

# Copyright ©

---

Es gilt deutsches Urheberrecht.

Die Schrift darf zum eigenen Gebrauch kostenfrei heruntergeladen, konsumiert, gespeichert oder ausgedruckt, aber nicht im Internet bereitgestellt oder an Außenstehende weitergegeben werden ohne die schriftliche Einwilligung des Urheberrechtinhabers. Es ist nicht gestattet, Kopien oder gedruckte Fassungen der freien Onlineversion zu veräußern.

German copyright law applies.

The work or content may be downloaded, consumed, stored or printed for your own use but it may not be distributed via the internet or passed on to external parties without the formal permission of the copyright holders. It is prohibited to take money for copies or printed versions of the free online version.

# Variabilitätsstudien an *Gobius niger* L., *Gobius minutus* Pallas und *Cottus scorpius* L.

Von GÜNTHER HASS.

Meereskundliche Arbeiten der Universität Kiel Nr. 11 (ab 1936).

---

## Inhaltsübersicht.

	Seite
I. Einleitung . . . . .	279
II. Allgemeines über die systematische Stellung, Verbreitung und Lebensweise der Arten . . . . .	280
III. Material und Methoden . . . . .	282
IV. Variationsanalyse der Einzelproben . . . . .	286
1. <i>Gobius niger</i> . . . . .	288
2. <i>Gobius minutus</i> . . . . .	291
3. <i>Cottus scorpius</i> . . . . .	296
V. Beziehungen zur Umwelt . . . . .	301
1. Größe . . . . .	302
2. Quantitative Merkmale . . . . .	304
3. Reife und Laichzeit . . . . .	307
VI. Wirbelanomalien . . . . .	309
VII. Zur Frage der Rassenunterschiede . . . . .	313
VIII. Zusammenfassung . . . . .	317
IX. Literaturverzeichnis . . . . .	320

## I. Einleitung.

In den letzten Jahrzehnten ist eine große Zahl von Rassenuntersuchungen an Nutzfischen durchgeführt worden. Richtunggebend für diese Untersuchungen waren im wesentlichen die grundlegenden Arbeiten FRIEDRICH HEINCKE'S, der zum ersten Mal mit klarer Methodik die Rassenprobleme bei Fischen in Angriff genommen hat. Diese Rassenuntersuchungen haben gezeigt, daß wir die Fischarten nicht als vollkommen gleich reagierende Einheiten aufzufassen haben, sondern daß sie vielmehr aus einer Anzahl morphologisch, biologisch und wohl auch physiologisch verschiedener Populationen bestehen. Schon diese Tatsache rechtfertigt die Rassenuntersuchungen und verleiht ihnen große Bedeutung; wenn auch die Klärung vieler Fragen noch lange Zeit und viel Arbeit in Anspruch nehmen wird.

Aus verschiedenen Gründen sind variationsstatistische Untersuchungen gerade an Fischen, und zwar hauptsächlich an Nutzfischen des Meeres durchgeführt worden; zunächst einmal, um rein praktische und allgemein wissenschaftliche Fragen zu beantworten, dann aber auch, weil Fische zu Variabilitätsstudien außerordentlich gut geeignet sind, da so wichtige Merkmale, wie z. B. die Wirbelzahl, in vielen Fällen eine beträchtliche Variabilität zeigt, die ohne allzu große Schwierigkeiten mit größter Genauigkeit festgestellt werden kann. — Leider eignet sich jedoch nur ein Teil der

Fischarten zu Rassenuntersuchungen, da es nicht immer möglich ist, von jeder Art eine beliebig große Anzahl von Individuen, die unter den gleichen äußeren Lebensbedingungen aufgewachsen sind, aus einer größeren Zahl verschiedener Biotope zu erhalten.

Dieser Ausfall wird aber zum Teil ausgeglichen durch eine Erscheinung, die bei verschiedenen Organismengruppen festgestellt werden konnte, nämlich einer Parallelität der Rassenbildung. Verwandte Arten zeigen in ökologisch gleichen geographischen Gebieten gleichgerichtete Abänderungen von den entsprechenden Populationen anderer Biotope. Diese Tatsache gestattet die Aufstellung von „Regeln“ der Rassenbildung oder Abänderung innerhalb der Art. Die BERGMANN'SCHE Regel, die JORDAN'SCHE Regel usw. seien nur als Beispiele erwähnt. Gelten derartige Regeln in hohem Maße, so gestatten sie natürlich Verallgemeinerungen auf Arten, die Rassenuntersuchungen nicht oder nur schwer zugänglich sind. Wenn wir das Vorhandensein und die Gültigkeit solcher Regeln bei Fischen prüfen wollen, dürfen wir uns natürlich nicht nur auf die Nutzfische allein beschränken, bei denen die Verhältnisse ja durch den Eingriff des Menschen abgeändert und kompliziert sein können; wir müssen vielmehr auch die übrigen Fischarten zur Untersuchung heranziehen. Über diese gibt es aber nur wenige Arbeiten (*Syngnathus typhle* von DUNCKER, *Zoarces viviparus* von SCHMIDT und *Ammodytes tobianus* von RAITT). Die vorliegende Arbeit soll nun weiteres Material zu dieser Frage bringen; sie muß sich natürlich auf wenige Arten beschränken und kann daher nur ein Beitrag zur Rassenkunde der Fische darstellen.

## II. Allgemeines über die systematische Stellung, Verbreitung und Lebensweise der Arten.

*Gobius niger* LINNE und *G. minutus* PALLAS gehören zur Familie der *Gobiidae*, deren Hauptverbreitung in warmen Meeren liegt.

*G. niger* ist an den Küsten des Mittelmeeres, der Biskaya, an der französischen und an allen britischen Küsten recht häufig, fehlt jedoch an der holländischen, deutschen und dänischen Nordseeküste. „Im Kattegat, in der Belt- und der westlichen Ostsee ziemlich häufig, wird die Art nach Osten hin immer seltener und kleiner; sie erreicht noch das Stockholmer Schärengebiet und die Finnische Bucht, in der Bottnischen dagegen fehlt sie“ (DUNCKER 1928). An der schwedischen Küste des Skagerraks und den Küsten Norwegens bis hinauf zum Trondhjemsfjord, ferner im Limfjord und im Nordostseekanal (sicher bis Rendsburg) ist *Gobius niger* zahlreich vertreten. Die nördlichste Verbreitungsgrenze ist wohl Island (SAEMUNDSSON 1909). *G. niger* bevorzugt als Aufenthaltsort ruhige Buchten, Förden und Flußmündungen und bewohnt hier die „Region des grünen und toten Seegrases und Blasentangs“ (HEINCKE 1880). Die Laichzeit fällt in die Monate Mai bis August. In den obersten Wasserschichten der Kieler Bucht finden sich in den Monaten Juli und August große Mengen von *Gobius*-Larven, die, wie HEINCKE vermutet, vorwiegend Larven von *G. niger* und *G. flavescens* sind. „Schon bei 10 mm haben die Larven ihr pelagisches Stadium, währenddessen sie oft ziemlich weit von der Küste entfernt angetroffen werden, beendet und gehen

zum litoralen Grundleben über“ (DUNCKER 1928). *G. niger* dient den Dorschen und Hornfischen als Nahrung. „Fast noch mehr als von den Erwachsenen gilt dies von der Brut. Sie bilden neben *Copepoden* die Hauptspeise der jungen in dieser Zeit noch an der Oberfläche lebenden Plattfische und Hornhechte, auch wohl der Heringe und Sprotten“ (HEINCKE 1880).

Über die Verbreitung von *G. minutus* schreibt DUNCKER (1928): „Von Dyrö (69° N) an der norwegischen Küste an S längs aller N-europäischen Küsten, nach O bis in die Finnische und den S-Teil der Bottnischen Bucht, nach W bis zur W-Küste Irlands, der atlantischen Küste Frankreichs und N-Spaniens, vielleicht sogar bis Gibraltar“. Auch im Mittelmeer ist *G. minutus* — von DE. BUEN (1923) als *G. m. gracilis* beschrieben — eine häufig anzutreffende Art. *G. minutus* lebt im Gegensatz zu *G. niger* auf festem Sandboden, in den er sich gern soweit vergräbt, daß nur die Augen heraus schauen; bevorzugt werden Tiefen von 0 bis 40 m. Nach DUNCKER ist *G. minutus* jedoch auch schon gelegentlich in 300 m Tiefe beobachtet worden. Im Brackwasser der Schlei lebt diese Art noch bei einem Salzgehalt von 4—5‰ neben der verwandten, von MÖBIUS und HEINCKE 1883 als *G. minutus* L. var. *minor* beschriebenen Art *G. microps* KRÖYER in großer Individuenzahl, vorwiegend unmittelbar am Ufer zwischen Charabeständen, während in der Kieler Bucht *G. minutus* eine Mindestwassertiefe von 2 m zu bevorzugen scheint. Unmittelbar am Ufer findet sich hier nur *G. microps*. Eine Erklärung für dieses auffällige Verhalten muß wohl in dem größeren O<sub>2</sub>-Bedarf dieser aus dem Meere stammenden Art im brackigen Schleiwasser gesucht werden (vgl. THIENEMANN 1928 und REMANE 1934). Die Laichzeit dauert von März bis August; die Eier werden in hohl liegende Myaschalen abgelegt und vom Männchen bewacht. Die ausschlüpfenden Larven haben eine Länge von 3—4 mm; sie leben zunächst pelagisch und gehen, nachdem sie eine Länge von 17—18 mm erreicht haben, zum Grundleben über (EHRENBAUM 1905—09). *Gobius minutus* wie *G. microps* sind wegen ihrer großen Häufigkeit für die Ernährung vieler Nutzfische, wie Dorsch und Steinbutt, von Bedeutung.

Der Seeskorpion (*Cottus scorpius* LINNE) gehört zur Familie der *Cottidae*, deren Hauptverbreitungsgebiet die nordischen Meere sind; in den Tropen fehlen sie gänzlich. „Von den sieben in der Nord- und Ostsee bisher angetroffenen Arten dieser Gattung leben zwei im Süßwasser, während zwei nur als seltene Gäste aus größeren Tiefen des Eismeereres gelegentlich hierher gelangt sind“ (DUNCKER 1927).

