de echo geeft, geven metalen voorwerpen (zoals wrakken) nog slechts een zwakke 2de echo en

slik of vis geen 2de echo meer. Zo kan het voorkomen, dat bij weinig versterking geen 2de echo van een wrak te zien is, doch bij verhoging der versterking het wrak een duidelijke 2de echo geeft. Een slikbodem reflecteert zoals gezegd slecht, omdat hij slechts een geringe reflectiehardheid heeft; de geluidsenergie, die deze bodem treft, gaat slechts ten dele naar het schip terug, het andere deel zal in de bodem dringen en wordt daar geabsorbeerd.

Gedeeltelijk echter zal het geluid tot zekere diepte in de sliklaag ook nog als echo terugkomen. Om deze reden is dan de lijn van het bodemprofiel breder geworden en loopt naar beneden vager uit. Treffen we een harde zandbodem aan, dan is de bodemlijn scherper en minder breed.

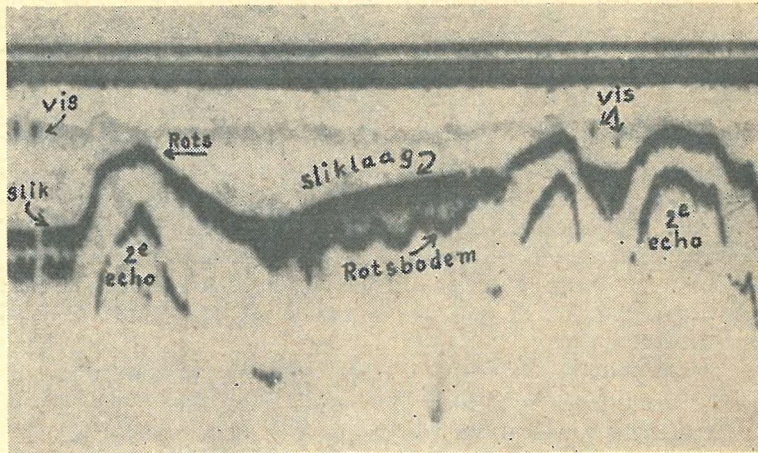


FIG. 20

Deze laatste geeft echter bij dezelfde versterkingsgraad een duidelijke 2de echo, waar deze bij slik wel eens geheel wil wegvallen.

Treft men onder een sliklaag op geringe diepte een harde laag (b.v. rots of zand) aan, dan gelukt het bij geringe diepte de optekening van de 2de grenslaag te zien. Komt de rotslaag niet boven het slik uit, dan ziet men dat de 2de bodemecho wegens de grote demping van het geluid in slik wegblijft; van de rotspunt, die boven de sliklaag uitkomt, wordt dan wel een 2de echo gevormd. Zie fig. 20.

Uit het bovenstaande volgt de mogelijkheid om bij enige ervaring een aanwijzing te krijgen betreffende de grondsoort, speciaal bij goede gebruikmaking van de juiste versterkingsgraad.

Bij de Elac-visedetector is aan de buitenkant van het scherm op ongeveer een derde van de hoogte een metalen draad gespannen. Door de grote knop, die recht onder het scherm is aangebracht, te draaien, kunnen we de bovenkant van de dikke brede dwarsuitslag van de bodemecho gelijkstellen met de horizontale metalen draad. Bij aflezing op de diepteschaal vinden we dan dadelijk de diepte in meters. Boven de bodemecho kunnen we bij deze stand de waterruimte tot 15 m boven de bodem naar vis of plankton afspeuren. Draaien we de grote knop langzaam terug naar de nulstand, dan kunnen we de gehele waterruimte tussen de bodem en de oppervlakte afzoeken met een voortdurend bereik van 15 meter. Is door het draaien van de grote knop de diepteaanwijzing op nul gekomen, dan springt de aanwijzing op het scherm plotseling over op het gehele

dieptebereik vanaf nulgeluid tot de bodem, doch is de dwarsuitslag, zowel van de bodem, als van de vis of het plankton, veel kleiner geworden. Draaien we de knop nu weer even terug, dan krijgt men direct weer een vergroot beeld van de eerste 15 meter, enz.

Bij het vergroten van de versterking worden de dwarsuitslagen van de ontvangen echo's groter. Stellen we de versterking echter zodanig in, dat de uiteinden van de uitslagen der bodemecho nog juist binnen het scherm vallen, zoals op de linker helft van fig. 22 is te zien, dan krijgen wij voor een zachte bodem een beeld te zien van de vorm, zoals in deze figuur getekend. Komen we daarna bij dezelfde diepte en dezelfde versterking op harde bodem, dan wordt de bodemkegel veel spitsier (zie rechter helft fig. 22), maar tevens licht dit bodembeeld veel meer helder op.

Dit staat in verband met de krachtiger echo's, die van een harde bodem binnenkomen.

Is een anker verloren, dat in de loop van de tijd in de bodem is gezakt, dan is het mogelijk deze als een helderder verlichte plek in de bodemecho te zien, zoals in fig. 23 is afgebeeld. Dit vindt vermoedelijk zijn oorzaak hierin, dat de reflectiehardheid van metaal groter is dan van slik.

In de laatste tijd is tevens geconstateerd, dat men platvis op en vlak onder het zand van de bodem kan waarnemen door meer *helder* verlichte vlakken ten opzichte van de bodemecho, die zich aftekenen even boven tot juist in de bovenkant van de bodemecho, zoals aangegeven in fig. 24. Een verklaring hiervoor heeft men nog niet kunnen vinden, daar de reflectiehardheid van platvis geringer is dan van zand. In de praktijk kan deze eigenschap wellicht van belang worden voor de visserij op platvis, daar men dit phomeen heeft waargenomen zowel op een diepte van 200 m, als op geringe diepte.

## § 10. Registrering van enkele vis, visscholen, enz.

Zoals we in fig. 19 gezien hebben, geschiedt de geluidsuitstraling vanuit de zendoscillator in de vorm van een bolsegment binnen het tastbereik. Ieder der opvolgende impulsen kan men zich echter voorstellen een zekere dikte te hebben, daar deze impuls n.l. een zekere duur heeft (plm. 1/1000 sec.). Zie fig. 10.

