

# Über die Orientierung wandernder Meerestiere

Vortrag gehalten zur Eröffnungsfeier der Biologischen Anstalt Helgoland

Von Dr. J. Verwey, Den Helder, Holland

Sommer 1922: Man hatte mir vorgeschlagen, einen meeresbiologischen Kurs auf Helgoland mitzumachen, damit ich etwas weniger einseitig würde. Ich kannte GAETKE'S Buch ungefähr aus dem Kopf und die Insel faszinierte mich der Zugvögel wegen besonders. Ich ging also sehr gern. Sogleich am ersten Tage erschrak ich furchtbar. Es wurde die Anatomie verschiedener Invertebraten ausführlich besprochen, und gerade all' diese Anatomie hatte mich in Holland so abgeschreckt. Der Leuchtturm und die Sapskuhle interessierten mich unendlich viel mehr und mein Tagebuch war zu klein, um alles richtig beschreiben zu können. VICTOR FRANZ arbeitete damals in der Anstalt. Er war mit meinen Eltern befreundet, und ich suchte ihn auf, als er mit dem Studium von *Amphioxus* beschäftigt war. Er riet mir, die Biologische Anstalt um einen ordentlichen Arbeitsplatz zu bitten, damit ich bessere Arbeitsmöglichkeiten hätte. Ich verstand nicht, daß er mich für so interessiert und intelligent hielt, und als ich Helgoland verließ, war ich fester denn je davon überzeugt, daß die marine Tierwelt, jedenfalls ihre Anatomie, unerreichbar weit von mir entfernt lag. Wie konnte ich ahnen, daß ich fast 40 Jahre später auf Helgoland ein Fest mitmachen würde, das besonders der marinen Tierwelt gilt? — Nach Holland zurückgekehrt sagte mir mein Lehrmeister VAN KAMPEN: „Ich lasse Ihnen die Wahl zwischen verschiedenen Tiergruppen, gestatte Ihnen aber nicht, jetzt ein Vogelthema zu nehmen, da würden Sie zu einseitig.“ Obgleich ich davon überzeugt war, daß er recht hatte, war ich nicht sehr über diese Maßregel erfreut. Nachdem ich eine Anzahl von Monaten über dem Studium der Dekapoden Krebse geocht hatte, war ich genesen. Besonders die Krabben, ihre Anatomie, Physiologie und ihr Verhalten hatten meine Liebe gewonnen. Und bevor ich wußte, was geschehen war, war ich ein ausgesprochener mariner Biologe. Dabei war ich der Meinung, daß man sich nicht zu lange mit ein und derselben Tiergruppe beschäftigen sollte.

Nichtsdestoweniger habe ich meine alte Liebe für Vögel, und besonders für Zugprobleme nie verleugnet. Sie hat mich auch auf den Zug der Meerestiere gebracht, und ich möchte nun versuchen, Ihnen etwas von den Untersuchungen zu erzählen, die wir in Den Helder auf diesem Gebiet durchgeführt haben. Dabei will ich besonders das Verhalten behandeln, das die Orientierung der Tiere im offenen Wasser ermöglicht.

Herr Professor BÜCKMANN hat mich gefragt, ob ich an diesem Tage einen wissenschaftlichen Vortrag über mein Fachgebiet halten wolle. Ich habe ge-

antwortet: „Sehr gern, einen ganz kurzen Vortrag.“ Als mich dann das Programm zur Eröffnungsfeier der Biologischen Anstalt erreichte, sah ich, daß von mir ein Festvortrag erwartet wurde. Ich weiß nicht, wo die Grenze zwischen einem Vortrag und einem Festvortrag liegt. Vielleicht erwartet man vom letzteren einen eindrucksvollen Inhalt und daß er lang sein soll. Der meine ist, was den Inhalt anbelangt, ganz einfach. Außerdem ist er kurz.

