

tiere, I. Jena 1936. — BREHM, A. E., J. Orn., 1: 95, 1853. — GRÖBBELS, F., Der Bauplan des Vogels und das Flugproblem. Pflügers Arch. 2: 212, 1926. — HARTERT, E., Vögel d. pal. Fauna, II. Berlin 1912—21. — Ders., Podargidae, Caprimulgidae und Macropterygidae. Tierreich, Berlin, 1897. — v. HEUGLIN, M. Th., Ornithologie N. O. Afrika I—IV. Cassel, 1869—74 (I: 144). — KIPP, F., Mitt. Vogelwelt, 35: 49, 1936. — KLEINSCHMIDT, O., Saxicola Borealis. BERAJAH, Zoographia infinita, 1905. — Ders., Erithacus Domesticus. Ibid., 1907/08. — Ders., Die fremden Formenkreise des Subgenus Phoenicurus. Ibid., 1908. — Ders., Motacilla Budytes. Ibid., 1933. — Ders., Motacilla Alba. Ibid., 1933. — LILIENTHAL, G., Die Biotechnik des Fliegens. Leipzig, 1925. — LILIENTHAL, O., Der Vogelflug als Grundlage d. Fliegekunst. Berlin, 1889. — RENSCH, B., Arch. Naturg., N. F., 7: 364, 1938. — NIETHAMMER, G., J. Orn., 88 (Sonderheft), 1940. — PETERS, J. L., Checklist of birds of the world. IN. Cambridge, Mass., 1940. — SHUFELDT, R. W., Proc. zool. Soc. London, 1886: 501.

Dr. A. KLEINSCHMIDT
Naturhistorisches Museum
Braunschweig, Pockelsstr. 10 a

Erythräische Fische im Mittelmeer und an der Grenze der Ägäis

von

Curt Kosswig

Als im Jahre 1869 der Suezkanal eröffnet wurde, begann, wie TORTONESE (1947a) es ausgedrückt hat, das größte biologische Experiment, das vom Menschen, übrigens unbeabsichtigt, in Angriff genommen wurde. Nach der wenigstens teilweisen Entsalzung der Bitterseen begann in einem erstaunlichen und unerwarteten Umfang die Einwanderung von Tierarten des Roten Meeres ins Mittelmeer.

Nachdem bereits in den achtziger Jahren Untersuchungen im Kanal selbst durchgeführt worden waren, wurde die Liste derartiger Arten 1902 wesentlich vermehrt, schließlich durch die Cambridge-Expedition das Vorrücken einiger Arten in Richtung auf Port Said festgestellt. Ein historisch-kritischer Überblick über die ältere Literatur sowie über frühere (pliozäne) natürliche und spätere, vom Menschen hergestellte, kanalartige Verbindungen zwischen beiden Meeren findet sich bei STEINITZ (1929). Vom gleichen Autor (1927) stammen auch die ersten Angaben über das Auftreten erythräischer Arten an der Küste Palästinas. Schon 1943 machte TORTONESE die Feststellung, daß einige dieser Arten Rhodos an der Südgrenze des Ägäischen Meeres erreicht haben. Derselbe Autor gibt außerdem eine Schilderung der ökologischen Verhältnisse im Laufe des Suezkanals (1947a) und zählt in einer weiteren Studie über die Zoogeographie der Fische des Mittelmeeres (1937/38) außer den Immigranten in dieses über den Suezkanal auch solche Formen auf, welche zwar den Kanal durchwandert haben, sich aber an-

scheinend über die unmittelbare Umgebung von Port Said hinaus nicht ausdehnten. GRUVEL berichtet 1931 über Arten des Roten Meeres an den Küsten Syriens bis einschließlich des Hatays (Sandschak von Alexandrette). Seit 1942 hat das Zoologische Institut Istanbul auf mehreren Reisen nach dem Hatay weiteres Material in Iskenderun gesammelt. HAAS und H. STEINITZ melden schließlich 1947 zehn erythräische Arten von der palästinensischen Küste, die von all den Arten verschieden sind, die W. STEINITZ (1927) dort fand. Die nebenstehende Liste stellt die angegebenen Arten auf Grund der Literatur und eigener Funde zusammen:

Selbst wenn unter den bisher als ins Mittelmeer eingedrungen gemeldeten Arten sich einige befinden sollten, die, weil nur einmal gefunden, vielleicht als wieder ausgestorben zu betrachten sind, selbst dann auch, wenn in einigen systematisch schwierigen Gruppen (*Caranx*, *Serranus*) eine Fehldeterminierung vorliegen sollte, so ist dennoch die Zahl derjenigen erythräischen Arten, die jetzt als definitiv im Mittelmeer angesiedelt betrachtet werden müssen, bemerkenswert groß: Etwa 15 der in der Liste aufgeführten Species dürften als endgültig im Mittelmeer heimisch geworden anzusehen sein. Zu einigen dieser Arten ist noch folgendes zu bemerken.