Deze dikte is dan ongeveer 75 cm. Treft een impuls nu een vis, dan zal de echo ontvangen worden over een lengte van plm. 150 cm, daar door het in- en uitslingeren der ontvangoscillator de opgevangen impuls ca. 2 maal zo lang is.

Inderdaad zal men dan ook op het echogram van een echo van één enkele vis een streepje zien van enige millimeters lengte. De bovenkant van dit streepje is weer de ware diepte, waarop zich de vis bevindt.

Wat gebeurt er nu, als we over een vis heenvaren?

We zullen aannemen, dat de vis in het water practisch stilstaat in verhouding tot de veel grotere vaart van het schip. Het tastbereik van de geluidsuitstraling hangt als een kegel loodrecht onder het schip. In de rand van deze kegel komt een vis a (zie fig. 21).

Deze vis wordt getroffen door een impuls, welke bij terugkaatsing dus een streepje op het echogram geeft. Als het schip even verder is gekomen, zal dezelfde vis weer getroffen worden door een impuls op de plaats b, enz.

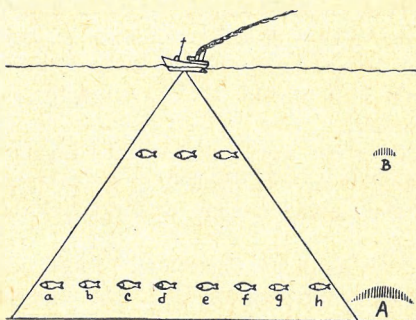
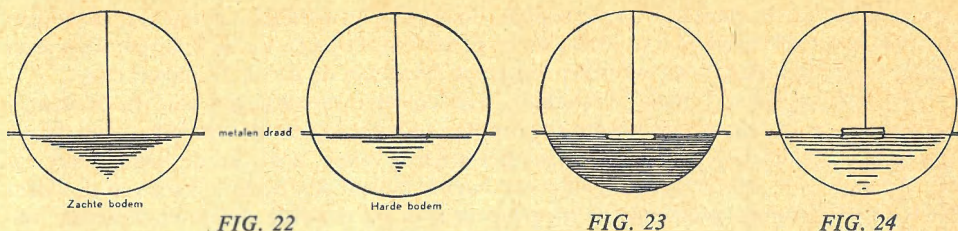


FIG. 21



Van deze vis worden dus een serie naast elkaar liggende streepjes als echo's op het echogram geregistreerd, daar het echoloodpapier zich met een eenparige snelheid voortbeweegt. Deze streepjes zullen echter niet op dezelfde hoogte naast elkaar liggen, want de vis in positie a bevindt zich verder van de onderkant van het schip af als b.v. in positie d, die er bijna loodrecht onder ligt. De vis in positie a wordt dus op een grotere diepte geregistreerd dan in positie b en die in b weer op grotere diepte dan die in positie c, enz., totdat de vis de positie loodrecht onder het schip is gepasseerd, waarna de afstand in e, f, g en h weer successievelijk groter wordt. Hierbij komt nog, dat in de buurt van de rand van het tastbereik de impuls-energie vermindert, zodat hier de echostreepjes op het echogram naar de rand steeds kleiner worden. Men krijgt dan van deze enkele vis een afbeelding op het echogram als voorgesteld bij A in fig. 21, dus in de vorm van de maansikkel.

Hoe hoger de vis in het tastbereik zit, door des te minder impulsen wordt zij getroffen, omdat zij het tastbereik sneller passeert door de afnemende diameter van de kegel. Hierdoor zal de maansikkel ook kleiner worden, zoals in B te zien is.

Wordt de vaart van het schip groter ten opzichte van de vis, dan zullen de echostreepjes minder in aantal worden door het minder aantal impulsen, waardoor de vis getroffen wordt, waarom de maansikkel kleiner zal worden in breedte, ja zelfs bij hoge vaart zal worden samengeknepen tot een streep, waarvan de hoogte echter groter is dan die veroorzaakt door de impulsduur, omdat in het randgebied de vis zich dieper zal aftekenen dan loodrecht onder het schip.

Het zal nu ook begrijpelijk zijn, dat men op het echogram twee zich loodrecht boven elkaar bevindende vissen alleen kan onderscheiden als hun onderlinge verticale afstand meer dan 75 cm bedraagt. Bij geringere onderlinge afstand zullen de echo's ineenvloeien.

Hieruit volgt, dat visscholen zich op het echogram zullen aftekenen als donkere vlekken. Als regel zullen deze vlekken donkerder zijn, naarmate de school meer compact is. Hierbij speelt de reflectiefactor echter ook een rol. De harde makreel b.v. zal een duidelijke donkere echo geven, tegenover de zachte wijting een vage.

Is de snelheid van de vis groter dan die van het schip, wat b.v. bij de tonijn het geval is, dan tekent de echo van deze vis zich niet als een maansikkel op het echogram af, doch als een streep van bepaalde vorm naar gelang van de baan der vis. Zo vertoont een tonijn zich meestal als een zigzaglijn, daar deze vis snel zwemt en sterk van diepte verandert.

Over het algemeen kan men zeggen, dat tengevolge van de impulsduur geen aanwijzing is te verkrijgen over de compactheid van een school, omdat de verschillende visecho's elkaar zullen overlappen. Men kan dus het aantal vissen in een school niet tellen.

Wat de diepte der school betreft, deze is ook om deze reden alleen juist af te lezen aan de bovenkant. De bovenkant van de echo geeft dus de juiste diepte van de *bovenkant* van de school. De onderkant wordt vertroebeld door de impulsduur.



De lengte van een visschool is echter wel te bepalen. Op het echogram is een tijdsverdeling aangebracht. We kunnen dus de lengte van een visschool op het echogram meten. Deze is b.v. 4 mm. Verschuift het papier met een snelheid van 5 mm per minuut of  $5/60$  mm per seconde, dan is de tijd van het overvaren der school geweest:  $4 \times 60/5 = 48$  seconde. Loopt het schip 8 mijlsvaart of ongeveer 4 meter per seconde (de vaart in mijlen is n.l. ongeveer gelijk aan de helft hiervan in meters p/seconde), dan is de lengte van de school dus  $48 \times 4 = 192$  m.