Wenn die südliche Nordsee sich im Frühling erwärmt, läßt ihre südliche Pforte, die Dover-Straße, eine Anzahl von Tieren herein, die den Winter vor der französischen Küste oder im westlichen Ärmel-See verbrachten: den Kalmar und die *Sepia*, die Sardelle, die Sardine, den Stöcker, den Heringskönig oder Petersfisch, den roten Knurrhahn und *Trigla pini*, sowie eine Anzahl anderer Arten, darunter schließlich im späten Mai oder Juni auch die Seebarbe und den Stechrochen. Die meisten von ihnen gelangen nicht sehr weit nordwärts, zum Beispiel nicht weit über Holland und die Helgoländer Bucht hinaus. *Sepia* besitzt meist schon in Holland ihre Nordgrenze und für den Kalmar liegen die Verhältnisse nicht anders. Wenn aber das Wasser sich im Sommer erwärmt, dann zieht eine Anzahl dieser Tiere weiter nordwärts, und die Sardelle kann die dänische Ostküste um Skagen herum erreichen, während in der westlichen Nordsee Sardelle und Sardine sowie der Heringskönig die Küste Schottlands erreichen können. Einige der genannten Arten erreichen die Nordsee wahrscheinlich unregelmäßig und in geringer Zahl auch um Schottland herum.

Allmählich, in den darauf folgenden Wochen, ist auch die nördliche Nordsee etwas wärmer geworden, und in ihrem nördlichen Teil ziehen nun ab Anfang Juli oder später die großen Thunfische aus dem Mittelmeer oder dem Meerbusen von Biskaya herein, um von anderen, rein ozeanischen Arten gefolgt zu werden: vom Mondfisch, dem Riesenhai, der Brachsenmakrele und anderen. Auch diese dringen allmählich weiter in die Nordsee vor, wobei der Thunfisch etwa bis zur Doggerbank und Smith Knoll gelangt, wo er der aus der Doverstraße kommenden *Trigla* begegnet. Die anderen Arten können noch weiter südwärts gelangen, aber sie erreichen unser Gebiet so spät, daß sie teilweise der Kälte erliegen.

Diese Gruppe als Ganzes bildet die Süd-Nord-, Nord-Süd-Zieher unter den Fischen, vergleichbar den Süd-Nord-, Nord-Süd-Ziehern unter den Vögeln. Unter ihnen befinden sich einige Arten, die den Sommer nicht im Meere verbringen, sondern nach Ankunft in unserer Breite in die Flüsse aufsteigen, wie das für die Alse und Finte und, ich nehme an, auch für den Stör gilt. Diese Tiere gehören daher gleichzeitig zu einer zweiten Gruppe, die ich mit MYERS die Gruppe der Amphidromen nennen möchte, von der besonders der Lachs und der Aal bekannte Repräsentanten sind.

Man kann noch eine dritte Gruppe von Wandertieren unterscheiden, nämlich die Gruppe derjenigen Arten, die zu ihren Fortpflanzungs- und Nahrungsgebieten ziehen, ohne daß der Zug nun gerade in Nord-Süd-Richtung zu verlaufen braucht. Ich denke dabei an Hering, Scholle, Kabeljau und andere.

Und schließlich könnte man noch eine vierte Gruppe unterscheiden, welche die Arten umfaßt, die im Frühling das Küstenwasser aufsuchen und sich im Herbst ins offene Meer vor der Küste zurückziehen. Zu ihnen gehören die Garnele, die Strandkrabbe und zum Beispiel auch der Zwergtintenfisch *Sepioloatlantica*. Es sind besonders die Zugbewegungen der Garnelen, über die ich

im folgenden berichten möchte, zumal man sich in Deutschland schon seit Jahrzehnten für die Garnelen interessiert hat; ich denke dabei vornehmlich an EHRENBAUM und TIEWS. Dabei ist es mir also besonders um das Problem der Orientierung der Tiere im Meer zu tun.