Die etwas komplizierte Synonymie von *Hemiramphus marginatus* wurde durch TORTONESE (1948) klargestellt. *Cyprinodon dispar* ist ein Zahnkarpfen, der vor seiner Einwanderung ins Mittelmeer außer im Roten Meer und im westlichen Indischen Ozean auch im Gebiet des Toten Meeres vorkam. Angaben, daß er auch in Anatolien beheimatet sei, beruhen sicher auf Fehlbestimmungen. Es ist interessant, daß diese Art, wie TORTONESE (1947a) mitteilte, im Suezkanal selbst gemeinsam mit der vikariierenden mediterranen Art *Cyprinodon fasciatus* vorkommt; TORTONESE hält es sogar für wahrscheinlich, daß die beiden Arten sich dort kreuzen. Soweit bekannt, sind in der Lebensweise zwischen *C. dispar* und *C. fasciatus* keinerlei Unterschiede vorhanden; dennoch hat sich in den letzten Jahren erstere Art in das Gebiet ihres nahen Verwandten im Mittelmeer erfolgreich vorgeschoben. Da diese Zahnkarpfen ihre Eier an Algen festkleben und sich typischerweise in engster Ufernähe aufhalten, ist die Ausbreitungsgeschwindigkeit von *C. dispar* im Mittelmeer besonders interessant; ein passives Vertragen der pelagischen Eier oder Embryonen oder pelagischen Larven wie bei anderen der Einwanderer kommt hier nicht in Betracht. *Leiognathus klunzingeri* (STEINDACHNER) wird von STEINITZ (1927) noch nicht für Palästina angegeben; 1931 beschreibt ihn GRUVEL bereits für die syrische Küste. Der von ERAZI auf Grund unserer Fänge in Iskenderun beschriebene *Leiognathus mediterraneus* ist offenbar ein Synonym der STEINDACHNERSchen Art. Einige Besonderheiten der Fische aus Iskenderun, auf die ERAZI hinwies und die die Art von anderen Angehörigen des Genus unterscheiden, gelten wahrscheinlich gerade gegenüber *klunzingeri* nicht, dessen allerdings recht knappe Beschreibung ERAZI seinerzeit nicht vorlag. Wenn, wie wahrscheinlich, *L. mediterraneus* (ERAZI) mit *L. klunzingeri* (STEINDACHNER) synonym ist, entfallen die seinerzeit an die Beschreibung des *mediterraneus* geknüpften Erörterungen, ob es sich bei ihm um ein echtes Relikt der Tethysfauna im Mittelmeer handeln könnte, oder um eine Species, welche so, wie es STEINITZ für *Hemiramphus picarti* annimmt, von einer spätpliozänen Verbindung zwischen Rotem Meer und Mittelmeer Gebrauch gemacht haben könnte (vgl. Kosswig, 1943). *Upenoides molluccensis*, der auf dem Fischmarkt in Iskenderun zusammen