Nemen we de vaart 4 mijl of 2 m per seconde, dan is de lengte van de school  $48 \times 2 = 96$  m. Hieruit volgt, dat hoe minder vaart men loopt, hoe langer de school (c.q. enkele vis) zich zal aftekenen. Dit kan men ook opmaken uit het feit, dat, hoe langzamer men loopt, hoe groter het aantal impulsen zal zijn, dat de vis treft. Voor het opsporen van kleine schooljes of enkele vis is het dus zaak weinig vaart te lopen.

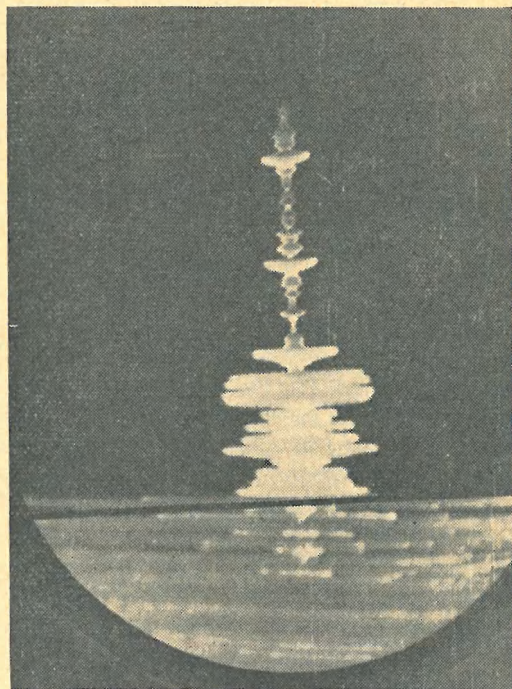
Zoals gezegd, speelt de reflectiefactor een grote rol. We kunnen omlaaggaande noemen harde vis, zachte vis en plankton. Om een voorbeeld te noemen, zullen we bij geringe versterking en aannemende, dat de vis op dezelfde diepte zit, eerst tonijn zien en bij langzaam verhogen der versterking achtereenvolgens makreel, haring, wijting daarna kwalen en tenslotte het kleinere plankton. Verhogen we de versterking nog meer dan registreren zich ook de grensvlakken tussen warm en koud water. Daarna heeft men ongeveer de grens der versterking bereikt. Voert men deze nog meer op, dan kan het echogram vertroebeld worden door geluidstoringen van schip en zee. Hierbij ben ik uitgegaan van de veronderstelling, dat een 30 kHz echolood-apparaat gebruikt wordt. Gebruiken we een echolood werkend op 14 à 15 kHz, dan zullen de geluidstoringen reeds zeer spoedig optreden, waardoor alleen goede visscholen er nog doorheen te zien zijn. Zie fig. 4.

Er is dan geen sprake van het zien van enkele vis, wanneer het schip enige vaart loopt.

Ook is het begrijpelijk, dat de versterking opgevoerd moet worden, naar gelang men de vis op groter diepte wil zien. Hierbij speelt, zoals we reeds zagen, de geluidsdemping in het water een rol.

Onafhankelijk van de reflectiefactor speelt natuurlijk de grootte van de vis ook een rol. Komt de kleinere vis, zoals makreel, haring, blik, pelsers en sprot in scholen voor, dan is niet veel versterking nodig; wil men echter de enkele vis, die verspreid zwemt, zoals haring bij het hoog komen 's nachts zien, dan moet men de versterking opvoeren. De ervaring moet leren steeds voor een bepaalde vissoort en diepte de optimale versterking te vinden, d.w.z. niet te hoog en niet te laag.

Tenslotte dient nog vermeld te worden, dat bij normale versterking kwalen zich kunnen aftekenen als vis, wat wel eens tot vergissingen aan-



*echos van  
plankton  
en kleine vis  
scholen.  
vissen*

FIG. 25

*V. Lindelof*

leiding kan geven, terwijl de kleinere planktonen (o.a. copepoden, het voedsel voor de haring) bij te grote versterking ook kunnen worden aangezien voor visscholen. Ook als men op troebel water komt, b.v. bij het binnenlopen van een haven of riviermond, zal men verkleuringen zien, die dan weer wijzen op modder, e.d.

In fig. 25 zien we een beeld van hetgeen op de Elac-visedetector is te zien.

De bovenkant van het brede bodemecho is door de grote knop onderaan midden op het toestel gelijkgesteld met de zwarte metalen draad, die over het scherm is gespannen. In deze stand kan de diepte in meters afgelezen worden op de schaal.

Boven de bodemecho ziet men een school vissen, die, daar men op het scherm slechts ziet tot 15 m boven de zwarte metalen draad, reikt tot 4,40 m boven de bodem. Boven deze school ziet men 3 uitslagen als echo's van enkele vis, terwijl de verdikkingen in de tussenruimten wijzen op plankton. Is geen plankton aanwezig, dan ziet men de verticale lijn als een strakke lijn getekend. Als regel kan men zeggen, dat in gebieden, waar geen plankton op de visdetector wordt gezien, ook geen vis aanwezig is.

Bij mindere versterking zullen de uitslagen, zowel van de bodem, als van de vis en het plankton, minder breed worden, bij grotere versterking breder. Grotere vis geeft als regel een bredere uitslag dan kleinere vis. Om dus grote en kleine enkele vis van elkaar te onderscheiden, is het zaak de versterking na instelling niet meer te veranderen, want *alleen dan* is het mogelijk te zien of de uitslag groter of kleiner is.

De lengte van de scholen kan men bepalen door het tellen van het aantal flitsen, waarmede de school oplicht. Als voorbeeld hiervan stellen we de vaart op 4 mijl of 2 m per seconde. De visdetector geeft 78 flitsen per minuut. Zien we nu van een school 15 flitsen achter elkaar, totdat deze verdwijnt, dan zijn we dus over de school gegaan in  $78/60 \times 15 = 19.5$  seconde. De lengte van de school is dus  $19.5 \times 2 = 39$  meter.

De diepte van de bovenkant der school is direct op de schaal af te lezen, als we deze bovenkant gelijkstellen met de metalen draad op het scherm. Zo kunnen we op elke diepte, waar een school wordt gezien, dadelijk haar diepte aflezen.