*C. scorpius* ist im Gegensatz zu den *Gobius*-Arten ein Fisch nordischen Ursprungs; er bewohnt das Eismeer (nach DUNCKER wahrscheinlich zirkumpolar), die Ostsee bis in den Finnischen und Bottnischen Meerbusen, die Nordsee und den atlantischen Ozean, südlich bis zum Golf von Biskaya, an der amerikanischen Küste bis 36° n. Br. (MÖBIUS und HEINCKE). Als Aufenthaltsort bevorzugt der Seeskorpion, der ein typischer Grundfisch ist, steinigen, mit *Fucus* und *Zostera* bewachsenen Grund; er wird jedoch auch im flachen Wasser an Brückenpfählen und dergleichen, ferner auf sandigem Grund (Wattenmeer) angetroffen. Die Laichzeit erstreckt sich über die Wintermonate Dezember bis Februar. Einige Zeit vor der Laichablage findet eine innere Befruchtung statt. Die ausschlüpfenden Jungen leben bis zu einer Länge von etwa 2 cm pelagisch; EHRENBAUM (1904) berichtet, daß in der Nordsee Larven in 40 Seemeilen Entfernung von der Küste gefangen wurden. Ende April gehen die Larven zum Bodenleben über.

### III. Material und Methoden.

Für die vorliegenden Untersuchungen sind die Arten nach folgenden Gesichtspunkten ausgewählt: Um Proben aus möglichst verschiedenen Meeresgebieten vergleichen zu können, müssen die Arten weit verbreitet, und in höchstem Grade eurytherm und euryhalin sein. Die Arten müssen in großer Individuenzahl in den einzelnen Lebensbezirken vorkommen, so daß sie in für variationsstatistische Zwecke genügenden Mengen zu beschaffen sind. Eine große regionale Verschiedenheit der einzelnen Merkmale hoffte ich schließlich bei Standfischen vorzufinden, also Fischen ohne Laichwanderung, sondern mit einer Paarung der Geschlechter, wie sie durch die innere Befruchtung bei *Cottus*, den Nestbau bei *Gobius minutus* und das paarweise Zusammenleben von *G. niger* zum Ausdruck kommt. Im Gegensatz zu dem ausgeprägten Standfischcharakter der Erwachsenen steht jedoch die große Verbreitungsmöglichkeit während des Larvenstadiums, so daß der Lebensraum einer Population nicht auf eine Bucht oder eine Flußmündung beschränkt ist, sondern sich über größere Meeresgebiete erstreckt. Die dadurch bedingte Gleichförmigkeit der Proben verschiedener Lokalitäten desselben Meeresgebietes und der Populationen aus verschiedenen miteinander in direkter Verbindung stehender Meere ermöglicht es, die Rassenverhältnisse großer Lebensbezirke durch wenige Proben zu charakterisieren und gegen andere abzugrenzen.

HEINCKE (1898) hat den Grundsatz aufgestellt, daß jede Rassenanalyse bei der durch den Laichfischbestand repräsentierten Fortpflanzungsgemeinschaft beginnen müsse. Allerdings hat HEINCKE diese Forderung in bezug auf die Laichschwärme und die verschiedenen Laichzeiten des Herings ausgesprochen. Da es aber bei *Cottus* und unseren *Gobius*-Arten weder eigentliche Laichwanderungen noch verschiedene Laichzeiten gibt, so ist es auch außerhalb der Laichzeit möglich, völlig reine Proben dieser Arten aus einem bestimmten Lebensbezirk zu erhalten.

Die Beschaffung des Materials war mit großen Schwierigkeiten verbunden, so daß es nicht immer möglich war, von allen gewünschten Lokalitäten Proben in genügender Individuenzahl zu bekommen. Da (außer *Gobius niger* in Italien) keine der drei Arten zu den Nutzfischen gehört und deshalb im Handel nicht erhältlich ist und die Fischer die *Gobius*-Arten meist nicht kennen — es gibt auch keine volkstümlichen Namen — war ich, soweit ich das Material nicht selbst beschaffen konnte, auf die in den Verbreitungsgebieten der genannten Arten liegenden wissenschaftlichen Institute angewiesen. — Es ist mir eine angenehme Pflicht, allen Herren, die mich durch Material oder durch Überlassung eines Arbeitsplatzes unterstützt haben, auch an dieser Stelle bestens zu danken.

Um zuverlässige Durchschnittswerte zu bekommen, habe ich entsprechend der Variationsbreite 100 Individuen von *Cottus* je Probe als ausreichend angesehen. Da bei den *Gobius*-Arten die Variationsbreite kleiner ist, genügen natürlich weniger Fische. Eine Vermehrung der Proben vor allem durch solche aus dem Kattegat und der nordwestlichen Nordsee wäre wünschenswert gewesen.

Das dieser Arbeit zugrundeliegende Material setzt sich aus folgenden Proben zusammen:

Nr.	Gebiet	Monat	Individuen- zahl	Länge
<i>Gobius niger</i>				
1	Oslofjord (Dröbak)	VIII	100	6—12 cm
2	Skagerrak (Fiskebäckskil)	X	100	9—14 „
3	Limfjord (Struer)	IX	70	3—12 „
4	Nordostseekanal (Landwehr)	VII	79	6—13 „
5	Kieler Förde	V—VII	78	3—12 „
6	Golf von Neapel	III—IV	130	6—12 „
<i>Gobius minutus</i>				
1	Oslofjord (Dröbak)	VIII	63	35—81 mm
2	Skagerrak (Fiskebäckskil)	X	120	32—70 „
3	Nordsee (Helgoland)	IX	130	17—55 „
4	„ (Den Helder)	X	130	32—82 „
5	„ (Büsum)	VIII	120	39—80 „
6	Limfjord (Struer)	IX	176	22—71 „
7	Westliche Ostsee (Kieler Bucht)	VII	210	31—68 „
8	Eigentliche Ostsee (Neukuhren)	VI	105	30—65 „
9	Schlei (Gunneby)	VII	104	23—50 „
10	„ (Große Breite)	VII	134	21—47 „
<i>Cottus scorpius</i>				
1	Nordsee (Helgoland)	IX	106	8—25 cm
2	„ (Büsum)	X	111	12—22 „
3	„ (Den Helder)	X	120	12—21 „
4	Skagerrak (Fiskebäckskil)	X	102	13—26 „
5	Limfjord (Struer)	IX	116	11—29 „
6	Westliche Ostsee (Kieler Bucht)	X—III	210	9—27 „
7	Eigentliche Ostsee (Pommersche Bucht)	I. u. X	100	9—25 „
8	Eigentliche Ostsee (Samlandküste)	VI	133	10—35 „
9	Finnische Schärenküste (Ekenäs)	XI u. XII	49	18—26 „

Es muß zunächst einmal die Variationsweise und die Brauchbarkeit der einzelnen Merkmale als „Rassenmerkmale“ für diese drei Arten geprüft werden. Darüber hinaus soll dann versucht werden, bestimmte in ihren Merkmalen gleiche und ähnliche Populationen zusammenzufassen und Gesetzmäßigkeiten in der Abhängigkeit ihrer Hauptcharakteristika von den hydrographischen und topographischen Umweltbedingungen aufzuzeigen. Es ist wohl selbstverständlich, daß diese Arbeit kein endgültiges Urteil über die Rassenverhältnisse und die Gültigkeit von „Rassenregeln“ für die drei Arten geben kann; denn dazu müßte die Zahl der Proben und der Individuen erheblich gesteigert werden, was im Rahmen dieser Arbeit nicht möglich war<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Die Arbeit wurde im Zoologischen Institut der Universität Kiel ausgeführt. Herrn Prof. Dr. REMANE und Herrn Prof. Dr. Frhr. von BUDDENBROCK sage ich für die liebenswürdige Unterstützung meinen besten Dank.

Die vorliegenden Untersuchungen sind im Prinzip nach den bewährten von HEINCKE 1898 in die Fischrassenforschung eingeführten Methoden durchgeführt; nur mit dem Unterschied, daß hauptsächlich Zahlenmerkmale benutzt wurden und zweitens die Zahl der untersuchten Merkmale nicht so groß ist.

Es gibt drei Gruppen von Merkmalen, die zur Unterscheidung von Rassen verwendet worden sind. Die erste Gruppe bilden die Zahlenmerkmale; solche sind z. B. die Zahl der Wirbel und der Strahlen in den verschiedenen Flossen, die Zahl der Kielschuppen beim Hering usw. Die zweite Gruppe bilden die Körpermaße und -proportionen, wie z. B. die Länge und Stellung der Flossen oder Verhältnisse zwischen Körperlänge und Körperhöhe. Als dritte Gruppe lassen sich schließlich die physiologischen Merkmale: Reife, Wachstumsgeschwindigkeit, Grad der Fettheit usw. zusammenfassen. Von diesen drei Merkmalsgruppen ist die erste Gruppe selbstverständlich am wichtigsten; denn die Zahl der Wirbel und Flossenstrahlen ist während der Individualentwicklung unabänderlich, während die Körperproportionen erheblichen Veränderungen unterworfen sind (vgl. HEINCKE 1889). Schließlich lassen zählbare Merkmale sich auch mit einer weit größeren Genauigkeit feststellen als meßbare. — Um zunächst einmal geeignete Untersuchungsmerkmale, d. h. solche, die eine möglichst große regionale Verschiedenheit zeigen, zu finden, mußte bei der Durchzählung der ersten Proben eine sehr große Zahl von Merkmalen berücksichtigt werden. Diejenigen Merkmale, die nur eine sehr geringe Verschiedenheit zeigten, wurden dann ausgeschieden, so daß bei dem größten Teil des Materials folgende Merkmale untersucht wurden:

1. Die Zahl der Wirbel
  - a) die Zahl der Wirbel ohne geschlossenen Haemalbogen (Vert. praeh.) (vgl. SCHNAKENBECK 1927). — b) die Zahl der Wirbel mit geschlossenem Haemalbogen und das Urostyl. (Vert. haem.)<sup>1)</sup> — c) die Gesamtsumme der Wirbel (Vert. S).
2. Die Zahl der Flossenstrahlen
  - a) in der ersten Rückenflosse (nur bei *Cottus*) ( $D_1$ ) — b) in der Afterflosse (A) — c) in der linken Brustflosse (bei den *Gobius*-Arten) (P).
3. Länge.
4. Reife und Geschlecht.
5. Alter (nur bei *Cottus*)<sup>2)</sup>.
6. Länge des längsten  $D_1$ -Strahles (nur bei *Gob. niger*).
7. Körperhöhe (nur bei *Gob. niger*).
8. Verwachsungserscheinungen an Flossenstrahlen und Wirbeln.

<sup>1)</sup> In vielen Fällen, vor allem bei den *Gobius*-Arten, war es schwierig, den ersten Wirbel mit geschlossenem Haemalbogen festzustellen, da unvollkommen ausgebildete Querverbindungen, also Übergänge von Rumpf- und Schwanzwirbeln, nicht selten sind. Die Trennung in Rumpf- und Schwanzwirbel wurde aber aus praktischen Gründen, um die Zählung zu erleichtern, beibehalten.