Ordnung (nach BERG, 1947)	Name der Art	Autoren						LASKA- RIDIS 1948 Rhodos	HAAS und STEINITZ 1947 Palästina
		STEINITZ 1927 Palästina	GRUVEL 1931 Syrien	Zool. Inst. Istanbul 1942. 1949 Istanbul	TORTONESE 1937 1946 Rhodos				
Clupeiformes	<i>Clupea kowal</i>	+	+	—	—	—	—	—	—
Beloniformes	<i>C. venulosa</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
	<i>Parexocoetus mento</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
Cyprinodontiformes	<i>Hemiramphus marginatus</i>	+	+	+	+	+	—	+	+
	<i>Cyprinodon dispar</i>	+	—	—	—	—	—	—	—
Mugiliformes	<i>Atherina pinguis</i>	+	—	—	—	—	—	—	—
	<i>Mugil seheli</i> (= <i>cephalotus</i>)	+	—	—	—	—	—	—	—
Perciformes	<i>Leiognathus klunzingeri</i> (= <i>mediterraneus</i> ERAZI)	—	—	+	+	+	—	—	—
	<i>Caranx calla</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
	<i>Upeneus? barberinus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
	<i>Upeneoides tragula</i>	—	—	+	+	+	—	—	—
	<i>U. moluccensis</i>	—	—	+	+	+	—	—	—
	<i>Mulloidides auriflamma</i>	—	—	—	—	—	+	—	+
	<i>Apogon taeniatus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
	<i>Holocentrum rubrum</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
	<i>Serranus monhua</i>	—	+	—	—	—	—	—	—
	<i>Epinephelus coromandelicus</i>	+	—	—	—	—	—	—	—
	<i>Serranus melanurus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
	<i>Therapon jarbua</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
	<i>Sargus noct</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
	<i>Scarichthys</i> spec. ?	—	—	—	—	—	—	—	—
	<i>Platycephalus</i> spec. ?	—	—	—	—	—	—	—	—
	<i>Siganus rivulatus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
Tetrodontiformes	<i>Stephanolepis ocheticus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—
	(= <i>Monacanthus setifer</i>)	+	—	+	+	+	+	+	+

¹⁾ Nach LASKARIDIS (1948) bereits in das Ägäische Meer eingedrungen und bei der Insel Gaidaros, südlich von Samos, erbeutet.

mit *U. tragula* und dem mediterranen *Mullus barbatus* verkauft und auch von den Fischern nicht von den beiden anderen Arten unterschieden wird, ist noch aus folgendem Grund interessant: Alle *Mullus barbatus*, die wir in Iskenderun fanden, zeichnen sich durch einen breiten, leuchtend goldgelben Längsstreifen aus, der sich von der roten Grundfarbe sehr deutlich abhebt. Genau die gleiche Färbung hat auch der neue Zuwanderer, *U. molluccensis*, als wenn er ein Mimic des im Mittelmeer alteingesessenen *M. barbatus* wäre. *Siganus rivuletus* und *Stephanolepis ocheticus* gehören zusammen mit *Hemirhamphus marginatus* zu den schnellsten Wanderern; 1927 wurden alle drei für Haifa angegeben, dagegen wurde *Siganus* von der Cambridge-Expedition nur bis zum Bittersee, *Stephanolepis* aus dem Timsahsee gemeldet. 1931 gehören alle drei bereits zur Fauna der syrischen Küste und schon 1943 fand TORTONESE sie bei Rhodos, also an der Grenze des Ägäischen Meeres! Diese Fische hätten demnach von Port Said bis Rhodos eine Strecke von rund 1500 km in etwa 15 Jahren bewältigt, pro Jahr also 100 km, oder knapp 0,3 km an einem Tage. Selbst wenn man das Jahr 1880 (in den ersten Jahren nach der Kanaleröffnung war der Salzgehalt der Bitterseen noch zu hoch, um eine Durchwanderung zu gestatten) als Jahr des Einwanderungsbeginns annimmt und mit einem einigermaßen gleichmäßigen Fortschreiten der Wanderung rechnet, wären die Fische in etwa 60 Jahren 1600 km weit gewandert, was einer Stundengeschwindigkeit von etwa drei Metern entsprechen würde. Es versteht sich, daß nicht allein die während 10 Monaten des Jahres von S nach N gerichtete Strömung im Suezkanal diese hohe Wanderungsgeschwindigkeit erleichterte, sondern außerdem hierfür der sich an der palästinensisch-syrischen Küste nach N und dann an der Südküste Anatoliens nach W streichende Meeresstrom von größter Wichtigkeit war. Interessant ist auch *Tetrodon lunaris*, 1949 einer der von den Fischern in Iskenderun mit am häufigsten gefangenen Fische, der von keinem andern Platz der Küste vorher gemeldet wurde. Nur aus dem Jahre 1902 liegt eine Fundangabe wiederum aus den Bitterseen innerhalb des Kanals vor. Ähnlich scheinen die Verhältnisse auch für unsere beiden *Upenoides*-Arten zu liegen; auch sie sind sonst im Mittelmeer nicht gefangen worden, es sei denn der von STEINITZ 1927 für Haifa mit einem Fragezeichen versehene *Upeneus barberinus* war in Wirklichkeit einer unserer *Upenoides*. *U. tragula* wurde von der Cambridge-Expedition im Timsahsee gefunden; *Mulloidés auri-flamma* hat in Rhodos bereits Marktwert.