Die Garnele ist während des Sommers im warmen Wasser des Wattenmeeres und der Astuarien zu Hause, wo ihre Bewegungen stark unter Temperatureinfluß stehen. Besonders bei warmem Wetter geht die Garnele während des Hochwassers in das eigentliche Watt hinauf, während sich bei Niedrigwasser die Bevölkerung in den Prielen zusammendrängt. Unter dem Gesichtspunkt der Orientierung ist die Frage der Untersuchung wert: Wie wissen die Tiere, ob das Wasser steigt oder fällt, und welcher Art ist ihre angeborene Reaktion auf das Fallen des Wassers, das ihnen so gefährlich werden muß, wenn die Watten trockenfallen? Aus Experimenten der Herren GLAS, HEYLIGERS und BEUKEMA geht hervor, daß die Tiere den sich ändernden Druck des Wassers nicht zur Beurteilung der Wasserhöhe benutzen, sondern daß sie am Tage sehen, daß die Wasseroberfläche näher kommt und daß sie dies nachts offenbar während des Schwimmens erfahren, das sie dann ausüben. Machen sie sich dabei ein wenig vom Boden los, dann werden sie bald bemerken, wenn die Wasserhöhe geringer wird.

Was die angeborene Reaktion auf das Fallen des Wassers betrifft, waren wir, als wir unsere Untersuchungen planten, fest davon überzeugt, daß die Tiere die Stromrichtung des Wassers einschlagen würden, weil diese zu den Prielen führt. Sie sollten sich also auf die Stromrichtung orientieren. Das ist aber nicht der Fall. Es stellte sich heraus, daß die Tiere sich zumindest bei Annäherung an die Priele quer zum Strom bewegen. Dabei kommt der Strom auf der einen Seite des Prieles von links, auf der anderen von rechts; es kann also der Strom selbst kaum zur Orientierung benutzt werden. BEUKEMA fand Hinweise, daß zur Orientierung die Sonne benutzt wird, und wir möchten annehmen, daß sie den Tieren erlaubt, längs des kürzesten Weges vom Watt zum Priel zurückzukehren. Diese Untersuchungen sind jedoch noch nicht abgeschlossen.

Während des Sommers finden auch Bewegungen ganzer Populationen im Wattenmeer statt, hin und her mit den Tiden. Das geht besonders aus den Fängen mit feststehenden Geräten hervor, die früher in der Ems benutzt wurden. In ihnen fingen sich von März bis Oktober große Quantitäten sowohl während der Ebbe als auch während der Flut, und es geht daraus hervor, daß die ganze Garnelenpopulation fortwährend mit den Tiden hin und her pendelt. Ich komme darauf sogleich zurück.

Bei sinkender Temperatur im Herbst verschiebt sich die Garnelenbevölkerung des Küstenwassers nach außen. Für die holländische Küste sind diese Verhältnisse besonders von HAVINGA aufgeklärt worden. Die alten Männchen und die Eier tragenden Weibchen gehen am weitesten nach außen, die jungen Tiere, besonders die jungen Weibchen, bleiben am weitesten innen zurück. Es sieht so aus, als ob die Männchen gegenüber den Weibchen sowohl im Sommer wie im Winter einen etwas höheren Salzgehalt verlangen.

Vielleicht ist es manchen von Ihnen bereits bekannt, daß Herr CREUTZBERG, der bei uns in Den Helder arbeitet, für die Glasaale festgestellt hat, daß