Wensen we vis op meer dan 15 m boven de bodem te zien, dan kan men, in plaats van afzoeken, de schaal van het meetbereik ook op nul stellen. Men heeft dan overgeschakeld op het overzicht en krijgt een verkleind beeld van alles tussen onderkant schip en de bodem. Ziet men b.v. halverwege visscholen, dan stelt men weder op die diepte in, waarop een vergroot beeld hiervan verkregen wordt.

## § 11. *Onderscheiding van verschillende vissoorten*

Reeds spoedig na de tweede wereldoorlog hebben de Engelsen getracht verschillende soorten vis op het echogram van het door hen gebruikte Hughes-echolood te onderscheiden en heeft Dr. Hodgson, bioloog van het visserij-laboratorium te Lowestoft, hierover het een en ander gepubliceerd. Hij meende kabeljauw, haring, pelsers, makreel, sprout en nog andere soorten vis te kunnen onderscheiden door vergelijking met de vissoorten, die tijdens de waarnemingen werden gevangen. Hij zelf en vele anderen met hem zijn hier echter enigszins van teruggekomen. Het bleek n.l., dat een onderscheid tussen pelsers- en haringscholen practisch nihil was; dat wat men aanzag voor sprout net zo goed horsmakreel of iets anders kon zijn.

Hetgeen thans met vrij grote zekerheid overblijft, is:

- 1°. *Haringscholen*. Deze vindt men, alleen overdag, op de bodem staan als duidelijk scherp kegelvormige pieken van ongeveer 6 m hoogte. Daar het papier slechts langzaam opschuift, moet men om een indruk van de werkelijke omvang en vorm van deze scholen op de bodem te krijgen, ze in horizontale richting belangrijk uittrekken.

Meet men de school op, dan kan men veelvuldig lengten van de basis vinden van 9—60 m.

Inderdaad heeft de haringschool dus de vorm van een berg of halve bol, die op de bodem staat. Bij uitgestrekte scholen, zoals bij haring onder de Franse en Belgische kust, verliest de optekening der school de kegelvorm en toont zich als een uitgebreide duidelijke verkleuring (zie fig. 4).

Dit is ook het geval bij de pelsers op de Zuidwest kust van Engeland.

Tegen zonsondergang ziet men de haringscholen vaak als minder duidelijk omlijnde verkleuringen hoog komen, voordat ze geheel verspreid zijn.

- 2°. *Makreel*. Vaak ziet men deze scholen sterk gekarteld en gearceerd. Deze vissoort is zeer goed van haring te onderscheiden.
- 3°. *Tonijn*. Zoals reeds gezegd, geeft deze snelle vis, die sterk van diepte verandert, een onregelmatige dikke zigzaglijn.
- 4°. *Plankton*. Dit komt vaak als verkleuring in een horizontale, of op- of neerlopenle laag voor, die zich over een grotere afstand voortzet. Deze verkleuring niet te verwarren met modder in de buurt van de kust.

Bij de overige vissoorten moet men erg voorzichtig zijn een oordeel uit te spreken.

Op bepaalde visterreinen weet men echter vaak, wat voor vissoort daar te verwachten is en kan men zelf zijn conclusie uit de waargenomen verkleuringen trekken.

## § 12. *Reacties van vissen op het geluid*

Uit vele waarnemingen is komen vast te staan, dat vissen slechts reageren op het hoorbare geluid, dus op geluid van lage frequentie. De grens van deze frequentie heeft men echter nog niet met juistheid kunnen vaststellen, ook al omdat een bepaalde soort vis vaak alleen reageert op een geluid binnen een bepaald frequentiegebied.

Van verschillende vissoorten is reeds waargenomen, dat zij een bepaald geluid voortbrengen, waardoor zij in staat zijn elkaar te horen en daardoor bij elkaar te blijven. Men veronderstelt zelfs, dat vissen, waarvan nog niet geconstateerd is, dat zij een geluid kunnen voortbrengen, dit misschien wel doen in een frequentie 0—20, dat te laag is om met het menselijk oor waar te nemen.

Ook is algemeen bekend, dat tonijnen bij regenbuien aan de oppervlakte komen en door sproeien op de wateroppervlakte worden aangelokt.

Tevens is op het echolood duidelijk waargenomen, dat een haringschool onder het schip plotseling schrikt en zich verspreidt, als men een harde klap op de stalen huid van het schip geeft b.v. bij het losslaan van een sliphaak rond de vislijnen, die dan tegen de huid valt.

Hierdoor leefde bij de vissers een paar jaren geleden nog wel de veronderstelling, dat het echolood ook een schrikwerking op de vissen uitoefende, waardoor zij 'zelfs weigerden tot het gebruik van een echolood over te gaan.

Aquariumproeven, waarbij een oscillator in een aquarium vlak boven de vissen in werking werd gesteld, toonden echter aan, dat de vissen er zich niets van aantrokken en rustig onder de oscillator bleven zwemmen.

Ook in de praktijk is nooit bemerkt, dat vissen door de geluidsuitzending van een echolood werden verjaagd. Evenmin worden ze hierdoor aangetrokken.

Men kan dus aannemen, dat een echolood met een frequentie van 14 kHz en hoger geen invloed heeft op de vissen.

Het is echter gebleken, dat walvissen (dit zijn geen vissen, doch zoogdieren) wel verschrikt en opgejaagd kunnen worden door geluidsuitzendingen met oscillatoren van 15 en zelfs 30 kHz.

§ 13. Enige typen echoloden van belang voor de visserij

TABEL I

Typen	Frequentie in KHz.	Uitzendingen per minuut	Meetbereiken
Hughes-MS 24 C . . .	14.25	66 2/3	0-150, 110-260, 220-370, 330-480, 440-590, 550-660 m.
Hughes-MS 22 . . . .	30	67	0-150, 100-250 m.
Atlas- (Lichtflits) . . .	30	420 en 35	0-100 en 1000 m.
Duotype / Echograaf . . .	30	75	0-300, 200-400, enz. tot 1000-1200 m.
Atlas-Sardinnenlood . . .	30	180	0-100, 100-200, 200-400 m.
Elac-Visdetector . . . .	30	78	0-600 m. of te zoeken in trappen van 15 m. Overzicht naar verkiezing b.v. 0-100 of 0-200 m.
Elac-Echograaf . . . .	30	160, 80, 40, 20	0-75, 0-150, 0-300, 0-600 m. 50-125, 100-250, 200-500, 400-1000 m.