<sup>2)</sup> Die Altersbestimmung bei *Cottus scorpius* ließ sich außerordentlich leicht an den Otolithen durchführen. „Man sieht im Zentrum einen dunklen Kern, in dessen Mitte sich ein besonders dunkler Punkt mit umgebender etwas hellerer Partie abhebt; dieser Kern wird umlagert von einer hellen Schicht, auf welche eine sehr breite, stark dunkle Schicht folgt, deren Beginn den Anfang des zweiten Jahres anzeigt. Nun folgen abwechselnd helle und dunkle Schichten, doch sind die folgenden Schichten nicht mehr so breit.“ (FRYD 1901.)

Von den quantitativen Merkmalen erwiesen sich nur die Gesamtsumme der Wirbel (Vert. S.), die Zahl der Strahlen in der Afterflosse (A) und für *Cottus scorpius* außerdem noch die Strahlenzahl in der ersten Rückenflosse ( $D_1$ ) für eine Rassenanalyse als brauchbar. Die Abweichungen der übrigen Zahlenmerkmale sind entweder zu gering (Vert. praeh. und Vert. haem.), sie stehen in zu fester Korrelation zu den erstgenannten Merkmalen ( $D_2$ ) oder die Strahlenzahl läßt sich nicht mit der erforderlichen Genauigkeit feststellen (P), da eine Auffassung und kleine Anfangsstrahlen zu Irrtümern Anlaß geben.

Die verschiedene Größe der drei Fischarten machte eine besondere Untersuchungsweise für jede Art nötig. Die Untersuchung der in Alkohol konservierten *Cottus* erfolgte etwa folgendermaßen: Von jedem Fisch wurde die Länge<sup>1)</sup>, das Alter, Geschlecht und Reife festgestellt; dann wurden die Flossenstrahlen gezählt und die Fische gekocht. Nachdem die Wirbelsäule sorgfältig herauspräpariert, getrocknet und in die beiden Abschnitte Rumpf- und Schwanzwirbel zerteilt worden war, konnten die einzelnen Wirbel unter einem Binokular mit 10facher Vergrößerung gezählt werden<sup>2)</sup>.

Diese Untersuchungsweise ließ sich für die beiden weit kleineren *Gobius*-Arten natürlich nicht anwenden und so mußten die Zählungen bei diesen mit färberischen und optischen Hilfsmitteln vorgenommen werden. Die einige Tage in 4% Formol fixierten Exemplare von *G. niger* wurden 24 Stunden gewässert, einseitig filetiert, so daß die eine Seite der Wirbelsäule freilag, und in einer alkoholischen Alizarinlösung gefärbt. Die Knochelemente färben sich dunkelrot, während die Muskulatur farblos bleibt. — Von *G. minutus* wurden nur die größeren Individuen (über 40 mm) filetiert und mit den kleineren zusammen gefärbt. Um sie durchsichtig zu machen, wurden sie über Alkohol in Xylol gebracht, so daß mit einem Binokular bei durchfallendem Licht eine einwandfreie Zählung der Wirbel und Flossenstrahlen möglich war. (Näheres über die Färbung selbst bei Å. V. TÅNING 1927 und R. KÄNDLER 1935).

Eine besondere Aufmerksamkeit wurde bei den Wirbelzählungen den Verwachsungserscheinungen gewidmet, die bei allen drei Arten im ganzen Bereich der Wirbelsäule beobachtet werden konnten. KÄNDLER (1932) beschrieb nach der Lage der abnormen Wirbel zwei Arten von Verwachsungen, die nach der Zahl der sie zusammensetzenden Wirbelemente gewertet werden und komplexe Verwachsungen, die als ein Wirbel gezählt werden. Diese Einteilung und Zählweise habe ich auch für die *Gobius*-Arten und *Cottus scorpius* angewendet, obgleich alle Übergänge von einer deutlichen Verwachsung zweier oder mehrerer Wirbelkörper bis zu einer einheitlichen Verschmelzung, die als solche nur noch an der relativen Länge des Wirbelkörpers und den Verwachsungsspuren auf der Oberfläche erkannt werden können, vorkamen und eine Entscheidung häufig schwer machten. In einem besonderen Kapitel wird noch näher auf diese Verwachsungserscheinungen eingegangen werden.

Anomalien der Flossenstrahlen wurden nur selten beobachtet. Die Aufspaltung des letzten Strahles der zweiten Rückenflosse und der Afterflosse bei den *Gobius*-Arten ist die Regel und kann nicht als Anomalie gewertet werden. Die beiden Strahlenhälften stehen aber teilweise doch so weit auseinander, daß sie als Einzelstrahlen gezählt werden müssen; vorausgesetzt allerdings, daß jeder Einzelstrahl

<sup>1)</sup> Die Gesamtlänge der Fische ist stets von der Schnauzenspitze bis zum Ende der längsten Schwanzflossenstrahlen gerechnet, und zwar ist die Länge für *Cottus scorpius* und *Gobius niger* auf 1 cm und für *G. minutus* auf 1 mm genau gemessen.

<sup>2)</sup> Schwierigkeiten bestehen bei der Feststellung des letzten Strahles der ersten Rückenflosse und des ersten Strahles der zweiten Rückenflosse, da beide Strahlen häufig recht klein sind und infolgedessen leicht übersehen werden. Mit Hilfe einer Pinzette oder Präpariernadel lassen sich die beiden Strahlen jedoch meist gut finden.

Während bei den Nordseefischen die beiden Flossen weit auseinanderstehen, gehen sie bei manchen Individuen aus der eigentlichen Ostsee ineinander über. Wenn dann die betreffenden Strahlen außerdem noch klein sind, ist es schwierig, festzustellen, ob es sich um den letzten Strahl der ersten oder um den ersten Strahl der zweiten Rückenflosse handelt. Hier liegt also eine wohl zu beachtende Fehlerquelle.



einem eigenen Flossenstrahlträger aufsitzt. Eine Aufspaltung des letzten Strahles der zweiten Rückenflosse und der Afterflosse konnte auch bei *Cottus* beobachtet werden, während die beiden ersten Strahlen der ersten Rückenflosse meist verwachsen waren. Ob diese Aufspaltungen oder Verwachsungen nun als ein oder zwei Strahlen zu zählen waren, ließ sich eindeutig immer an der Zahl der dazugehörenden Flossenstrahlenträger feststellen.

Die variationsstatistischen Berechnungen sind nach den von JOHANNSEN (1926) angegebenen Formeln durchgeführt. Für jede Variationsreihe ist der Mittelwert  $M$  die Standardabweichung (Streuung)  $\sigma$ , der mittlere Fehler des Mittelwertes  $m$  und die prozentuale Häufigkeit der einzelnen Merkmalswerte (Variabilitätsmodus) berechnet.

Bei der Auswertung und dem Vergleich der Einzelproben werden im wesentlichen die für jede Variationsreihe errechneten Mittelwerte verschiedener Proben miteinander verglichen werden, da der Mittelwert als das beste Charakteristikum für die Individuengesamtheit, der die Probe entstammt, anzusehen ist. Ein weiteres wichtiges Hilfsmittel zur Charakterisierung und Abgrenzung verschiedener Proben ist der Variabilitätsmodus oder die prozentuale Häufigkeit der einzelnen Merkmalswerte (vgl. SCHNACKENBECK 1931). Die Variabilitätsmodi verschiedener Proben können vor allem da Klarheit schaffen, wo die Mittelwerte nahe beieinander liegen und zur Unterscheidung, ob die Proben tatsächlich verschieden sind oder zusammengehören, versagen.

Mittelwert, Standardabweichung, der mittlere Fehler des Mittelwertes und der mittlere Fehler der Differenz zweier Mittelwerte einerseits und der Variabilitätsmodus andererseits sind die Kriterien, die uns die Möglichkeit bieten, zwei Proben auf ihre Zusammengehörigkeit hin zu untersuchen und zu prüfen, ob sie demselben Bestande angehören oder nicht, ob sie also morphologisch gleich sind oder verschieden. Wie nun diese Unterschiede zustande kommen, ob sie durch verschiedene Lebenslagen hervorgerufen sind, oder ob sie genotypisch bedingt sind, es also Proben verschiedener Rassen sind, auf all diese Fragen geben uns die aus Formeln errechneten Werte keinen Aufschluß. Sie können nur anzeigen, ob Unterschiede vorhanden sind, sie aber nicht erklären.

Da *Cottus scorpius* und die *Gobius*-Arten keine so ausgedehnte Laichzeit wie beispielsweise der Hering oder der kleine Sandaal (BAHR 1935) haben, und der Reifezustand der einzelnen Fische einer Probe, abgesehen von den juvenilen Individuen und einigen noch zu erwähnenden Ausnahmen, nahezu der gleiche ist, haben wir es also mit ausgesprochen reinen Proben zu tun. Die Reifebestimmungen bei diesen Untersuchungen sollen vielmehr dazu dienen, festzustellen, ob Unterschiede in der Reife und damit in der Laichzeit zwischen Proben aus verschiedenen Meeren bestehen.

Bei den Reifegradbestimmungen habe ich mich auf die von BÜCKMANN (1929) vorgeschlagene Vereinfachung und Einteilung in unreif (I), reifend (II), reif (III) und abgelaicht (IV) beschränkt. Eine Anwendung der HEINCKE-MAIER'SCHEN Reifegradtabelle war nicht möglich, da mir meist nur konserviertes Material zur Verfügung stand. — Um nun zwei oder mehrere Proben vergleichen zu können, müssen sie natürlich möglichst gleichzeitig gefangen sein. Leider ist das Material in bezug auf diese Vorbedingung nicht einheitlich, was sich natürlich aus der Beschaffung erklärt.

#### IV. Variationsanalyse der Einzelproben.

Voruntersuchungen. Bevor die aus den einzelnen Variationsreihen errechneten Werte miteinander verglichen werden können, muß zunächst einmal geprüft werden, ob nicht rasseneigentümliche Differenzen vorhanden sind; solche können sein: Geschlechtsdifferenzen und Jahrgangsdifferenzen.

Da das Verhältnis der Geschlechter in den Proben sehr stark wechselt, ist es notwendig, festzustellen, ob irgendwelche Unterschiede zwischen den Geschlechtern in bezug auf die untersuchten Merkmale bestehen.

Sehr deutlich sind Unterschiede im Wachstum der Geschlechter bei *Cottus scorpius*,

wie ein Vergleich der für ♂♂ und ♀♀ getrennt berechneten Durchschnittsgrößen der Altersgruppen einer Population zeigt:

Altersgruppe:		I	II	III	IV
Kieler Bucht	♂♂	13,5	17,2	19,3	—
(Schilksee)	♀♀	15,4	18,1	22,2	23,9 cm

Bestehen auch solche Unterschiede in der Wirbel- und Flossenstrahlzahl zwischen den Geschlechtern, so müssen ♂♂ und ♀♀ für sich behandelt und verglichen werden, wie es für die Durchschnittsgrößen der Altersgruppen von *Cottus scorpius* geschieht. Die folgenden Tabellen zeigen jedoch, daß bei keiner der drei Arten Geschlechtsdifferenzen in den quantitativen Merkmalen auftreten.