diese Tiere Ebbe und Flut zu ihrem Transport in der Weise benutzen, daß sie sich im Frühling, wenn sie bei uns ankommen, besonders von der Flut transportieren lassen und nicht von der Ebbe. VAN HEUSDEN hat schon 1943 die Möglichkeit des Bestehens einer ähnlichen Methode verteidigt. Ich brauche wohl nicht zu sagen, daß auf Ebbe und Flut der Golfstrom sozusagen superponiert ist, wodurch die Flut einen längeren Weg als die Ebbe zurücklegt. Planktonorganismen werden dadurch, obgleich in entgegengesetzten Richtungen hin und her geführt, zu gleicher Zeit eine gewisse Strecke, etwa 2 Seemeilen je Tide oder 4 Seemeilen je Tag, mit dem Reststrom verfrachtet. Ein Tier aber, das sich nur von der Flut mitnehmen läßt und nicht von der Ebbe wieder zurück, legt ungefähr dreimal so viel, mindestens 12 Seemeilen je Tag, zurück. Dieses Prinzip wird vom Glasaal auf seinem Weg zum Süßwasser benutzt, und es versteht sich, daß die Tiere in dieser Weise ziemlich weite Strecken in kurzer Zeit durchqueren können. Sie müssen dabei Ebbe und Flut unterscheiden können und weiter müssen sie natürlich Reaktionen besitzen, die nur bei Flut ihren Transport ermöglichen, nicht aber bei Ebbe. Dies wird dadurch erreicht, daß sie bei Flut das Oberflächenwasser aufsuchen, bei Ebbe den Boden. Ich möchte sogleich hinzufügen, daß der Transport der Tiere rein passiv ist, und daß sie beim Schwimmen nicht eine bestimmte Richtung innehalten. Was den Unterschied zwischen Ebbe und Flut anbelangt, so wird er nach CREUTZBERG's Befunden an erster Stelle mittels des Geruchs wahrgenommen.

Ich möchte noch hinzufügen, daß wir wohl besser nicht von einem Ebbe- und Flut-Mechanismus der Glasaale sprechen sollten. Die Tiere reagieren nämlich auf Unterschiede zwischen Ebbe und Flut, wobei unter besonderen Verhältnissen das Wasser der Ebbe die Eigenschaften des Flutwassers annehmen kann und umgekehrt. Wir sollten deshalb vielleicht besser von einem Tidenmechanismus sprechen.

Für uns ist wichtig, daß wir jetzt eine kleine Reihe von Arten kennen, die diesen Tiden-Mechanismus benutzen. Zu ihnen gehört auch die Garnele, deren Bewegungen im Einverständnis mit CREUTZBERG von STERK näher studiert wurden. STERK hat gefunden, daß der Haupttransport der Garnele bei Kälte in der Richtung der Ebbe, nach einer gewissen Temperaturerhöhung in der Richtung der Flut stattfindet. Das Zeichen der Richtung kann von der Temperatur direkt umgekehrt werden, was CREUTZBERG auch für die Glasaale feststellte. Es ist nicht unmöglich, daß das Zeichen auch indirekt unter Temperatur- (und vielleicht auch unter Licht-) Einfluß steht, indem die allmähliche Temperatur- (evtl. auch Licht-) Änderung mit den Jahreszeiten hormonal eine Umkehr bedingt, wie das wohl sicher bei der Nord-Süd-Richtung der Vögel und Fische und der positiven und negativen Rheotaxis der amphidromen Fische der Fall ist. Es wäre eine schöne Aufgabe, dies für die Garnele zu beweisen. — Ich möchte noch hinzufügen, daß die Garnele im Winter gut mit beispielsweise der Lerche unter den Vögeln zu vergleichen ist, denn auch deren Zugrichtung kann in ganz kurzer Zeit unter Einfluß der Temperatur umschlagen.

Ich sagte oben, daß der Haupttransport der Garnelen in der Richtung von Ebbe und Flut stattfindet. Ich sprach deshalb über Haupttransport, weil zu der Zeit, in der sich die Tiere hauptsächlich von der Ebbe transportieren lassen, auch die Flut die Tiere verfrachten kann und umgekehrt. Es bestehen dabei alle denkbaren Übergänge zwischen Transport in einer oder in zwei