In tabel I zijn enige der nieuwste typen echoloden van belang voor de visserij opgenomen. Bij bestudering van deze tabel valt het op, dat men bij de tegenwoordige echoloden is overgegaan tot een frequentie van 30 kHz. Aangezien door de visserij als regel niet op diep water gevist wordt, is gebleken, dat deze frequentie het beste voldoet. Voor grote trawlers, die in de Barentssee, bij IJsland, Lofoten of de Viking Bank op grove vis en op diep water vissen, is de Hughes MS 24 met een frequentie van 14.25 kHz waarschijnlijk beter.

Uit tabel I valt tevens op te merken, dat het aantal uitzendingen per minuut steeds hoger wordt opgevoerd. Dit is een groot voordeel, want als de voorwerpen onder water door meer impulsen per tijdseenheid getroffen worden, zullen vanzelf ook de beelden op het echogram langer en dus duidelijker worden althans bij grotere opschuifsnelheid van het papier. Blijft de papiersnelheid gelijk, dan zullen de aantekeningen donkerder, dus meer zichtbaar, worden geregistreerd. Voor een bepaald dieptebereik wordt echter een grens aan het aantal uitzendingen per minuut gesteld, want men moet voorkomen, dat een uitgezonden en een op de bodem teruggekaatste impuls elkaar ontmoeten. Bij een diepte van b.v. 100 m zal, als we de voortplantingsnelheid van het geluid in zee-water aannemen op 1500 m p/sec., de uitgezonden impuls in  $200 : 1500 = 2/15$  sec. weer worden opgevangen. Als de opvolgende impulsen elkaar dus niet willen ontmoeten, mogen per minuut niet meer dan  $60 \times 15/2 = 450$  uitzendingen plaats hebben. Hieruit volgt:

TABEL II

Dieptebereik in m.	Maximum aantal uitzendingen per minuut
50	900
100	450
150	300
200	225
250	180
400	112.5
600	75
660	68
1000	45
1200	37.5

Bij vergelijking van tabel II met tabel I ziet men, dat, behalve bij de Hughes MS 22, men gegaan is tot het maximum aantal uitzendingen p/min. voor het grootste dieptebereik en dit maximum zelfs heeft overschreden bij de Atlas-echograaf en het Sardinelood. Bij deze laatste apparaten worden de uitzendingen bij de grotere meetbereiken gedeeltelijk geblokkeerd.

Wordt de Elac-Visdetector op diepten tot 200 m gebruikt, dan bestaat de mogelijkheid, door verwisseling van een ring met 1 contact door een met 3 contacten, het aantal uitzendingen te verhogen tot 234 p/min. Men krijgt dan een meer continu beeld. De opflinkeringen op het scherm zijn dan echter zó veelvuldig, dat het meer vermoeiend wordt voor het oog en men er dus niet zo lang op kan blijven kijken.

Wat de meetbereiken betreft, verdient men de voorkeur te geven aan een apparaat, dat geen groter meetbereik heeft, dan de maximum diepte, waarop men vist. Dan toch wordt de gehele papierbreedte voor registrering nuttig aangewend en zullen de beelden beter zijn te onderscheiden. Voor schepen, die in het Zuidelijke gedeelte van de Noordzee vissen en zelden op een diepte komen van meer dan 50 m zou een echolood met een meetbereik in 2 trappen van 0—50 m en 0—100 m (c.q. 50—100 m) ideaal zijn. Het aantal uitzendingen zou dan tevens kunnen worden opgevoerd tot 900 en 450 p/min. Naar ik vernomen heb, besteden thans enige echoloodfabrikanten hun aandacht aan het ontwerpen van zulk een apparaat, dat misschien binnenkort op de markt zal verschijnen.

De in tabel I genoemde echolood-apparaten maken alle gebruik van magneto-strictieve oscillatoren.

## § 14. *Gebruik van het echolood bij de trawlvisserij op pelagische vis*

### *1. Haring.*

Nu we in staat zijn met een goed echolood de haring te zien, moeten we hiervan profiteren door, alvorens te gaan trawlen, eerst de haring op te zoeken. Zoals iedere visser weet, zit de haring in de verschillende maanden van het jaar op verschillende plaatsen, maar zelfs deze plaatsen variëren nog wel eens van jaar tot jaar. Beschouwen we de haringkaartjes, die ieder jaar door de Heer J. de Veen worden opgemaakt en aan alle haringvissers worden verstrekt, dan zien we, dat b.v. in Juni de grootste concentratie van de haring bij de Fladengronden elk jaar op een andere plaats is, al is het dan in de buurt van deze gronden.

De aangewezen methode is dan ook in de buurt van de plaats, waar deze concentraties verwacht worden, te gaan zoeken.

Wanneer men is uitgerust met een moderne 30 kHz echograaf of een visdetector, kan dit zoeken overdag met volle kracht geschieden.

Immers overdag, d.w.z. van ongeveer een uur na zonsopkomst tot ongeveer een uur voor zonsondergang, staat de haring in dichte scholen op of vlak boven de bodem en is daardoor, zelfs met een behoorlijke vaart, nog een goede echo van deze scholen te bekomen. In het begin van de haringteelt zullen deze scholen niet zo uitgebreid zijn als later in het jaar. Is men erin geslaagd in een gebied te komen, waar enige schooljes worden waargenomen, dan wordt het tijd de haringtrawl overboord te zetten. Tijdens de trek laat men het echolood constant bijstaan en zorgt de juiste versterking in te stellen in verband met de diepte. Dit is een ervaringskwestie, doch het beste is te beginnen met een instelling, die in ieder geval een goede 2de bodemecho geeft, doch nog net geen 3de echo, daar dan bij veel vaart hinderlijke geluidsstorenngen kunnen optreden. Spoedig kan men uit ervaring leren, welke versterkingsgraad het beste is voor een bepaalde diepte, welke kennis ook van nut kan zijn, als de diepte zo groot is, dat geen 2de echo op de breedte van het papier kan worden geregistreerd.