Der auffälligen Einwanderung erythräischer Fische ins Mittelmeer steht keine entsprechende Wanderung mediterraner Arten ins Rote Meer gegenüber. Nur wenige Arten wie *Morone labrax* sind hier zu nennen. Noch auffälliger sind in der Beziehung die Verhältnisse bei den dekapoden Krebsen: Sieben erythräische Arten wurden aus dem östlichen Mittelmeer von MONOD (1931) gemeldet, darunter einige Arten, die z. B. in Iskenderun den größten Teil der „Krabbenfischerei“ ausmachen und zu hohen Preisen im Flugzeug täglich in die Luxusrestaurants Istanbul geschickt werden; kein einziger mediterraner Dekapode wurde m. W. bisher als Bewohner des Roten Meeres nach Durchwanderung des Suezkanals festgestellt.

Daß die Strömungsverhältnisse im Kanal und im östlichen Mittelmeer der Einwanderung erythräischer Elemente förderlich sind, wurde oben erwähnt. Nicht vergessen aber dürfen die zahlreichen Schwierigkeiten werden, denen Arten des wärmsten Meeres der Welt ausgesetzt sind, wenn sie sich zum Übergang ins Mittelmeer anschicken. Im Verlauf des Kanals liegt die Temperatur zwar ebenfalls recht hoch, die Salzkonzentration aber

ist im Gegensatz zu den Bedingungen im Roten Meer größten Schwankungen unterworfen: In den Bitterseen steigt die Salzkonzentration bis 45⁰/₁₀₀, gegen Port Said zu sinkt sie weit unter die Konzentration beider Meere! Das Kanalwasser ist außerdem stark verschmutzt und dementsprechend sauerstoffarm im Gegensatz zu dem klaren und sauerstoffreichen Wasser des Roten oder des Mittelmeeres. Im Mittelmeer liegen schließlich die Oberflächentemperaturen, und diese sind für die überwandernden Küstenfische von entscheidender Bedeutung, stets, besonders aber im Winter wesentlich tiefer als im Roten Meer. *Leiognathus*, *Siganus*, *Hemiramphus*, *Upenoides*, *Atherina pinguis*, *Stephanolepis* suchen im Golf von Iskenderun während des Winters keineswegs wärmeres und tieferes Wasser auf; auch in den Wintermonaten gehören sie zu den häufig gefangenen Fischen, nicht anders als „alte“ Mittelmeerrfische auch. Da die Durchwanderung des Kanals und die weitere Ausbreitung im Mittelmeer Generationen in Anspruch nahm, muß man schließen, daß selbst die meist als besonders empfindlich angesehenen Entwicklungsstadien der einwandernden Arten über eine höchst bemerkenswerte Plastizität verfügten, welche es ihnen gestattete, nicht allein Bedingungen des ökologischen Pessimums, wie sie im Kanal herrschen, zu widerstehen, sondern sich dann später weitgehend neuartigen Verhältnissen im Mittelmeer bestens einzupassen. Dabei findet man diese große Plastizität bei miteinander in keiner Weise enger verwandten Fischen verschiedenster Ordnungen ausgebildet, bei Räubern, Boden-, Plankton- und Pflanzenfressern. Für alle diese Arten bot sich also im östlichen Mittelmeer noch „Leerraum“, der erfolgreich besetzt werden konnte. Dies ist aus zwei Gründen auffällig: 1. handelt es sich, wie oben auseinandergesetzt, um Arten, die aus einem ganz andersartigen Milieu kamen, 2. ist das Mittelmeer, nachdem es nacheiszeitlich seinen heutigen Charakter und seine heutige Fauna erhielt, schon seit wenigstens 20000 Jahren die Heimat einer reich entwickelten Fauna, von der man annehmen sollte, daß sie längst alle ökologischen Nischen auch in der Levante besetzt hätte.