Richtungen. Es besteht dabei aber kein Unterschied in der Zusammensetzung der Population bei Ebbe und Flut, und wahrscheinlich läßt sich ein Teil der Tiere in einer Richtung transportieren, während ein anderer Teil sozusagen wieder zurückkehrt. CREUTZBERG hat für die Glasaale festgestellt, daß die Tiere sich im Frühling auf ihrem Weg zu den Flüssen im Außenteil des Wattenmeeres hauptsächlich von der Flut transportieren lassen, im Innenteil des Wattenmeeres, in der Nähe der IJsselmeer-Schleusen, sowohl von der Flut als auch von der Ebbe. Dadurch wird erreicht, daß sie nicht an den Schleusen vorbei gelangen. Wir dürfen vielleicht annehmen, daß ähnliches für die Garnele gilt, und daß der Transport in einer Richtung aktiven Zug vorstellt, während der Transport in zwei Richtungen die Tiere ungefähr an der Stelle hält. Die oben besprochene Hin- und Herbewegung der Garnelen im Ems-Gebiet mag den großen Vorteil haben, daß, obgleich die Tiere im ganzen gesehen an der Stelle gehalten werden, verhütet wird, daß sie bei Niedrigwasser einem zu niedrigen, bei Hochwasser einem zu hohen Salzgehalt ausgesetzt werden. Die Hin- und Herbewegung würde hier also zur Behauptung des Salzgehaltsoptimums beitragen. Ich möchte denn auch annehmen, daß der Transport dieser Garnelen sozusagen von Salzgehalt und Temperatur reguliert wird. Der Befund CREUTZBERG's, daß der junge Aal Ebbe und Flut besonders am Geruch unterscheidet, soll uns aber vorsichtig machen.

Die Garnele hat, genau wie die amphidromen Fische, auch mit Salzgehaltsunterschieden zwischen dem Küstenwasser und dem Wasser des offenen Meeres zu tun. Wir wissen durch die Untersuchungen Fräulein BROEKEMA's, daß die Tiere bei hoher Temperatur (also im Sommer) niedrige Salzgehalte brauchen und bei niedriger Temperatur (also im Winter) hohe Salzgehalte. Fräulein BROEKEMA hat gefunden, daß dies mit einer Änderung des Salzgehaltes des Blutes parallel geht, der bei sinkender Temperatur erhöht wird. Wenn man aus den Temperatur- und Salzwerten den vermutlichen osmotischen Druck berechnet, dann ist es wahrscheinlich, daß der osmotische Druck nach Temperaturerniedrigung ungefähr derselbe ist wie zuvor. Da aber der osmotische Druck des Wassers sich bei Temperaturerniedrigung ändert, wenn der Salzgehalt derselbe bleibt, muß der Unterschied zwischen dem osmotischen Druck des Blutes und dem des Wassers im Herbst zunehmen. Der Zug des Tieres zum offenen Meer verringert diesen Unterschied wieder. Je niedriger die Wintertemperatur wird, desto höher muß der Salzgehalt sein, den das Tier braucht. Bei sehr kaltem Wetter müssen die Tiere also weit nach draußen ziehen, um genügend hohe Salzgehalte zu erlangen. Man könnte deshalb dazu verführt werden, an die Möglichkeit zu denken, daß die Tiere von ihrem Salzbedürfnis nach außen geleitet werden. Ähnliches nahmen FONTAINE und CALLAMAND für den reifenden Aal an. In der Zeit der Metamorphose zum Silberaal wird, wohl sicher unter Hormoneinfluß, die Osmoregulation geändert, wodurch die Tiere, die keine Nahrung mehr zu sich nehmen, ihren Salzgehalt im Süßwasser nicht auf dem früheren Niveau halten können. Das ist jedenfalls die Vorstellung, die FONTAINE gegeben hat. Der Gedanke, daß die Tiere jetzt Salz suchen, liegt auf der Hand. KOCH kam zu genau derselben Deutung der Funde HEUTS' über den Saisoneinfluß auf die Osmoregulation des Stichlings wegen. Weiter wissen wir durch die Untersuchungen Fräulein BAGGERMAN's über den Stichling und HOUSTON's über junge pazifische Lachse, daß diese Tiere, obgleich noch im Süßwasser, in der Periode vor dem Zug