### 1. *Gobius niger* (Skagerrak).

Vert. S	♂♂	♀♀
27	3	2
28	62	32
29	1	—
n	66	34
M ± m	27,96 ± 0,03	27,94 ± 0,04
σ	± 0,25	± 0,24

### *Gobius niger* (Skagerrak).

A	♂♂	♀♀
I. 10	1	1
I. 11	56	30
I. 12	8	3
I. 13	1	—
n	66	34
M ± m	11,13 ± 0,05	11,06 ± 0,05
σ	± 0,42	± 0,34

### 2. *Gobius minutus* (Den Helder).

Vert. S	♂♂	♀♀
31	1	3
32	16	20
33	36	52
34	1	—
n	54	75
M ± m	32,68 ± 0,07	32,65 ± 0,05
σ	± 0,52	± 0,45

### *Gobius minutus* (Den Helder).

A	♂♂	♀♀
I. 9	1	2
I. 10	27	41
I. 11	24	32
I. 12	2	—
n	54	75
M ± m	10,50 ± 0,10	10,40 ± 0,08
σ	± 0,78	± 0,74

### 3. *Cottus scorpius* (Büsum).

Vert. S	♂♂	♀♀
34	8	10
35	37	40
36	7	9
n	52	59
M ± m	34,98 ± 0,07	34,98 ± 0,07
σ	± 0,53	± 0,57

### *Cottus scorpius* (Den Helder).

A	♂♂	♀♀
9	—	1
10	22	22
11	25	28
12	11	10
13	—	1
n	58	62
M ± m	10,81 ± 0,09	10,80 ± 0,09
σ	± 0,73	± 0,78

Die errechneten Mittelwerte zeigen trotz der geringen Individuenzahlen wegen der außerordentlich kleinen Variationsbreite dieser drei Arten in den Merkmalen Vert. S und A eine ausreichende Übereinstimmung.

Die Jahrgangsdifferenzen werden hervorgerufen durch die Verschiedenheit der Umweltfaktoren in den einzelnen Jahren. Ein Vergleich der durchschnittlichen Wirbelzahl von 4 Altersgruppen der Probe von *Cottus* aus der Kieler Bucht zeigt, daß auch zwischen den einzelnen Jahrgängen keine nennenswerten Differenzen bestehen.

Vert. S	Altersgruppen (Jahrgänge)			
	I (1933/34)	II (1932/33)	III (1931/32)	IV (1930/31)
33	1	4	1	—
34	5	23	2	2
35	31	40	14	5
36	4	23	5	3
37	1	—	—	—
n	42	90	22	10
M ± m	34,97 ± 0,10	34,92 ± 0,04	35,04 ± 0,15	35,11 ± 0,23

Der hohe Wert der Gruppe IV ist sicherlich als Zufall anzusehen und auf die geringe Individuenzahl dieser Altersgruppe zurückzuführen.

Da für die *Gobius*-Arten keine Altersbestimmungen durchgeführt wurden, kann die Frage nach dem Vorhandensein von Jahrgangsdifferenzen bei diesen beiden Arten nicht beantwortet werden. Wegen der geringen Variabilität und der großen Übereinstimmung der einzelnen Proben, vor allem der von *G. niger*, muß aber vermutet werden, daß Jahrgangsdifferenzen nicht von besonderer Bedeutung sein können.

Die Merkmale  $D_2$  und A sind bei den drei Arten in ihrer Variabilität äußerst ähnlich; zwischen beiden besteht eine feste Korrelation, so daß die Untersuchung und Betrachtung eines dieser Merkmale, der Strahlenszahl in der Afterflosse genügt. Für je eine Probe der drei Arten ist die Korrelation zwischen  $D_2$  und A berechnet:

Art	Fangort	r
<i>Cottus scorpius</i>	Limfjord	+0,90
<i>Gobius minutus</i>	Südl. Nordsee	+0,89
<i>Gobius niger</i>	Golf von Neapel	+0,39

Auch zur Gesamtwirbelzahl, dem wichtigsten Untersuchungsmerkmal, stehen  $D_2$  und A in der gleichen, festen Korrelation, so daß die beiden Flossen auch diesem Merkmal gegenüber im selben Sinne variieren; Fische mit hoher Wirbelzahl zeichnen sich also durch hohe Strahlenszahlen sowohl in der zweiten Rückenflosse, als auch in der Afterflosse aus. Die folgenden drei Tabellen zeigen deutlich, wie der Durchschnitt der Flossenstrahlenszahlen von  $D_2$  und A mit der Wirbelzahl zunimmt.

<i>Cottus scorpius</i> (Limfjord).			<i>Gobius minutus</i> (Südöstl. Nordsee).			<i>Gobius niger</i> (Golf von Neapel).		
Vert. S	$D_2$	A	Vert. S	$D_2$	A	Vert. S	$D_2$	A
33	13,00	10,00	31	9,25	9,75	27	12,14	10,85
34	14,45	11,54	32	9,83	10,16	28	12,19	11,00
35	14,77	11,55	33	10,22	10,57	29	12,66	11,00
36	15,19	11,78	34	11,00	12,00			
37	15,60	12,00						

Da die Werte für die zweite Rückenflosse wegen dieser weitgehenden Korrelation nichts wesentlich Neues bringen können, ist die Zählung der Strahlen dieser Flosse bei dem größten Teil der Proben unterlassen worden.

1. *GOBIUS NIGER*.

Von *G. niger* wurden wegen der außerordentlich geringen Variabilität, die alle Merkmale zeigten und der dadurch bedingten großen Gleichförmigkeit der Proben nur sechs aus den verschiedensten Meeresgebieten stammenden Proben untersucht. Die Variationsbreite erstreckt sich meist nur über drei Werte, von denen auf den mittleren bis zu 97% (Vert. prh. der Probe aus dem Oslofjord) der Fische entfallen können.

Am deutlichsten gibt wohl die graphische Darstellung der prozentualen Häufigkeiten des Merkmals Vert. S (Abb. 1) eine Vorstellung von der überaus großen Gleichförmigkeit der sechs Proben. Die Kurven gleichen sich fast vollkommen und man könnte annehmen, daß es sich um Proben aus dem gleichen Meeresgebiet handelt. Die Kurven zeigen alle die geringe Variationsbreite von nur drei Merkmalswerten und ein scharf ausgeprägtes Maximum (über 90%) bei dem Wert 28.

Denselben Eindruck gewinnen wir aus einer Betrachtung der Mittelwerte und der Streuung der Merkmale Vert. S und A, die in der folgenden Tabelle zusammengestellt sind:

Tabelle 1.

Nr.	Fangort	Wirbelzahl			Afterflossenstrahlzahl		
		n	M ± m	σ	n	M ± m	σ
1	Kieler Förde	76	27,934 ± 0,028	± 0,248	78	11,192 ± 0,063	± 0,556
2	Nordostseekanal	79	27,962 ± 0,028	± 0,248	79	11,304 ± 0,060	± 0,536
3	Limfjord	70	27,986 ± 0,038	± 0,316	70	11,211 ± 0,056	± 0,476
4	Skagerrak	100	27,960 ± 0,024	± 0,241	100	11,110 ± 0,039	± 0,396
5	Oslofjord	100	28,000 ± 0,028	± 0,282	100	11,130 ± 0,050	± 0,503
6	Golf von Neapel	128	27,968 ± 0,024	± 0,279	130	11,038 ± 0,031	± 0,359

Die Mittelwerte der Wirbelzahlen und Flossenstrahlzahlen zeigen eine erstaunliche Übereinstimmung. Der größte Unterschied in der durchschnittlichen Wirbelzahl besteht zwischen den Proben aus dem Oslofjord und der Kieler Förde und in der Afterflossenstrahlzahl (von der Mittelmeerprobe abgesehen) zwischen den Proben aus dem Skagerrak und dem Nordostseekanal. Um nun prüfen zu können, ob diese Unterschiede zufällig sind, oder ob sie eine wirkliche Verschiedenheit der Proben aufzeigen, wird die Differenz zwischen den Mittelwerten der betreffenden Proben und der mittlere Fehler dieser Differenz berechnet: Die Differenz der Wirbelmittel zwischen den Proben 1 und 5 beträgt  $0,066 \pm 0,039$ . Die Differenz der Afterflossenstrahlenmittel zwischen den Proben 2 und 4 beträgt  $0,194 \pm 0,072$ . Die Differenzen betragen etwa das Zweifache ihres mittleren Fehlers; damit ist gezeigt, daß für die Merkmale Vert. S. und A keine wirklichen Unterschiede zwischen den Proben bestehen; die Übereinstimmung ist also nicht zufällig.

Die Probe aus dem Golf von Neapel unterscheidet sich, wenn man nur die durchschnittlichen Flossenstrahlen- und Wirbelzahlen und deren Variabilitätsmodus betrachtet in keiner Weise von den in den nordeuropäischen Meeren lebenden Populationen.

Auf Grund quantitativer Merkmale ist jedoch eine besondere Rasse (var. *jozo* L.) von *Gobius niger* aus dem Mittelmeer beschrieben. Die südeuropäische Rasse ist schlanker

und zeichnet sich ferner durch die verlängerten  $D_1$ -Strahlen der Männchen aus, die zurückgelegt, bis über die Mitte der zweiten Rückenflosse hinausreichen, während diese Strahlen bei der nordeuropäischen Rasse nur bis über den Anfang der zweiten Rückenflosse hinausreichen. Nach DUNCKER findet sich auch die Auffaserung der dorsalen Strahlen der Brustflossen am stärksten bei Exemplaren aus dem Mittelmeer.

Um die Unterschiede in den erwähnten Körperproportionen zwischen der nord- und südeuropäischen Rasse von *G. niger* nachzuprüfen und zahlenmäßig zu belegen, sind sie in die Untersuchungen mit einbezogen worden. Es wurde für die Mittelmeerpopulation und für zwei nordeuropäische Populationen (Kieler Förde und Limfjord) der Index Gesamtlänge durch Körperhöhe (gemessen vor den verwachsenen Bauchflossen und  $D_1$ ) bestimmt; ferner wurde derjenige Strahl der zweiten Rückenflosse festgestellt, der von dem längsten Strahl der zurückgelegten ersten Rückenflosse noch gerade berührt wird.