TORTONESE (1937/38) bezeichnet die heutige Mittelmeerfauna als tropisch-atlantisch, der ein kleinerer Teil borealer Elemente beigemischt ist. Der Ausdruck tropisch erscheint insofern berechtigt, als die heute im Mittelmeer die Mehrzahl der Arten stellenden Familien und Gattungen in erster Linie in den warmen Meeren verbreitet sind. Immerhin hat der mediterran-atlantische Bezirk eine größere Zahl von Arten aus diesen vorzugsweise tropischen Gruppen, die auf ihn beschränkt sind und wie die Vorposten in einem Gebiet mit relativ kühlem und jedenfalls nicht mehr tropischem Klima wirken. Dieser Eindruck wird noch dadurch verstärkt, daß echte Tropenformen des äquatorialen Atlantik zwar von Zeit zu Zeit im Mittel-

meer erscheinen, aber meist entweder wieder aussterben oder wenigstens nicht zu reicher Entwicklung kommen. Um so auffälliger ist es, daß Arten aus der gleichfalls tropischen indowestpazifischen Fauna sich mit so großem Erfolg im Mittelmeer einbürgern und dort seinen kühleren Gebieten zu sich ausdehnen konnten.

Besonders bemerkenswert wird diese Einwanderung erythräischer Arten noch von einem anderen Gesichtspunkt her: EKMAN (1935) hat eine längere Liste von Familien von Fischen zusammengestellt, welche im Tertiär der damaligen tropischen Mediterranfauna, der sog. Tethysfauna, angehörten. Die Fossilschichten des Monte Bolca und des Libanon enthalten u. a. Vertreter der Teuthiden, zu denen *Siganus* gehört, und ferner z. B. auch Leiognathiden. Das Aussterben der reichen tropischen Fauna der tertiären Tethys beruht nach EKMAN auf der gegen Ende des Tertiärs beginnenden Klimaverschlechterung, die schließlich in der Eiszeit kulminierte. Die heutige tropische Fauna des Indowestpazifik ging nach EKMAN direkt aus der Tethysfauna hervor bzw. lebt diese in jener weiter. Dadurch, daß mit Ende des Tertiärs sich die Verbindung zwischen heutigem Mittelmeer und Indischem Ozean schloß, wurde diese Fauna vom Mittelmeer abgeriegelt, ihre dort verbliebenen Reste aber wurden ein Opfer der quartären Abkühlung. Die Tatsache, daß sich heute Mitglieder dieser indowestpazifischen Fauna als fähig erweisen, ökologische Bedingungen zu ertragen, welche wesentlich von denen ihrer tropischen Heimat abweichen, ist der bisher anerkannten Interpretation des Aussterbens der Tethysfauna im Mediterrangebiet durchaus nicht günstig. Heute erweisen sich diese Arten als äußerst plastisch, seinerzeit aber sollen die Vorfahren dieser Arten wegen mangelnder Plastizität sich nicht haben im Mittelmeer halten können! Heute wird ein großer Teil des Mittelmeers innerhalb von 50 Jahren von Angehörigen einer tropischen Fauna besiedelt und dabei alle möglichen verschiedenen ungünstigen ökologischen Faktoren überwunden; damals aber sollen, gering geschätzt, 5 Millionen Jahre einer allmählichen Klimaverschlechterung, also das Einhunderttausendfache an Zeit nicht ausgereicht haben, um wenigstens bei einigen Angehörigen jener heute indowestpazifischen Familien die Plastizität hervorzubringen, die ihnen das Überdauern der Klimaverschlechterung gestattet hätte! Wollte man andererseits annehmen, die tertiären Vorfahren der heutigen Einwanderer durch den Suezkanal wären stenöke Formen gewesen, eng an tropische Bedingungen angepaßt, so wäre erst recht nicht einzusehen, warum unabhängig voneinander in vielen Gruppen dieser Fauna unter rein tropischen Bedingungen eine latente Euryökie erworben wurde, die erst dann Aktualität gewann, als man 1869 den Suezkanal eröffnete. Es erscheint unter diesen Umständen wahrscheinlich, daß neben der Temperaturverschlech-

terung, vielleicht wichtiger als diese, andere ökologische Veränderungen im quartären Mittelmeer erfolgten, denen die Elemente der alten Tethysfauna nicht gewachsen waren.