Wasser von höherem Salzgehalt präferieren. Wir haben aber schon gesehen, daß von einem Abtasten eines Salzgradienten nicht die Rede sein kann, daß die Garnelen von ihrem Tiden-Mechanismus geleitet werden, und daß sie sich gerade von der Ebbe, das heißt vom Wasser mit dem niedrigsten Salzgehalt, nach außen transportieren lassen. Wir wissen nicht einmal, ob die Garnele Ebbe und Flut am Salzgehalt oder in anderer Weise unterscheidet. Was die Aale, die jungen Lachse und den Stichling anbelangt, wissen wir, daß sie unmöglich von einem Salzgradienten aus ihren Wohnorten im Süßwasser fortgeleitet werden können. In letzter Instanz soll die Orientierung Wege benutzen, die der Orientierung dienen und nicht der Osmoregulation. Wir haben mit verschiedenen Seiten desselben Geschehens zu tun, von denen die anatomischen Änderungen und das Erwachen des Zugdranges zwei weitere sind.

Diese Überlegung hat mich zu meinem Hauptthema, der Orientierung ziehender Meerestiere, zurückgebracht. Wenn wir das Gebiet der Orientierung überblicken, dann sehen wir, daß die Zugvögel über eine angeborene Kompaßrichtung verfügen, die mit Hilfe der Sonne oder der Sterne genommen wird. Durch die Untersuchungen HASLER's und seiner Mitarbeiter wissen wir, daß es auch Fische gibt, die die Sonne zur Orientierung benutzen. Es ist nicht unmöglich, daß im Meer die Kompaßrichtungen auch in anderer Weise, z. B. magnetisch, genommen werden. Jedenfalls kann kein Zweifel darüber bestehen, daß die Nord-Süd-Zieher unter den Meerestieren und anderen Wanderern, die große Strecken durchqueren, über einen Mechanismus verfügen müssen, der unserer Kompaß-Navigation ähnelt. Daneben werden im Meer in großem Maßstab angeborene Richtungen benutzt, die keine Kompaßrichtungen sind, sondern Richtungen, die hydrographisch festliegen, wobei stets der Strom, offenbar kombiniert mit Wassereigenschaften, eine Rolle spielt. Diese Richtungen werden von den von Platz zu Platz wechselnden Richtungen der Tiden gegeben. Wir finden das bei den Amphidromen während ihrer Wanderung in die Flüsse, bei Tieren wie der Scholle, die ihre Laichplätze gegen den Reststrom hin aufsuchen, und bei den Garnelen und ihren Gruppengenossen. Es ist wahrscheinlich, daß alle diese Tiere Ebbe und Flut unterscheiden können. Denn auch ein Tier, das wie die Scholle gegen den Reststrom wandert, geht gegen die Flut oder (und) mit der Ebbe, und\* das Tier muß also den Unterschied zwischen beiden kennen. Diesen Arten gemeinsam ist, daß sie nicht Gradienten, das heißt örtliche Unterschiede der Wassereigenschaften, benutzen, sondern Zeitunterschiede, die besagen, ob das längs den Tieren strömende Wasser seine Eigenschaften ändert. Übrigens besteht zwischen der Gruppe der passiv transportierten Tiere und der Gruppe derjenigen Arten, die aktiv wandern, offenbar ein prinzipieller Unterschied. Die Garnele, als passiver Wanderer, liest an den Wassereigenschaften ab, ob der Strom zum Transport tauglich ist oder nicht. Die Scholle dagegen würde am Wasser ablesen, ob sie, wenn sie die Stromrichtung zu ihrem Kurs wählt, die vorteilhafte Richtung nimmt oder nicht. Ich möchte hier aber sogleich einen kleinen Vorbehalt machen. Obgleich uns von der Scholle keine Beispiele von passivem Transport im Oberflächenwasser bekannt sind, haben sowohl CREUTZBERG wie DEELDER (sie gestatteten mir, das hier mitzuteilen) im Frühling mehr oder weniger regelmäßig Seezungen mit ihrem Glasaal-Netz gefangen. Diese Seezungen wurden ausschließlich während der Flut, nicht während der Ebbe gefangen, und offenbar ließen sie sich von der Flut in das Wattenmeer hinein transportieren. Das Netz fischte