Für die Mittelmeerrasse ergab sich ein Index im Mittel von 7,5 und für die aus der Kieler Förde und dem Limfjord stammenden Proben ein Index im Mittel von 6,2.

Der längste Strahl der ersten Rückenflosse der Männchen reicht bei den Fischen aus dem Golf von Neapel im Durchschnitt bis zum 5. bis 6. weichen Strahl der zweiten Rückenflosse, und bei der nordeuropäischen Rasse im Mittel bis I.2 bis I.3 von  $D_2$ .

Zweifellos genügen diese Differenzen und die räumliche Trennung, um *G. niger* var. *jozo* L. als besondere Rasse des Rassenkreises *G. niger* L. zu kennzeichnen, zumal noch Differenzen in der Laichzeit hinzukommen. Die im März und April 1935 in Neapel an *G. niger* vorgenommenen Reifegradbestimmungen ergaben, daß die Anfang März gefangenen Fische zum größten Teil dem Reifestadium II angehörten; Anfang April überwog jedoch schon der Reifegrad III. In der Kieler Förde dagegen wird das Reifestadium III, wie auf den vom Zoologischen Institut Kiel unternommenen Ausfahrten festgestellt werden konnte, erst Anfang Mai erreicht.

Wir haben gesehen, daß *G. niger* eine außerordentlich konstante Art ist, die unter den verschiedensten äußeren Lebensbedingungen die gleiche geringe Variabilität aufweist. In den quantitativen Merkmalen bestehen selbst zwischen den nord-europäischen Proben und der Mittelmeerprobe keine wesentlichen Unterschiede, während nach quantitativen und physiologischen Merkmalen die Mittelmeerpopulation von den unten sich gleichen Populationen der nordeuropäischen Rasse unterschieden werden kann.

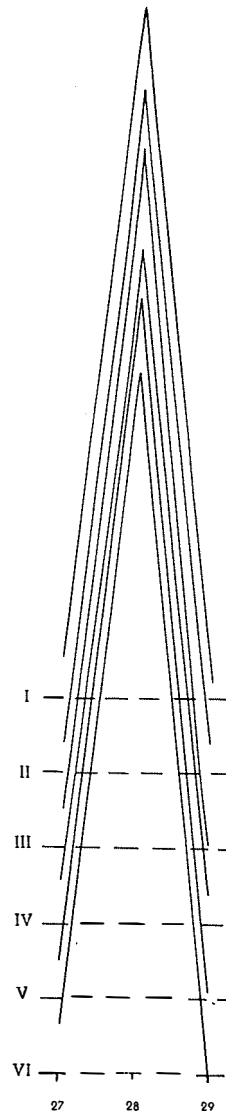


Abb. 1.

Prozentuale Häufigkeitskurven des Merkmals Vert. S aller Proben von *Gobius niger*.

- I. Golf von Neapel,
- II. Oslofjord,
- III. Skagerrak,
- IV. Limfjord,
- V. Nordostseekanal,
- VI. Kieler Förde.

2. *GOBIUS MINUTUS*.

Von verschiedenen Autoren sind im Laufe der Zeit nach äußeren Merkmalen, wie Körpergröße, Beschuppung, Pigmentierung und Körperform eine ganze Reihe von Rassen beschrieben worden, so daß schon daraus geschlossen werden kann, daß *G. minutus* eine variable Art ist. Auch die Wirbel- und Flossenstrahlzählungen haben gezeigt, daß *G. minutus* im Gegensatz zu *G. niger* als eine variable Art bezeichnet werden muß, wenn auch die Variationsbreite der untersuchten Merkmale im Verhältnis zur Variationsbreite der bei *Zoarces viviparus* oder *Pleuronectes platessa* untersuchten Merkmale nur klein ist; sie erstreckt sich nur über drei oder vier Merkmalswerte. Das wichtigste Merkmal, die Gesamtsumme der Wirbel, ist außerordentlich konstant, so daß die Differenz zwischen der höchsten und niedrigsten durchschnittlichen Wirbelzahl der Proben nur sehr gering ist.

Es wurden Proben aus folgenden Meeresgebieten untersucht: Nordsee, Skagerrak, Oslofjord, Limfjord, Schlei, westliche und eigentliche Ostsee.

Wenn wir zunächst nur die Variabilitätskurven und die Mittel des Merkmals Vert. S betrachten, so lassen sich vier Gruppen von ähnlichen Populationen zusammenfassen.

I. Die erste Gruppe bilden die beiden nördlichsten Proben aus dem Oslofjord und dem Skagerrak; sie weisen die höchsten durchschnittlichen Flossenstrahlen- und Wirbelzahlen auf.

Fangort	n	Vert. S		A	
		$M \pm m$	$\sigma$	$M \pm m$	$\sigma$
Oslofjord	63	33,206 $\pm$ 0,051	$\pm$ 0,405	10,758 $\pm$ 0,063	$\pm$ 0,498
Skagerrak	120	32,958 $\pm$ 0,034	$\pm$ 0,374	10,825 $\pm$ 0,042	$\pm$ 0,459

Die Differenz zwischen den Wirbelmitteln ist trotz der sonst so großen Gleichförmigkeit dieses Merkmals recht groß, doch überschneiden sich die dreifachen mittleren Fehler und hinsichtlich der prozentualen Häufigkeitskurven (Abb. 2) zeigen beide Proben eine gute Übereinstimmung. Ebenfalls in dem Merkmal A besteht zwischen beiden Proben sowohl in den Variabilitätsmodi, als auch in den Durchschnittswerten völlige Gleichförmigkeit (Abb. 3).

II. Wird die Probe von Helgoland außer acht gelassen, so bilden die aus der südöstlichen Nordsee, dem Limfjord und der Ostsee stammenden Proben eine zweite, durchaus einheitliche Gruppe. Die prozentualen Häufigkeitskurven der Wirbelzahl (Abb. 4) und die durchschnittlichen Wirbelzahlen (Tabelle 2) dieser aus so verschiedenen Meeresarealen stammenden Proben stimmen fast völlig überein.

Wird nun das zweite Merkmal, die Strahlzahl in der Afterflosse, hinzugenommen, dann lassen sich erhebliche Unterschiede erkennen, die darauf hindeuten, daß diese Gruppe doch nicht so einheitlich ist, wie es zunächst nach der Betrachtung des Merkmals Vert. S schien. Hinsichtlich der Durchschnittswerte des Merkmals A stimmen die Proben gut überein; eine Ausnahme bildet nur die Probe aus der Kieler Bucht. Erst die Frequenzpolygone lassen die Unterschiede klar hervortreten. Die größte Übereinstimmung in der mittleren Afterflossenstrahlzahl und in dem Variabilitätsmodus

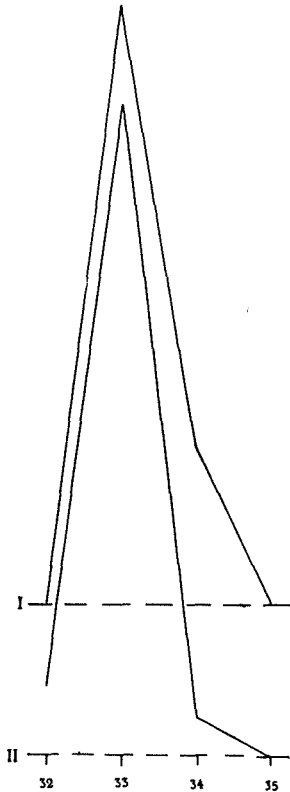


Abb. 2.

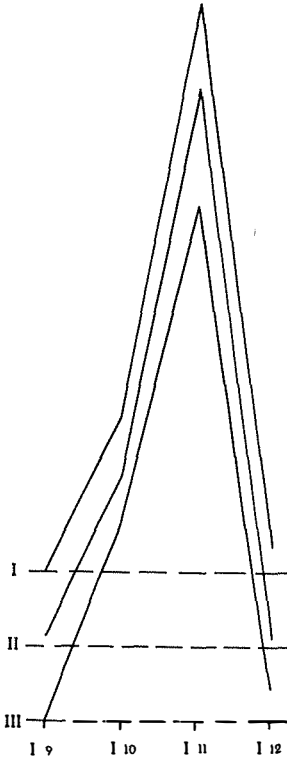


Abb. 3.

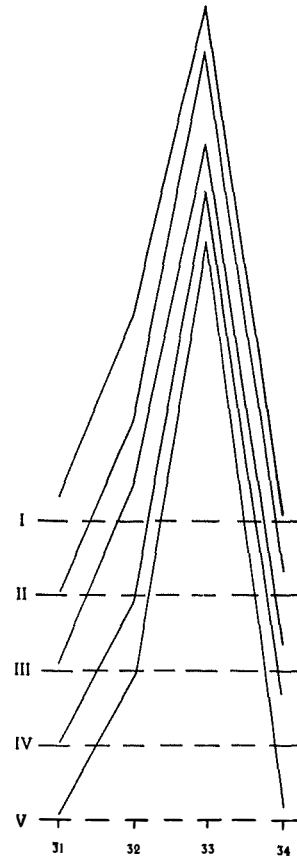


Abb. 4.

Abb. 2. Prozentuale Häufigkeitskurven des Merkmals Vert. S der Proben von *Gobius minutus* aus dem Oslofjord (I) und dem Skagerrak (II).

Abb. 3. Häufigkeitskurven des Merkmals A der Proben von *Gobius minutus* aus dem Skagerrak (I), dem Oslofjord (II) und der westlichen Ostsee (III).

Abb. 4. Häufigkeitskurven des Merkmals Vert. S, der Proben von *Gobius minutus* aus der südöstl. Nordsee: Den Helder (I) und Büsum (II), dem Limfjord (III), der westl. Ostsee (IV) und der eigentlichen Ostsee (V).

Tabelle 2.