Fischereibiologische Untersuchungen haben gezeigt, daß es bei vielen Nutzfischen „Rassen“ gibt, die sich voneinander in ihren Laichzeiten und Laichplätzen, ihren Wanderungen und anderen biologischen Eigenarten unterscheiden. In einer Reihe von Fällen liefert zwar nicht die Untersuchung eines Einzelindividuums, wohl aber die Berechnung von Durchschnittswerten für Körpermaße, Wirbelzahl usw. statistisch gesicherte Unterschiede zwischen den verschiedenen „Rassen“. Die große Treue, mit der alljährlich die Wanderungen durchgeführt werden, um den Laichplatz und dessen charakteristische physikalische und chemische Bedingungen zu erreichen, werden als physiologische Anpassungen der betreffenden Rasse an außerordentlich enge ökologische Bedingungen aufgefaßt. Fällt nun beispielsweise eine durchschnittlich erhöhte Wirbelzahl mit der vermuteten physiologischen Eigenart der Rasse, im relativ kalten Wasser zu laichen, zusammen, so besteht außerdem die Neigung, in eben dieser erhöhten durchschnittlichen Wirbelzahl ein Merkmal von Anpassungswert bzw. den Indikator für eine physiologisch wertvolle Anpassung zu sehen. Auch in solchen Fällen, in denen der Beweis aus technischen Gründen nicht erbracht werden kann, neigt man zu der Annahme, daß eben diese Unterschiede erblich bedingt seien und einen Beweis für die feine genotypische Abstimmung auf ganz bestimmte Umweltbedingungen lieferten. Soweit bei der Befolgung bestimmter klimatischer Regeln bei der Rassenbildung, auch bei Meeresfischen, die als erblich betrachteten Merkmale nicht auf lamarkistischem Weg entstanden gedacht werden, neigt die Mehrheit der Biologen heute dazu, in diesen erblich so fein abgestimmten ökologischen und eventuellen morphologischen Eigenarten der Rassen durch Selektion entstandene Merkmale zu sehen. Es dürfte ohne weiteres einleuchten, daß es sich bei der Grundlage der „Plastizität“, von der wir bei den Eroberern des Mittelmeeres via Suezkanal sprachen, nicht um eine auf Selektion beruhende Eigenschaft handeln kann, derart, daß geeignete Mutanten in einigen Generationen innerhalb des Kanals ausgelesen wurden. Die Geschwindigkeit, mit der die Wanderung erfolgte, läßt für einen erfolgreichen Selektionsmechanismus um so weniger Zeit, als ja in den verschiedenen Teilen des Kanals die Selektion jeweils in anderer Richtung hätte gegangen sein müssen. Zudem ist, wie mathematische Berechnungen ergeben, die „Anlaufzeit“ eines Mutats außerordentlich lang, d. h. die Zeitspanne, welche vergehen muß, bis das betreffende mutierte Gen auch nur in einem solchen Prozentsatz in der Population vertreten ist, daß es nicht aus rein zufälligen Gründen, selbst wenn es positiven Selektionswert hat, verloren-

ginge. Es würde also höchstens die Annahme möglich sein, daß in vielen Arten des Roten Meeres bereits eine enorme Heterozygotie vorliegt, mit deren Hilfe nach Einwanderung in den Kanal und von dort ins Mittelmeer die jeweils angepaßten Genkombinationen für jede ökologische Nische verfügbar werden. Gegenüber einer solchen Annahme aber wäre darauf zu verweisen, daß nicht einzusehen ist, was aus den in sehr hohem Prozentsatz schon bei der Rot-See-Population vorhandenen, nicht angepaßten Kombinationen wurde. Durch die dort in anderer Richtung gehende Selektion hätten die den dortigen Bedingungen unangepaßte Kombinationen liefernden Genotypen ausgemerzt, die Zahl der sie bedingenden Gene also vermindert werden müssen. Es bleibt also nur die Annahme, daß die Anpassungsfähigkeit unserer Einwanderer ins Mittelmeer unter den wechselnden Bedingungen ihres Weges nicht auf speziellen Genkombinationen beruhte, durch die diese Fische von ihren im Roten Meer verbleibenden Artgenossen verschieden sind, sondern daß die oben als Plastizität bezeichnete Eigenschaft eine in den Einwandererarten allgemein vorhandene, auf einer großen Modifikabilität in physiologischen Merkmalen beruhende Fähigkeit ist. Es erfolgt also keine Selektion besonders angepaßter oder präadaptierter Genotypen, es liegt vielmehr nur eine Präadaptation an die neuen Umweltverhältnisse vor, die auf einer ererbten großen Modifikationsbreite beruht. Sollten sich die Einwanderer ins Mittelmeer zufällig in irgendwelchen Genen von der Mutterpopulation im Roten Meer durchschnittlich unterscheiden, so könnte es im Lauf von Generationen zur Herausbildung von Verschiedenheiten zwischen den Tieren der gleichen Art in beiden Meeren kommen, ohne daß diese Verschiedenheiten auch nur der Indikator für, stoffwechselphysiologisch betrachtet, bedeutungsvolle erbliche Unterschiede wären. Vorerst ist, abgesehen von dem durchaus unsicheren Fall des *Leiognathus klunzingeri* (s. o. S. 204), über irgendwelche Besonderheiten der ins Mittelmeer eingewanderten erythräischen Arten gegenüber ihren im Indopazifik einschl. dem Roten Meer verbliebenen Verwandten nichts zu bemerken und in Anbetracht der Kürze der vergangenen Zeit (die zum Aus-sortieren bestimmter Gene geführt haben könnte) auch nicht zu erwarten.