nahe der Oberfläche, und da seine Öffnung nur einen Quadratmeter beträgt, müssen wir wohl annehmen, daß eine ziemliche Anzahl Seezungen in dieser Weise verfrachtet wird, und daß diese Art die Verfrachtung als System benutzt. Da braucht es aber nicht ganz unmöglich zu sein, daß auch die Scholle und andere Plattfische diese Methode benutzen, wobei ich hinzufügen muß, daß der Beweis, daß auch die Seezunge sich ganz passiv verhält und nicht in Richtung der Flut schwimmt, noch nicht erbracht wurde. Es ist vielleicht nicht undenkbar, daß die Seezungen die Stromrichtung auch im Oberflächenwasser ablesen können, z. B. an Turbulenzerscheinungen, wie NEAVE das für junge pazifische Lachse im Fluß annimmt.

Zur Garnele zurückkehrend kann man sagen, daß sie zum Gebiet der Gezeitenströme gehört wie die Gezeiten selbst. Sie wandert mit den Gezeiten von Februar bis August und von August bis Februar. Sie gelangt weit von der Küste hinaus und bis in die innersten Teile des Küstenwassers. Sie benimmt sich passiv, dennoch hat sie den Transport fest in der Hand.

Dies endlich bringt mich zum letzten Punkt meines Vortrags. Wenn der ganze Zug sozusagen auf den Tiden fußt, kommen da keine Versetzungen vor in andere als die besprochenen Richtungen? Im Winter gehen die Tiere bis ins offene Meer, wo sich Ästuarien- und Küstenwasser mischen. Da gibt es Ströme längs der Küste sowie in die Ästuarien hinein. Wenn die Tiere sich auch dort der Ebbe und Flut überlassen würden, würden sie da nicht von Holland aus in Richtung auf Kap Skagen geführt werden können statt zur holländischen Küste hin? Oder sollen wir gerade das als normal ansehen, daß die Tiere dann und wann auch in großer Zahl nordwärts verfrachtet werden? Wir wissen das jetzt noch nicht. In dieser Hinsicht ist aber DIETRICH'S Fund wichtig, daß der Reststrom im Frühling (März) westlich von Texel und querab der ost- und nordfriesischen Inseln eine Komponente besitzt, die am Boden auf die Küste zu gerichtet ist, in Oberflächennähe dagegen auf das offene Meer. Das muß, wie DIETRICH schon bemerkt hat, bestimmte Folgen für die Tierwelt haben, die jetzt noch nicht zu übersehen sind. Das gilt auch für die Garnelen, und es wäre interessant, sie auch in dieser Richtung zu studieren. Es ist vieles interessant, nicht nur an den Garnelen und am Zug der Meerestiere überhaupt, auch am Meer als Ganzes. Ich möchte denn auch schließen mit einem Wunsch:

Es leben das Meer und seine Geschöpfe,  
Es leben die Tiden, das Licht und die Winde,  
Laßt uns die tausend Probleme ergründen,  
Schließlich in der Anstalt die Wahrheit zu finden.

#### Literatur

- Baggerman, B.: An experimental study of the timing of breeding and migration in the three-spined stickleback (*Gasterosteus aculeatus* L.). Arch. Néerl. de Zool., **12**, 105—317, 1957.
- Beukema, J. J.: Unveröffentlicht.
- Broekema, M. M. M.: Seasonal movements and the osmotic behaviour of the shrimp, *Crangon crangon* L. Arch. Néerl. de Zool., **6**, 1—100, 1941.
- Callamand, O.: L'anguille européenne (*Anguilla anguilla* L.). Les bases physiologiques de sa migration. Annales Inst. Océan., **21**, 361—438, 1943.