Fangort	Vert. S			A		
	n	$M \pm m$	$\sigma$	n	$M \pm m$	$\sigma$
Südöstl. Nordsee (Den Helder)	130	$32,669 \pm 0,048$	$\pm 0,546$	130	$10,446 \pm 0,049$	$\pm 0,569$
Südöstl. Nordsee (Büsum)	120	$32,800 \pm 0,043$	$\pm 0,476$	120	$10,483 \pm 0,052$	$\pm 0,567$
Limfjord	154	$32,753 \pm 0,042$	$\pm 0,526$	176	$10,477 \pm 0,038$	$\pm 0,506$
Westl. Ostsee (Kieler Bucht)	178	$32,877 \pm 0,037$	$\pm 0,493$	209	$10,765 \pm 0,036$	$\pm 0,524$
Eigentl. Ostsee (Neukuhren)	105	$32,810 \pm 0,045$	$\pm 0,459$	104	$10,481 \pm 0,050$	$\pm 0,507$

dieses Merkmals zeigen die von den Küsten der südöstlichen Nordsee (Den Helder und Büsum) und aus dem Limfjord stammenden Proben (Abb. 5). Eine ganz andere Form hat die entsprechende Kurve der Probe aus der Kieler Bucht; sie gleicht den Afterflossenstrahlenkurven der ersten Gruppe (Abb. 3); auch der Durchschnitt des Merkmals A der Kieler Probe liegt zwischen den beiden Werten der ersten Gruppe. Die prozentuale Häufigkeitskurve der aus der eigentlichen Ostsee (Neukuhren) stammenden Probe zeigt eine gewisse Ähnlichkeit mit den entsprechenden Kurven der als dritte Gruppe zusammengefaßten Brackwasserproben der Schlei (Abb. 6). — Die Unterschiede in diesem Merkmal sind zwar recht erheblich; sie genügen jedoch nicht, um die Einheitlichkeit dieser Gruppe zweifelhaft zu machen, da das wichtigste Kriterium, die Gesamtsumme der Wirbel, eine so außerordentlich große Übereinstimmung in den Durchschnittswerten und dem Variabilitätsmodus aufweist. Die Differenzen finden in den hydrographischen und topographischen Verschiedenheiten der Meeresgebiete, der die Proben entstammen und in der weit größeren Variabilität der Afterflosse, die sich in höherem Maße von den Einflüssen der Umwelt abhängig erweist als die Wirbelzahl, eine Erklärung.

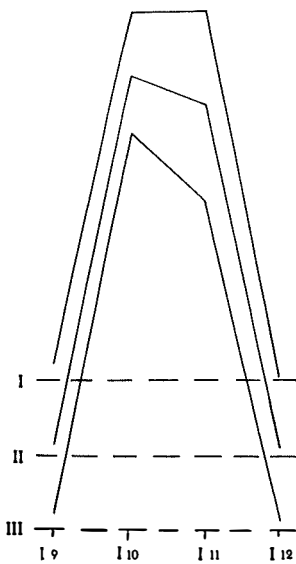


Abb. 5.

Abb. 5. Prozentuale Häufigkeitskurven des Merkmals A: I. Limfjord, II. Südöstl. Nordsee (Büsum), III. Südöstl. Nordsee (Den Helder).

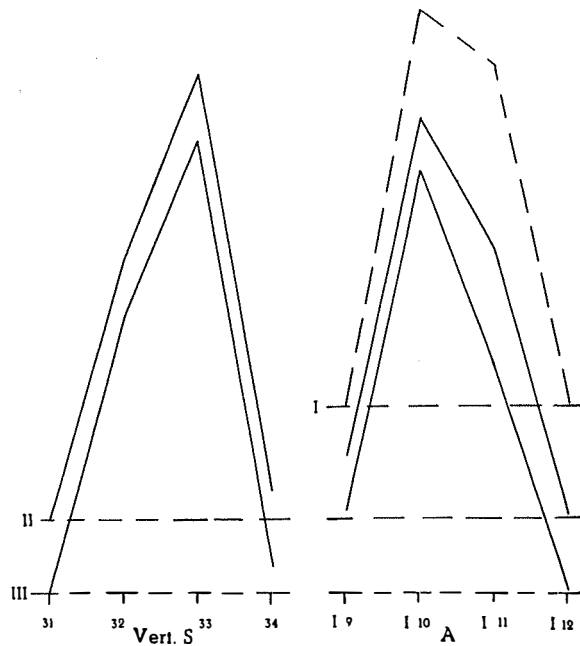


Abb. 6.

Abb. 6. Prozentuale Häufigkeitskurven der Merkmale Vert. S und A von Proben aus der eigentlichen Ostsee (I) und der Schlei, II. Gunneby, III. Große Breite.

III. Die beiden Proben aus der mittleren und oberen Schlei gleichen sich in ihrer durchschnittlichen Wirbelzahl und Afterflossenstrahlenzahl, sowie in den Variabilitätsmodi dieser Merkmale fast vollständig (Abb. 6).



Fangort: Schlei	n	Vert. S		A	
		M ± m	σ	M ± m	σ
1. Gunneby	104	32,689 ± 0,053	± 0,540	10,298 ± 0,062	± 0,633
2. Große Breite	134	32,671 ± 0,047	± 0,543	10,210 ± 0,055	± 0,638

Von der Population der Kieler Bucht unterscheiden sich diese beiden Proben hauptsächlich durch die Variabilitätsmodi der Merkmale Vert. S und A, während die Unterschiede in der Differenz der Wirbelmittel nur gering sind. Die Maxima der Wirbelkurven liegen zwar bei demselben Wert, doch sind sie bei den Kurven der beiden Schleiprobe weit schwächer ausgebildet (59 bzw. 61%), als das Maximum der Kurve, die die prozentuale Häufigkeit der Wirbelzahl für die Population der Kieler Bucht wiedergibt (74%). Charakteristisch für die Schleikurven ist ferner noch die relativ große Häufigkeit des Merkmalswertes 32, wodurch die Kurven ihre besondere, abweichende Form erhalten. — Gänzlich verschieden sind auch die Kurven für das Merkmal A; während der Gipfel der Schleikurven bei dem Wert I. 10 liegt, fällt das Maximum der entsprechenden Kurve der Kieler Bucht auf den Merkmalswert I. 11.

Außer den eben angeführten Unterschieden zeigen die Schleipopulationen eine auffallende Größenreduktion, eine Zunahme der Pigmentierung und der Wirbelverwachsungen; und zwar nimmt mit zunehmender Aussüßung, also nach der inneren Schlei zu, die Größe, die Wirbelzahl und die Flossenstrahlzahl kontinuierlich ab, während die Standardabweichungen der beiden Merkmale Vert. S und A, die Stärke der Pigmentierung und der Prozentsatz der Fische mit Wirbelmißbildungen zunimmt.

IV. Als vierte Gruppe mag schließlich die Helgoländer Population angesehen werden. Mittelwerte und Variationspolygone der untersuchten Merkmale unterscheiden sich in ganz charakteristischer Weise von denen der Probe aus dem Wattenmeer. Während das Wirbelmaximum aller bisher betrachteten Populationen auf den Wert 33 fällt, zeichnet sich die Helgoländer Probe dadurch aus, daß der Gipfel der Wirbelkurve bei dem Merkmalswert 32 liegt (Abb. 7). Die prozentualen Häufigkeitskurven des Merkmals Vert. S der Proben von Helgoland und Büsum lassen mit aller Deutlichkeit erkennen, daß es sich um zwei ganz verschiedene Bestände handelt.

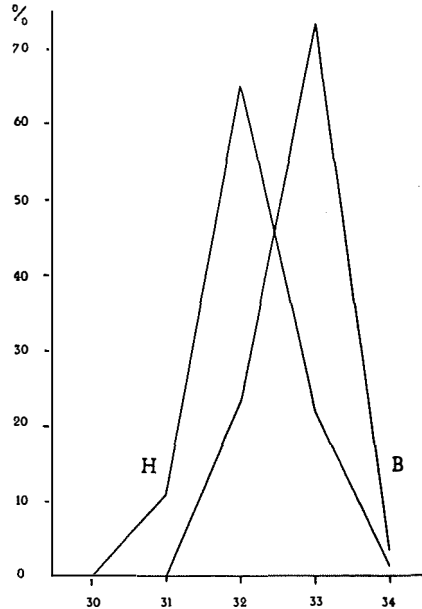


Abb. 7. Häufigkeitskurven des Merkmals Vert. S, der Proben von Helgoland (H) und Büsum (B).

Ein Vergleich der Durchschnittswerte der Merkmale beider Proben führt zu dem gleichen Ergebnis.

Fangort	n	Vert. S		A	
		M ± m	σ	M ± m	σ
Helgoland	127	32,143 ± 0,055	± 0,613	9,811 ± 0,060	± 0,672
Wattenmeer (Büsum)	120	32,800 ± 0,043	± 0,476	10,483 ± 0,052	± 0,567

Die Differenzen zwischen den Durchschnittswerten sind so groß, daß mit aller Bestimmtheit behauptet werden kann: beide Proben sind tatsächlich verschieden. Die Differenzen und ihre mittleren Fehler betragen für die Wirbelzahl  $0,657 \pm 0,069$  und für die Afterflossenstrahlzahl  $0,672 \pm 0,079$ . Die Differenzen betragen das Acht- und Neunfache ihres mittleren Fehlers; sie sind also reell und nicht durch den Zufall bedingt.

Charakteristisch für diese Population ist ferner die geringe durchschnittliche Größe der Individuen und das fast völlige Fehlen einer Pigmentierung.

Wenn wir für *G. minutus* den Wert der beiden quantitativen Merkmale Vert. S und A als „Rassenmerkmale“ betrachten, so ist zweifellos die Gesamtwirbelzahl das wichtigere von beiden; denn nur auf Grund der Verschiedenheit dieses Merkmals ließen sich vier Gruppen von regional zusammengehörenden Populationen zusammenfassen. Die Wirbelzahl ist ein Merkmal, das sich mit der größten Genauigkeit feststellen läßt und das auch den verschiedensten Umweltbedingungen gegenüber verhältnismäßig konstant bleibt. Wie für den Hering, so gilt auch für *G. minutus*, „daß die Wirbelzahl fast völlig zur Rassenbestimmung ausreicht“ (SCHNACKENBECK 1931). — Ein bedeutend variables Merkmal ist dagegen die Afterflosse; zwar ist die Variationsbreite nicht größer, als die der Wirbelzahl, doch ändern sich die Häufigkeiten der einzelnen Merkmalswerte beträchtlich, und in manchen Fällen nicht in der gleichen Weise wie die der Wirbelzahl.

Wie verhalten sich nun die aus den variationsstatistischen Untersuchungen gewonnenen Ergebnisse zu den nach äußeren Merkmalen wie Körperform, Gesamtlänge und Pigmentierung beschriebenen Rassen?

DE BUEN (1923) teilt den Rassenkreis *G. minutus* in vier geographische Rassen ein, von denen zwei in den nordeuropäischen Meeren vorkommen: 1. *Gobius minutus minutus* in der Ostsee, der Nordsee und dem Kanal. — 2. *Gobius minutus norvegicus* in den Tiefen der norwegischen Fjorde.

Nach DUNCKER (1928) bildet *G. minutus* in der Ostsee „eine besondere Rasse, die sich durch geringere Größe (bis 6 cm lang), gedrungener Gestalt und stärkere Pigmentierung von der der Nordsee unterscheidet“. — Aus dem Skagerrak und der Irischen See sind dann noch besondere Tiefenformen beschrieben, die in ihrem Habitus mit der in der Tiefe der norwegischen Fjorde lebenden Rasse identisch sind.