Ziet men nu een school van enige omvang op het echolood, dan wordt nog enige minuten getrokken om zeker te weten, dat het haringtrawl net de school is gepasseerd. Daarna wordt *direct* gehaald. Uit de ervaring is gebleken, dat dan het net bij het bovenkomen practisch vol is met springlevende haring, die, omdat ze nog drijft, gemakkelijk is binnenboord te halen zonder beschadiging van het net. Ziet men kleine schooltjes, dan trekt men nog even langer door. Bij goede observatie van het echolood leert ook hier weer de ervaring, wanneer het de moeite waard is te gaan halen.

Ziet men tijdens de trek geen haring op het echolood, dan kan men rustig desnoods 2½ uur blijven doortrekken in de hoop, dat op een goed oogenblik nog een school gepasseerd wordt. Dit komt wel eens voor, als men 's morgens met zonsopkomst het net heeft uitgezet, dus voordat de haring naar de bodem is gegaan.

Ook is geconstateerd, dat in sommige gebieden van de Noordzee, zoals b.v. de Fladengronden, 's nachts redelijke vangsten kunnen worden gemaakt, daar niet alle haring hoog komt, althans niet tegelijkertijd en kleine plukjes op de bodem achterblijven, die bij geringe vaart ook op het echolood zijn waar te nemen. De vangsten kunnen dan nog de moeite lonend zijn. Het verdient dus aanbeveling des nachts, als men niet vist, met geringe vaart te blijven zoeken.

Ziet men overdag een school van 60 m lang of langer op de bodem, als men aan het zoeken is, dan vaart men enige minuten door, zet de haringtrawl uit en zorgt de koers zo te bepalen, dat men deze school weer aanloopt. In de meeste gevallen zal het gelukken de school weer te vinden. Men trekt dan nog enige minuten door en gaat halen. Is de school goed overvaren, dan heeft men in recordtijd een vol net. Dit is reeds door meerdere schippers gepresteerd.

Uit het bovenstaande kan men de gevolgtrekking maken, dat in veel minder tijd veel meer haring gevangen kan worden bij gebruik van een modern echolood. Ik moet er echter ernstig voor waarschuwen geen tijd te verknoeien met vissen, als men geen haring ziet, want dan zal ook weinig of niet gevangen worden. Hoewel men de neiging heeft te denken, dat men met zoeken veel tijd verspilt, zal de ervaring het tegengestelde leren. Zoek eerst de plaats, waar voldoende haring wordt gezien en ga dan onder voortdurende observatie van het echolood met gebruikmaking van het gezonde verstand en de nodige zelfbeheersing vissen. Het echolood ziet onder water, gij niet, en het kan niet liegen.

## 2. Kabeljauw.

Hoewel de visser in de regel aanneemt, dat de kabeljauw op de bodem zit, heeft het echolood dit in vele gevallen gelogenstraft. Zo heeft men bij Bereneiland meer dan eens waargenomen, dat de kabeljauw in dichte scholen meer dan 10 vm. boven de bodem zat. Men viste dus onder de scholen door. Dat de vangsten toch redelijk waren, wordt hieraan toegeschreven, dat het net tijdens het zakken en ophalen gedeeltelijk gevuld werd. Men had dus kunnen volstaan met het zakken en ophalen van het net. Het uur trekken daartussenin was verloren tijd.

Daarom is het goed de hoogte van de kabeljauw boven de bodem op het echolood waar te nemen en naar bevind van zaken te vissen.

## 3. Schelvis.

Bij mijn weten heeft men nog geen schelvis op het echolood kunnen waarnemen. Dit komt waarschijnlijk, omdat de schelvis zo dicht op de bodem zit, dat de echo van de schelvis met de bodemecho samenvloeit en daarvan niet is te onderscheiden. Daar de visdetector ook platvis aangeeft, zou het mogelijk kunnen zijn, dat hierop ook schelvis gezien wordt.

Wel is bij het vissen op schelvis van belang de juiste bodemdiepte te kennen, daar gebleken is, dat de schelvis op bepaalde terreinen zich overdag en 's nachts niet op dezelfde diepte ophoudt of ook vaak bij de stenen zit, die bij goede waarneming van de diepte juist gemeden kunnen worden. Hiervoor is dus de kennis van de bodemdiepte onontbeerlijk.

Met de overige pelagische vissoorten, zoals koolvis, leng, roodbaars, enz., is nog niet voldoende ervaring opgedaan om hier iets over te zeggen voor de trawlvisserij met het echolood. We staan echter nog in het begin, zodat de mogelijkheden nog niet zullen zijn uitgeput.

### § 15. Gebruik van het echolood bij de haringdrijfnetvisserij

Vele Engelse en Schotse schippers zijn er bij de drijfnetvisserij reeds toe overgegaan niet te schieten, voordat zij haringscholen zagen. Zagen zij die niet, dan bleek de vangst nihil, dus had het ook geen nut om te schieten.

Ook het haringonderzoek met het onderzoekingsvaartuig, „Antoni van Leeuwenhoek” in Juli 1951 leverde hetzelfde resultaat op, zoals staat beschreven in „Visserij-Nieuws” van September 1951.

Hetzelfde als beschreven in de vorige paragraaf geldt ook hier: eerst zoeken en haringscholen vinden, daarna schieten.

De methode, die bij de haringdrijfnetvisserij wordt aangeraden naar aanleiding van de aanwijzingen, welke we uit de proeven tot nu toe hebben bekomen, is de volgende:

Zoek overdag een terrein op, waar haringscholen worden gezien. Wanneer men de haringscholen heeft waargenomen, houde men het schip ter plaatse gaande. Zoek later op de middag een goede haringschool op. Zodra men hieroverheen gaat, vaart men onmiddellijk recht in de wind op. Stop het schip na enige minuten en schiet de vleet recht voor de wind op de gebruikelijke wijze. In vele gevallen zal men de overvaren school wederom op het echolood zien verschijnen, als althans het schroefwater van de achteruitslaande schroef de oscillator niet afdekt. Op deze wijze is men zeker in een haringrijk gebied te zitten. Blijkbaar verplaatst de haring zich weinig, want in de meeste gevallen zal men op het echolood, na uren achter de vleet te hebben gelegen, de haring verspreid, doch toch nog in vrij dichte massa's zien bovenkomen. Laat vooral vanaf een uur na zonsondergang het echolood bijstaan en constateer de tijd van hoogkomen en de mate van dichtheid van de haring. Na geringe ervaring zal men dan kunnen bepalen of direct of b.v. een uur later gehaald moet worden.