Eine Einwanderung in ein Gebiet des ökologischen Pejus in noch viel größerem Umfange, als sie bisher vom Roten Meer ins Mittelmeer stattgefunden hat, erfolgte nach dem ägäischen Zusammenbruch und der Bildung von Bosporus und Dardanellen im Quartär. Diese Invasion einer tropischen bis subtropischen Fauna des Mittelmeers in das wesentlich kältere, nur schwach salzhaltige und in seinen Tiefen durch Schwefelwasserstoff vergiftete Schwarze Meer erfolgte nun zwar nicht unter wissenschaftlicher Kontrolle, wie die Einwanderung durch den Suezkanal; welche Arten der heutigen Schwarzmeerfauna jedoch als quartäre Einwanderer

vom Mittelmeer her zu betrachten sind, kann mit großer Sicherheit aus einem Vergleich der kaspischen Fauna mit der des Schwarzen Meeres erkannt werden: Beide Meere sind Teile des alten sarmatischen Binnenmeeres, dem größten Brackwassermeer, das die Welt je sah. Ja, wenigstens Teile des sarmatischen Binnenmeeres oder Golfe, in die große Flüsse mündeten, dürften praktisch vollkommen ausgesüßt gewesen sein. Die sarmatische Fischfauna enthält eine Reihe von ursprünglich marinen Elementen, so vor allem Clupeiden aus den Gattungen *Caspialosa* und *Clupeonella*, Gobiiden der Gattungen *Mesogobius*, *Buabyr*, *Benthophilus*, *Proterorhinus* u. a., die sich den Bedingungen im Sarmatischen Meer weitgehend angepaßt hatten und bei Einbruch des Bosphorus und verstärktem Zufluß salzhaltigeren Wassers in die Flußmündungen und Limane des Schwarzen Meeres verdrängt wurden, soweit sie nicht, aus der vor dem Bosphoruseinbruch erfolgten Trennung des Kaspischen Meeres Nutzen ziehend, dort unbehelligt von der eindringenden mediterranen Fauna weiterleben konnten. Arten also, die heute im Mittelmeer und im Schwarzen Meer vertreten sind, im Kaspischen Meer aber vollkommen fehlen, sind mit großer Sicherheit als glaziale Einwanderer ins pontische Gebiet vom Mittelmeer her zu diagnostizieren. Auch diese Wanderung erfolgte vorzugsweise vom Mittelmeer ins Schwarze Meer, in ein Gebiet des Pejus für wärme- und salzliebende Arten. Eine umgekehrte Wanderung pontischer Arten ins Mittelmeer fand praktisch überhaupt nicht statt. Obgleich auch heute noch grundsätzlich Wanderung oder Verschleppung von Entwicklungsstadien vom einem Meer zum anderen möglich ist, hat die relative Isolierung der Schwarzmeerp Populationen von denen des Mittel- bzw. des Marmarameeres in einer Reihe von Fällen schon zur Differenzierung besonderer Rassen im Schwarzen Meer geführt. Etwa 75% der heutigen Schwarzmeer-Fischarten sind als Einwanderer aus dem Mittelmeer aufzufassen (SLASDENENKO, 1936), ein Teil von ihnen unternimmt nur Freßwanderungen dorthin, kehrt aber zum Laichen in die Marmara oder gar ins Mittelmeer zurück, andere vermehren sich auch im Schwarzen Meer, und unter den letzteren sind viele Arten heute durch eine besondere geographische Form im Schwarzen Meer vertreten. Gerade die Tatsache, daß auch bei der Einwanderung ins Schwarze Meer viele nicht miteinander irgendwie verwandte mediterrane Arten in gleicher Weise erfolgreich waren, läßt es für wahrscheinlicher halten, daß auch diese Einwanderung nicht von besonderen Genotypen der betreffenden Arten erfolgreich unternommen wurde, sondern daß auch in diesem Fall, wie heute mutmaßlich bei den Suezfischen, eine große, anlagebedingte und bis dahin nicht ausprobierte Euryökie die Zuwanderung gestattete. Die relative Isolierung der Populationen im Schwarzen Meer hatte dann sekundär rassische Differenzierung zur Folge; diese Rassenmerkmale der pontischen

Vertreter ursprünglich mediterraner Arten brauchen aber nichts mit speziellen Anpassungsmerkmalen an die seit nun etwa 20000 Jahren bewohnte neue Umwelt zu tun zu haben.