- Creutzberg, F.: Use of tidal streams by migrating elvers (*Anguilla vulgaris* Turt.). Nature, **181**, 857—858, 1958. — Die Resultate Creutzbergs sind teilweise noch unveröffentlicht.
- Dietrich, G.: Ergebnisse synoptischer ozeanographischer Arbeiten in der Nordsee. Deutscher Geographentag Hamburg 1. bis 5. August 1955. Tagungsbericht und wiss. Abhandlungen, 376—383. Verlag Franz Steiner, Wiesbaden.
- Ehrenbaum, E.: Zur Naturgeschichte von *Crangon vulgaris* Fabr. Mitt. Sektion Küsten- und Hochseefischerei 1890. Sonderbeilage, 1—124.
- Fontaine, M. & Callamand, O.: Sur certains facteurs des migrations de l'Anguille. Bull. Soc. Zool. France, **66**, 68—76, 1941.
- Les aspects physiologiques d'une vie cyclique de l'Anguille d'Europe, *Anguilla anguilla* L. Bull. Mus. d'Hist. Natur. (2), **15**, 373—378, 1943.
- Fontaine, M. & Koch, H.: Les variations d'euryhalinité et d'osmorégulation chez les poissons. Leur rapport possible avec le déterminisme des migrations. Journal de Physiologie, **42**, 287—318, 1950.
- Gaetke, H.: Die Vogelwarte Helgoland. 2. Ausgabe. Braunschweig, 1900.
- Glas, P.: Nicht veröffentlicht.
- Hasler, A. D., Horrall, R. M., Wisby, W. J. & Braemer, W.: Sun-orientation and homing in fishes. Limnology and Oceanography, **3**, 353—361, 1958.
- Havinga, B.: Der Granat in den Holländischen Gewässern. Journ. Cons. perm. Expl. Mer, **5**, 57—87, 1930.
- Heusden, G. P. H. van: De trek van de glasaal naar het IJsselmeer. Thesis Utrecht, 1943.
- Heuts, M. J.: Chloride-excretie bij *Gasterosteus aculeatus* L. Annales Soc. Roy. Zool. Belgique, **73**, 69—72, 1942.
- Houston, A. H.: Responses of juvenile chum, pink, and coho salmon to sharp sea-water gradients. Canad. Journ. Zool., **35**, 371—383, 1957.
- Koch, H. J.: Cause physiologique possible des migrations des animaux aquatiques. Annales Soc. Roy. Zool. Belgique, **73**, 57—62, 1942.
- Koch, H. J. & Heuts, M. J.: Influence de l'hormone thyroïdienne sur la régulation osmotique chez *Gasterosteus aculeatus* L., forme *gymnurus* Cuv. Ann. Soc. Roy. Zool. Belgique, **73**, 165—172, 1942.
- Régulation osmotique, cycle sexuel et migration de reproduction chez les Epinoches. Arch. internat. Physiol., **53**, 253—266, 1943.
- Myers, G. S.: Usage of anadromous, catadromous and allied terms for migratory fishes. Copeia, **2**, 89—97, 1949.
- Neave, F.: Notes on the seaward migration of pink and chum salmon fry. Journ. Fish. Res. Board Canada, **12**, 369—374, 1955.
- Sterk, A. A.: Nicht veröffentlicht.
- Tiews, K.: Die biologischen Grundlagen der Büsumer Garnelenfischerei. Ber. Deutsch. Wiss. Komm. Meeresforsch., **13**, 235—269 und 270—282, 1950.
- Verwey, J.: A plea for the study of temperature influence on osmotic regulation. Colloque internat. de Biol. Marine, Roscoff 27 Juni—4 Juli 1956. Année biol., **33**, 129—149, 1957.
- Orientation in migrating marine animals and a comparison with that of other migrants. Arch. Néerl. Zool., **13**, Suppl., 418—445, 1958.