Een goede aanwijzing zowel voor de aanwezigheid als voor het hoogkomen der haring is om het plankton te observeren. Waar geen plankton is, is ook geen haring. Ziet men het plankton vanaf de bodem omhoog gaan, dan volgt de haring als regel.

Het is dus zaak voor de haringdrijfnetvisserij een echolood te gebruiken, dat het plankton aangeeft. Behalve op de visdetector is dit ook het geval bij de Atlas- en Elac-echograaf, bij instelling der juiste versterking.

Bij observaties met het onderzoekingsvaartuig is gebleken, dat de haringscholen zeer plaatselijk kunnen voorkomen; zo is gebleken, dat het onderzoekingsvaartuig, over een school geschoten hebbende, een zeer grote vangst had en de logger op 300 meter naast hem niets. Van de loggervloot op een terrein van ongeveer 10 vierkante mijlen was de vangst zeer wisselend, doch de hoogste bleef nog beneden die van het onderzoekingsvaartuig.

Hieruit blijkt, dat het niet goed is volgens de radiotelefonische berichten te gaan schieten in de buurt van een plaats, waar de vorige nacht door één of meerdere loggers een goede vangst is gerapporteerd; wel echter kan men de opgegeven plaats opzoeken

om in de buurt te gaan zoeken naar haring en pas als scholen gezien worden, gaan schieten en dan liefst over de scholen heen. Ook is waargenomen, dat na een harde wind, op het terrein, waar eerst behoorlijke haringscholen werden waargenomen en zelfs ver daarbuiten, geen school meer te bekennen was. De haring was verspreid of misschien ook had de haring zich verplaatst. In ieder geval werd de vangst gereduceerd tot ongeveer 10 kantjes. In dit geval kan de haring op het echolood slechts gezien worden met zeer weinig vaart. Geruime tijd na het afslechten van de zee werd de haring weer behoorlijk in scholen gezien.

Opgemerkt dient te worden, dat het aantal waarnemingen slechts gering is geweest en dus niet voor 100 % betrouwbaar. Ze geven echter een zekere aanwijzing, waarop in de praktijk kan worden voortgebouwd.

### § 16. *Gebruik van het echolood bij de zwevende trawl*

Het echolood is bij deze visserij onmisbaar. Om de hoogte van het net goed te kunnen instellen, moet men weten op welke hoogte de visscholen zich bevinden. De bovenkant van de scholen is zuiver op het echolood af te lezen. De dikte van de school is niet te bepalen. Voor de praktijk is het voldoende nauwkeurig de diepte van het net in te stellen op de diepte van de bovenkant der scholen.

Vermoedelijk zullen enkele vissers eind 1952 en begin 1953 met de zwevende trawl gaan experimenteren op de haring bij de Sandetti bank en onder de Belgische kust. Hierbij zullen zij ook gebruik moeten maken van een echolood. Uit hun ervaringen zal wellicht veel lering te trekken zijn.

### § 17. *Gebruik van het echolood bij de trawlvisserij op platvis*

Alleen is bekend, dat platvis op de visdetector gezien kan worden, zoals aan het eind van paragraaf 9 is vermeld. Zie ook fig. 24.

Dat op een bepaald terrein platvis aanwezig is, kan dus op de visdetector geconstateerd worden. Daar zij echter niet in scholen leeft, maar in enkelingen even onder of vlak boven de bodem, zal het moeilijk zijn uit te maken in welke hoeveelheden de platvis ter plaatse aanwezig is.

Mogelijk is het echter, dat bij meerdere ervaring hierover in de toekomst een indruk te verkrijgen is.

Als door een kotter alléén op platvis gevist wordt, met natuurlijk toevallige bijvangsten van kabeljauw of wijting, doch niet voor een gedeelte van het jaar op haring wordt getrawld, is het voorlopig alleen van belang de diepte te weten.

Dit kan men bewerkstelligen met het z.g. lichtflitsapparaat, dat door een lichtflits de diepte aangeeft. Hiervan zijn verscheidene goede typen in de handel, die veel goedkoper zijn dan een echograaf. Bij het vergroten van de gevoeligheid, zodat een 2de en eventueel een 3de echo te zien zijn (zoals besproken in paragraaf 5, zie ook fig. 11), kunnen ook tussen het nulmerk en de bodemecho scholen gezien worden door opflitsen. Hoe meer flitsen men in deze tussenruimte opeenvolgend ziet, des te langer is de school. De hoogte van de school kan gelijktijd worden afgelezen. Het bezwaar is, dat men dan steeds op het apparaat moet blijven kijken.

### § 18. *Keuze van echolood*

Bij de keuze van het meest geschikte type echolood voor een bepaald type vaartuig



en een bepaalde soort van visserij moeten de volgende punten in beschouwing worden genomen:

- 1°. Grootte en type vaartuig.
- 2°. Soort visserij door het vaartuig uitgeoefend.
- 3°. Welke visgronden als regel bezocht worden in verband met de diepte, waarop gevist wordt.
- 4°. Wijze van registrering.
- 5°. Meest geschikte frequentie.
- 6°. Vereiste gevoeligheid van het apparaat in verband met de uitgeoefende soort visserij.
- 7°. Beschikbare type echoloden en
- 8°. Beschikbaar bedrag voor aanschaf.

Gezien het steeds toenemend aantal typen echoloden, die op de markt komen en de omstandigheid, dat de echoloodfabrikanten voortdurend verbeteringen ten bate van de visserij aanbrengen en tevens nieuwe apparaten maken met meer geschikte meetbereiken voor een bepaalde soort visserij, is het ondoenlijk een opgave te doen, welk type echolood voor een bepaald vaartuig het meest geschikt is. De mogelijkheid bestaat, dat als men een echolood heeft aangeschaft, dat thans het meest geschikt is, over een jaar een type op de markt komt, dat beter zou voldoen.