Die variationsstatistischen Untersuchungen haben gezeigt, daß in der Nordsee zwei unterschiedliche Formen von *G. minutus* leben: eine Hochseeform bei Helgoland und eine Küstenform im Wattenmeer (Büsum und Den Helder). Wenn wir die Helgolandpopulation als für die Nordseerasse typisch ansehen, so ist zweifellos ein Unterschied den Ostseepopulationen gegenüber vorhanden; dieser Unterschied fällt jedoch fort, wenn wir die Populationen des Wattenmeeres als für die Nordsee typisch ansehen. Da aber, wie später gezeigt werden soll, die Helgolandpopulation eine Abwandlung der Artform darstellt, die wohl durch die für diese Art ungewöhnlich große Tiefe ihres Biotops bedingt ist, müssen wir die beiden Wattenmeerpopulationen als Repräsentanten der „Nordseerasse“ ansehen. Diese konnten aber mit der Limfjordpopulation und den Ostseepopulationen zu einer Gruppe zusammengefaßt werden.

Sowohl für *G. minutus* als auch für *Cottus scorpius* wurde eine Zunahme der Pigmentierung mit abnehmendem Salzgehalt beobachtet, und zwar zeigte besonders *G. minutus*

eine Reihe gleitender Übergänge von fast völliger Pigmentlosigkeit der Helgolandpopulation zu starker Pigmentierung der im brackigen Wasser lebenden Populationen der oberen Schlei und der Samlandküste. Ähnliche gleitende Übergänge finden sich auch für die Gesamtlänge und die maximale Länge:

Den Helder	58,1 mm	Durchschnittsgr.	82 mm	maximale Länge
Büsum	54,8	„	80	„
Limfjord	49,5	„	71	„
Kieler Bucht	47,4	„	68	„
Neukuhren	45,3	„	65	„

Ein Vergleich der durchschnittlichen und der maximalen Längen der einzelnen Populationen zeigt, daß neben dem wichtigsten Merkmal, der Wirbelzahl, auch noch die Größe auf die genotypische Einheitlichkeit dieser Gruppe hindeutet. Da die Reihe gleitender Übergänge nirgends einen Sprung aufweist und korrelativ, mit Änderung der Umweltbedingungen, vor allem der Abnahme des Salzgehaltes, erfolgt, ist es sehr wahrscheinlich, daß es sich hier um rein modifikative Abänderungen handelt. Pigmentierung und Körpergröße sind in so hohem Maße dem modifizierenden Einfluß der Außenfaktoren unterworfen, daß auch Unterschiede in diesen Merkmalen allein nicht zur Unterscheidung von Rassen genügen (vgl. SCHLOTTKE 1926). Die Küstenpopulationen der Nord- und Ostsee gehören demnach der von DE BUEN beschriebenen Rasse *Gobius minutus minutus* an.

Die in der Literatur erwähnten Tiefenformen des Skagerraks, der Irischen See und der norwegischen Fjorde werden im Zusammenhang mit den Beziehungen zur Umwelt im nächsten Kapitel betrachtet werden.

### 3. *COTTUS SCORPIUS*.

MÖBIUS und HEINCKE (1883) haben 274 Individuen der verschiedensten Altersstufen von *C. scorpius* aus der westlichen Ostsee auf die Veränderlichkeit „der Zahl und Form der Stacheln am Vordeckel, die Form des ganzen Kopfes, die Größe der Leisten und Höcker des Kopfes und die Zahl der Pfördtneranhänge untersucht und „eine große Veränderlichkeit aller Artmerkmale gefunden, wie es bei einem so häufigen Fisch zu erwarten war“. Eine Aufstellung von 10 Merkmalen mit den für die „Lokalform der westlichen Ostsee“ typischen Prozentsätzen zeigt die außerordentlich große Variabilität dieser Art sehr deutlich. Es wurden z. B. 6% der Fische mit beiderseits vier Stacheln am Vordeckel gefunden, 2% mit monströs verkürztem Kopf (Dickköpfe), 3,5% mit besonders stark vorragenden Leisten und Höckern des Kopfes (Hinneigung zu *C. bulalis*) und 1,5% mit schwach entwickelten, von Haut bedeckten Leisten und Höckern des Kopfes (Hinneigung zu *C. gobio*).

Auch die variationsstatistischen Untersuchungen haben ergeben, daß *C. scorpius* eine sehr variable Art ist; die Afterflossenstrahlenzahl erstreckt sich insgesamt über 6 und die Wirbelzahl gar über 7 Werte. Die Gesamtwirbelzahl ist auch für *Cottus* das wichtigste Merkmal, während A und D<sub>1</sub> gewissermaßen nur Hilfsmerkmale sind.

Aus den neun untersuchten Proben lassen sich durch einen Vergleich der Variabilitätsmodi und der Mittel des Merkmales Vert. S vier verschiedene regional zusammengehörende Gruppen von ähnlichen Proben bilden.

I. Der ersten Gruppe gehören die Proben der südöstlichen Nordsee an. Sowohl in den Durchschnittswerten als auch in den Häufigkeitskurven des Merkmals Vert. S stimmen die drei Proben auffallend gut überein.

Fangort: Nordsee	Wirbelzahl			Afterflossenstrahlzahl		
	n	M ± m	σ	n	M ± m	σ
Helgoland	100	34,930 ± 0,059	± 0,587	106	11,283 ± 0,065	± 0,669
Büsum	111	34,982 ± 0,053	± 0,553	110	11,391 ± 0,070	± 0,738
Den Helder	120	34,950 ± 0,043	± 0,496	120	10,808 ± 0,069	± 0,750

Die Differenzen zwischen den Mittelwerten sind sogar kleiner als ihr einfacher mittlerer Fehler. — Am deutlichsten zeigen aber die Häufigkeitskurven die große Übereinstimmung, die zwischen diesen drei Proben besteht (Abb. 8). Charakteristisch für alle drei Kurven ist das bei 35 liegende scharf ausgeprägte Maximum (65—73%) und die verhältnismäßig geringe nur über drei Merkmalswerte sich erstreckende Variationsbreite.

Erhebliche Unterschiede treten allerdings in der Afterflossenstrahlzahl auf, so daß die Proben doch nicht so einheitlich sind, wie es nach der Betrachtung der Wirbelzahl schien. Die Proben von Helgoland und Büsum stimmen gut überein, die Differenz beträgt  $0,108 \pm 0,096$ ; nur die Probe von Den Helder fällt in bezug auf dieses Merkmal aus dem Rahmen der Gruppe heraus. Diese Probe weist ferner die niedrigste durchschnittliche Afterflossenstrahlzahl, die gefunden wurde, auf. — Die größte Differenz dieser Gruppe in dem Merkmal A (Büsum—Den Helder) beträgt  $0,585 \pm 0,098$  und zeigt mit aller Deutlichkeit, daß ein wirklicher Unterschied zwischen der Flossenstrahlzahl beider Proben besteht. Ob dieser Unterschied nun genotypisch bedingt ist, oder ob die Werte durch die größere Streuung und die für dieses Merkmal relativ geringe Individuenzahl zufällig sind, wird durch eine Vergrößerung des Beobachtungsmaterials geklärt werden können.

Charakteristisch für diese Gruppe ist ferner der geringe Prozentsatz an Fischen mit Wirbelverwachsungen.

II. Der zweiten Gruppe gehören die Proben aus der westlichen und der eigentlichen Ostsee an:

Fangort	Wirbelzahl			Afterflossenstrahlzahl		
	n	M ± m	σ	n	M ± m	σ
Westl. Ostsee (Kieler Bucht)	166	34,964 ± 0,052	± 0,671	208	11,933 ± 0,052	± 0,751
Eigentl. Ostsee (Pommersche Bucht)	100	34,990 ± 0,073	± 0,727	100	11,680 ± 0,070	± 0,705
Eigentl. Ostsee (Neukuhren)	131	34,931 ± 0,063	± 0,717	133	11,270 ± 0,060	± 0,695

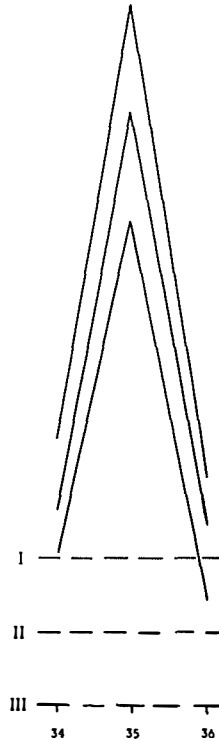


Abb. 8. Prozentuale Häufigkeitskurven des Merkmals Vert. S der Nordseeproben von *Cottus scorp.* I. Den Helder, II. Büsum, III. Helgoland.

Hinsichtlich der Wirbelzahl zeigen die drei Proben eine sehr gute Übereinstimmung. Die Population aus der Pommerschen Bucht hat zwar verglichen mit der Population aus der Kieler Bucht eine etwas höhere Wirbelzahl; doch nimmt weiter nach Osten zu (Neukuhren) die Wirbelzahl wieder ab. Diese Differenzen sind jedoch so klein, daß die Einheitlichkeit der Gruppe dadurch nicht gestört wird. Zwischen den Populationen der Kieler- und Pommerschen Bucht beträgt die Differenz der Wirbelmittel und der mittlere Fehler dieser Differenz  $0,026 \pm 0,089$  und zwischen den Populationen der Pommerschen Bucht und der Samlandküste  $0,058 \pm 0,096$ . Beide Differenzen sind also kleiner als ihr mittlerer Fehler; damit ist gezeigt, daß in bezug auf die Wirbelzahl diese Gruppe durchaus einheitlich ist. — In den Durchschnittswerten der Wirbelzahl unterscheidet sich diese Gruppe nur wenig von den beschriebenen Nordseepopulationen; in dem Variabilitätsmodus, der Streuung und vor allem den Prozentsätzen der Fische mit Wirbelanomalien, bestehen dagegen erhebliche Unterschiede (Abb. 9). Die prozentualen Häufigkeitskurven der Ostseegruppe sind viel flacher als die Kurven der Nordseepopulationen; die Maxima fallen zwar auch auf den Wert 35, doch sind sie nicht so scharf ausgeprägt (48—54%). Viel größer ist dementsprechend auch die Variationsbreite, die sich über sechs Merkmale erstreckt und den Kurven ihre charakteristische Form verleiht; dadurch liegen natürlich auch die Werte für die Streuung erheblich höher.