Zusammenfassung

1. Die Zahl der durch den Suezkanal eingewanderten erythräischen Arten, die als definitiv im Mittelmeer installiert betrachtet werden können, beträgt bereits etwa 15.

2. Die Einwanderung erfolgt nicht von seiten genotypisch den neuen Bedingungen irgendwie besonders angepaßter Tiere oder mit Hilfe irgendwelcher anderer Selektionsmechanismen, sondern auf Grund einer großen, den einwandernden Arten offenbar allgemein eigenen euryöken Fähigkeit.

3. Es wird darauf hingewiesen, daß die Besiedlung des Schwarzen Meeres nach dem ägäischen Zusammenbruch sich wahrscheinlich auf Grund einer entsprechenden Fähigkeit der einwandernden Mittelmeerarten vollzog.

4. Es ist wahrscheinlich, daß die Annahme, die tropische Tethysfauna im Mittelmeergebiet sei wesentlich infolge der Klimaverschlechterung am Tertiärende und im Quartär ausgestorben, der Revision bedarf.

Literaturverzeichnis

- EKMEN, S., Marine Tiergeographie. Ak.-Verl. Ges. Leipzig 1935. — FRAZI, R., Marine fishes found in the Sea of Marmara and the Bosphorus. Rev. Fac. Sc. Univ. Istanbul, B, 7: 1942. — Ders., *Leiognathus mediterraneus* nov. spec. C. R. ann. et Arch. Soc. Turque Sc. phys. nat., 10: 1942/1943. — GRUVEL, A., Les états de Syrie; Richesses marines et fluviales. Bibliothèque de la faune des colonies françaises. Paris, Soc. Edit. géogr., marit. et coloniales. 1931. — HAAS, G. & STEINITZ, H., Erythrean fishes on the mediterranean coast of Palestine. Nature, 160: 1947. — Kosswig, C., Über Tethysrelikte in der türkischen Fauna. C. R. et Arch. Soc. Turque Sc. phys. et nat., 10: 1942/1943. — LASKARIDIS, K., Contribution to the biology of *Mulloidés auriflamma*. Praktika Ell. Idrobiol. Inst. 2: 1948. — Ders., *Holocentrum rubrum* and *Lagocephalus lagocephalus* two newly reported members of the greek fishfauna. Praktika Ell. Idrobiol. Inst. 2: 1948. — MONOD, TH., Crustacées de Syrie, in GRUVEL, a. a. O. 1931. — SLASDENENKO, E., La faune ichthyologique de la Mer Noire. Ann. Sc. Univ. Jassy, 22: 1936. — STEINITZ, W., Beiträge zur Küstenfauna Palästinas I. Publ. Stazione Zool. Napoli, 8: 1927. — Ders., Die Wanderung indopazifischer Arten ins Mittelmeer seit Beginn der Quartärperiode. Int. Rev. ges. Hydrobiol. u. Hydrographie, 22: 1929. — TORTONESE, E., Pesci del Mar Rosso. Boll. Zool. Anat. comp. Torino, 45: 1935/1936. — Ders., L'ittiofauna mediterranea in rapporto alle zoogeographia. Boll. Mus. Zool. Anat. comp. Torino, 46: 1937/1938. — Ders., On some fishes from the Eastern Mediterranean. Ann. Mag. Nat. History, ser. 11, vol. 13: 1946. — Ders., Biological investigations in the Aegean Sea. Nature, 159: 1947. — Ders., Biologia del Canale di Suez. Historia Naturalis II, Roma 1947a. — Ders., Ricerche zoologiche nell'isola di Rodi. Boll. di Pesca, Piscicoltura, Idrobiologia. 23: 1948.

Prof. Dr. C. Kosswig

Zoologisches Institut der Universität
(Zoologi Enstitüsü, Müftülük binasında)
Istanbul