Om tot de keuze van het meest geschikte apparaat te komen, is het dus vereist, een grondige echoloodkennis te hebben, om de 8 bovengenoemde punten te kunnen overzien en te kunnen combineren, maar tevens precies te weten, welke soorten apparaten te verkrijgen zijn en zelfs ook, welke soort binnenkort in de handel zal komen.

Voor een reder of schipper is het ondoenlijk bij hun vele werk de gehele literatuur op het echolood-gebied bij te houden en tevens contact te houden met de vele echoloodfabrikanten om te weten of en wanneer iets nieuws in de handel wordt gebracht. Tevens zullen zij niet kunnen beoordelen of het door de echolood-fabrikant aangeboden type inderdaad die eigenschappen bezit, die voor hun vaartuig van nut zijn.

De Inspectie der Visserijen in het 1ste District echter houdt zich speciaal bezig met de studie van het echolood in algemene zin, beproeft meerdere typen echoloden aan boord van het onderzoekingsvaartuig „Antoni van Leeuwenhoek” en blijft nauw contact onderhouden met verschillende echoloodfabrikanten. Uit de aard van de zaak worden alle apparaten volkomen objectief naar hun verdiensten gewaardeerd. Daarom is deze instantie bij uitstek geschikt en steeds bereid van advies te dienen, welk soort echolood het meest geschikt is voor een bepaald vaartuig.

Vraagt een reder of schipper advies aan een vertegenwoordiger van een bepaald soort echoloden, dan zal deze natuurlijk een door hem leverbaar echolood aanraden, hetwelk niet altijd het meest geschikte of beste apparaat zal zijn voor het betreffende vaartuig.

Daarom eindig ik met de welgemeende raad: „Win eerst het advies van de Inspectie der Visserijen in het 1ste District, Wassenaarseweg 18, 's-Gravenhage, in, alvorens een echolood-apparaat aan te schaffen”.

## BRONNEN EN STUDIEMATERIAAL

„Moderne Radio-Navigatiemiddelen” door G. J. Sonnenberg.

Visserij-Nieuws:

- April 1949, blz. 139—144. „Haringvisserij met het echolood” door Ronald Balls.  
 Mei 1949, blz. 8—11. Vervolg.  
 Oct. 1949, blz. 66—71. „Opsporen van visscholen” door P. A. de Boer.  
 Jan. 1950, blz. 102—103. „Nogmaals opsporen van visscholen” door P. A. de Boer.  
 Maart 1950, blz. 127—131. „Ervaringen met het echolood tijdens de ijle haringteelt op de Belgische kust” door P. A. de Boer.  
 Aug. 1950, blz. 42—45. „Opsporen van vis met het Hughesecholood MS 12” door P. A. de Boer.  
 Jan. 1951, blz. 105—108. „De onderwater-acoustiek en haar toepassing op het echolood” door Ir. M. W. van Batenburg.  
 Maart 1951, blz. 128—132. „Over de kwantitatieve toepassing van echoloodwaarnemingen” door Dr. A. von Brandt en Dr. J. Schärfe.  
 April 1951, blz. 140—144. Vervolg.  
 Sept. 1951, blz. 54—56. „Het echolood in het brandpunt van de Internationale belangstelling” door P. A. de Boer.  
 Febr. 1952, blz. 116. „Kunnen vissen horen?” door Dr. C. L. Deelder.  
 „Acoustical aspects of some Indonesian fisheries” door Dr. J. Westenberg.  
 „Das Echolot”, voordracht gehouden op 18 Januari 1951 te Hamburg door Dr. Kietz van de Atlas Werke te Bremen.

Fischerei Welt:

- Aug. 1950, blz. 119—121. „Einige Bemerkungen über den Gebrauch der Fischortungsgeräte” door Dr. K. Schubert.  
 Oct. 1950, blz. 151—152. „Fischlotungen” door Dr. K. Schubert.  
 Nov. 1950, blz. 164—166. „Zur Auswertung der Echolotungen” door Dr. A. von Brandt en Dr. J. Schärfe.  
 Jan. 1951, blz. 8—10. „Versuche zur Beeinflussung von Meeresfischen durch Schall-druckwellen und künstliches Licht” door Dipl. Ing. F. Schüler en Dr. G. Krefft.  
 Febr. 1951, blz. 27—30. „Fischzeichen-Häufigkeit und Heringsfangresultate in der nördlichen und westlichen Nordsee im August 1950” door Dr. G. Krefft en Dipl. Ing. F. Schüler.  
 Febr. 1951, blz. 30—31. „Zur Frage der Fischescheuchung durch Lotschall” door Dr. J. Schärfe.  
 April 1951, blz. 63—66. „Zur Frage der Verwendung des Echographen in der Loggerfischerei” door Dipl. Ing. F. Schüler en Dr. G. Krefft.  
 Juni 1951, blz. 93—95. „Beobachtungen über die Tiefenverteilung von Heringsschwärmen in der nördlichen und mittleren Nordsee im August 1950” door Dr. G. Krefft en Dipl. Ing. F. Schüler.  
 Juli 1951, blz. 110—112. „Der gegenwärtige Stand und die Grenzen der Deutung von Fischzeigen im Echogram” door Dipl. Ing. F. Schüler.  
 Aug. 1951, blz. 128—129. Vervolg.  
 Oct. 1951, blz. 156—159. „Die erste deutsche Heringtrawlfischerei im Kanal im Winter 1950/51” door Dr. A. Meyer.  
 Oct. 1951, blz. 164—165. „Unterwasserbeobachtungen von Heringsschwärmen” door B. Ulrich.  
 Dec. 1951, blz. 191—193. „Der Entwicklungsstand des schreibenden Fischerei-Echolotes” door Dr. A. Meschkat.  
 Dec. 1951, blz. 195—196. „Taucherbeobachtungen an Fanggeräten” door B. Ulrich.  
 Jan. 1952, blz. 7—9. „Ueber das Lesen von Echogrammen” door Dipl. Ing. F. Schüler.

M.A.F. Fishery Investigations, Series II, Vol. XVII, No. 4, 1950, „Echo-Sounding and the Pelagic Fisheries” door Dr. W. C. Hodgson.

The International Conseil for Exploration of the Sea, Herring Group 1951: „The Use of Echometer in fish-location and its application to problems of Herring Distribution in the Scottish Herring Fisheries” door B. B. Parish en R. E. Craig.