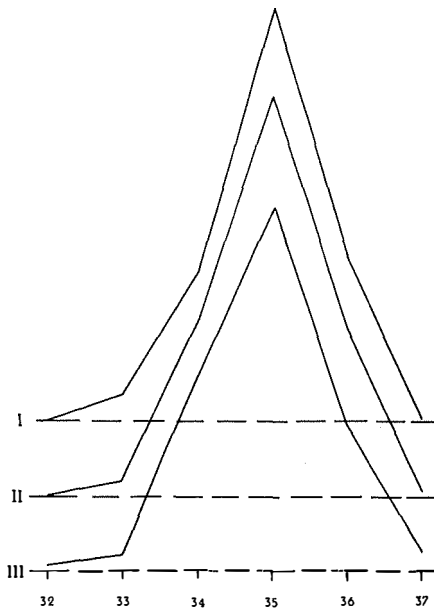


Abb. 9.  
Häufigkeitskurven des Merkmals Vert. S der Proben von *Cottus scorpius* aus der westl. Ostsee (I) und der eigentlichen Ostsee, II. Pommersche Bucht, III. Samlandküste.

Die Afterflossenstrahlenzahl dieser drei Ostseepopulationen nimmt von Westen nach Osten kontinuierlich ab. Eine relativ gute Übereinstimmung in den Mittelwerten zeigen die beiden Proben aus der Kieler- und der Pommerschen Bucht; der dreifache mittlere Fehler der Differenz ist größer als die Differenz selbst ( $0,253 \pm 0,087$ ), während die Differenz zwischen den Mitteln der Proben aus der Pommerschen Bucht und von der Samlandküste etwa das Viereinhalbfache ihres mittleren Fehlers beträgt. — Die Differenzen finden in den großen hydrographischen und topographischen Unterschieden der Lokalitäten, der die Proben entnommen wurden, und in der für die große Streuung relativ geringen Individuenzahl eine Erklärung.

Ein höherer Prozentsatz an Wirbelanomalien der Proben dieser Gruppe zeigt, daß *C. scorpius* in der Ostsee weit ungünstigere Lebensbedingungen findet als in der Nordsee.

III. Eine weitere Probe aus der Ostsee von der finnischen Schärenküste bei Ekenäs unterscheidet sich von den übrigen Ostseepopulationen durch eine weit höhere durchschnittliche Wirbelzahl und Afterflossenstrahlenzahl und durch einen besonderen

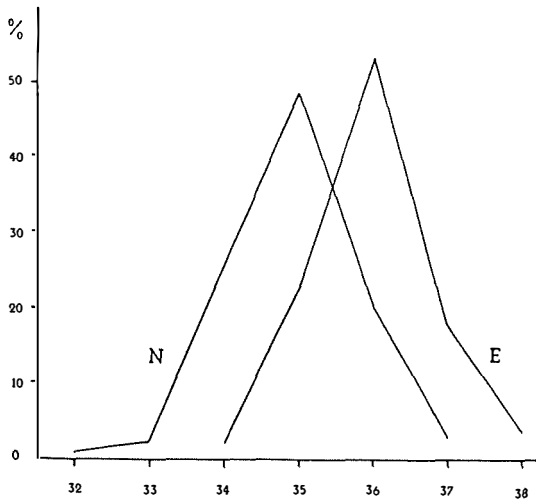


Abb. 10. Häufigkeitskurven des Merkmals Vert. S von Proben der eigentlichen Ostsee (N) und der Finnischen Schärenküste (E).

Variabilitätsmodus, so daß sie nicht mit ihnen zusammengefaßt werden konnte, sondern als dritte Gruppe beschrieben werden soll.

Am deutlichsten zeigt die prozentuale Häufigkeitskurve des Merkmals Vert. S, daß diese Probe verglichen mit der von Neukuhren einem ganz anderen Bestande entstammt (Abb. 10). Während das Wirbelmaximum aller Ostseepopulationen auf den Wert 35 fällt, liegt der Gipfel dieser Kurve bei 36. Auch eine Betrachtung der in der folgenden Tabelle zusammengestellten Mittelwerte der bei beiden Proben untersuchten quantitativen Merkmale führt zu demselben Ergebnis:

Fangort	Wirbelzahl			Afterflossenstrahlzahl		
	n	$M \pm m$	$\sigma$	n	$M \pm m$	$\sigma$
Neukuhren	131	$34,931 \pm 0,063$	$\pm 0,717$	133	$11,270 \pm 0,060$	$\pm 0,695$
Ekenäs (Finnische Schärenküste)	49	$36,000 \pm 0,115$	$\pm 0,808$	49	$11,714 \pm 0,112$	$\pm 0,782$

Fangort	$D_1$		
	n	$M \pm m$	$\sigma$
Neukuhren	133	$9,375 \pm 0,052$	$\pm 0,596$
Ekenäs (Finnische Schärenküste)	49	$9,796 \pm 0,081$	$\pm 0,571$

Wie die Tabelle zeigt, sind die Unterschiede zwischen den durchschnittlichen Merkmalswerten recht beträchtlich. Die Differenzen und die mittleren Fehler dieser Differenzen betragen

für die Wirbelzahl	$1,069 \pm 0,131$
„ „ Afterflosse	$0,444 \pm 0,126$
„ „ erste Rückenflosse	$0,421 \pm 0,096$

Die Differenzen sind alle größer als ihr dreifacher mittlerer Fehler; sie sind also reell.

Das Merkmal  $D_1$  wurde wegen der überaus großen Gleichförmigkeit bei den bisher betrachteten Proben nicht weiter berücksichtigt. Diese Probe weicht jedoch sowohl in der Häufigkeitskurve als auch im Durchschnittswert in ähnlichem Maße wie die Wirbelzahl von allen übrigen Proben ab.

Wirbelanomalien wurden an 24,5% der Fische festgestellt; der Prozentsatz ist etwas geringer als in der eigentlichen Ostsee.

MALMGREN (1864) nimmt an, daß *C. scorpius* an den „südlichen und westlichen Küsten Finnlands von der Zeit her lebt, da die Ostsee noch ein Busen des Eismeer

war“. Die erheblichen Differenzen in den quantitativen Merkmalen der Proben von der finnischen Schärenküste und der eigentlichen Ostsee können diese Ansicht nur stützen. Durch eine Analyse einer größeren Anzahl von Proben aus den Zwischengebieten und verschiedener Lokalitäten der Küste Finnlands wird diese Frage sicher entschieden werden können.

IV. Als vierte Gruppe können die Proben aus dem Skagerrak und dem Limfjord zusammengefaßt werden:

Fangort	Vert. S			A	
	n	$M \pm m$	$\sigma$	$M \pm m$	$\sigma$
Skagerrak	102	$35,353 \pm 0,058$	$\pm 0,588$	$12,215 \pm 0,066$	$\pm 0,666$
Limfjord	116	$35,370 \pm 0,059$	$\pm 0,637$	$11,819 \pm 0,081$	$\pm 0,877$

Hinsichtlich der durchschnittlichen Wirbelzahl zeigen die beiden Proben eine sehr gute Übereinstimmung; die Differenz beträgt  $0,017 \pm 0,083$ , ist also sogar kleiner als der einfache mittlere Fehler. — Die Variabilitätsmodi weichen jedoch in der Form voneinander ab (Abb. 11). Die Gipfel beider Kurven liegen zwar bei demselben Wert, doch sind die Maxima verschieden groß: die maximale Häufigkeit des Wertes 35 der Limfjord-Kurve beträgt 46% gegen 58% der Skagerrak-Kurve. Dadurch, daß das Maximum der Limfjord-Kurve fast auf gleicher Höhe mit dem Merkmalswert 36, der eine Häufigkeit von 39% aufweist, liegt, bekommt diese Kurve ihre charakteristische abweichende Form. In den Nebenwerten sind keine wesentlichen Unterschiede vorhanden.

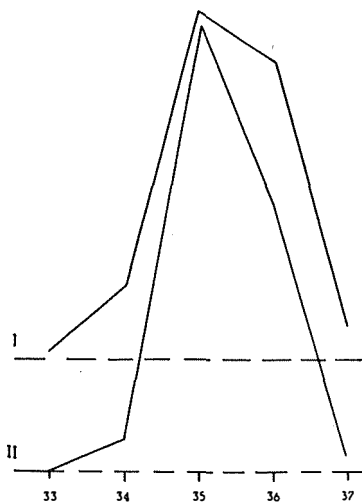


Abb. 11. Prozentuale Häufigkeitskurven des Merkmals Vert. S der Proben aus dem Limfjord (I) u. dem Skagerrak (II).

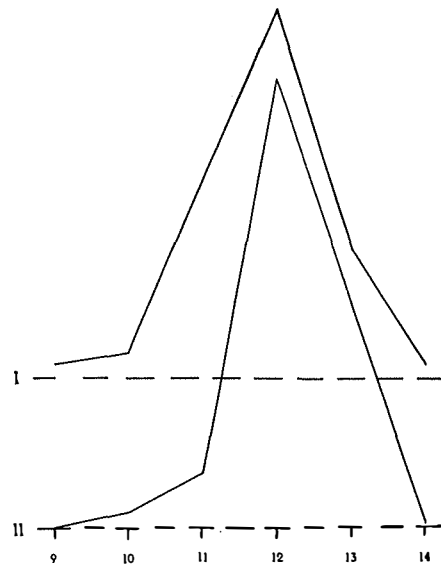


Abb. 12. Prozentuale Häufigkeitskurven des Merkmals A der Proben aus dem Limfjord (I) und dem Skagerrak (II).

In ähnlicher Weise unterscheiden sich die beiden Häufigkeitskurven für das Merkmal A (Abb. 12). Die Maxima fallen zwar auf denselben Wert (12), jedoch liegen die

Häufigkeiten für die Werte 11 und 12 der Limfjord-Population erheblich niedriger, so daß dadurch der Unterschied in der Form herauskommt. In den Mittelwerten ist der Unterschied nicht so groß; der dreifache mittlere Fehler ist nur wenig größer als die Differenz zwischen beiden Mitteln ( $0,396 \pm 0,104$ ).

Von den Nord- und Ostseepopulationen unterscheidet sich diese Gruppe vor allem durch die hohe durchschnittliche Wirbel- und Afterflossenstrahlenszahl. In den Wirbelkurven prägt sich dieser Unterschied in der Größe des Wertes 36 und in den Afterflossenstrahlenkurven in der großen Häufigkeit des Wertes 13 aus.

Die Prozentsätze der Fische mit Wirbelanomalien liegen zwischen denen der Nordseepopulationen und der Ostseepopulationen.

Auch für *C. scorpius* ist das Merkmal Vert. S als wichtigstes „Rassenmerkmal“ zu betrachten. Die Afterflossenstrahlenszahl ist weit variabler und in höherem Maße lokalen Einflüssen unterworfen und dadurch weniger geeignet, ein charakteristisches Untersuchungsmerkmal zu sein. Noch geringer ist jedoch der diagnostische Wert der Strahlenszahl in der ersten Rückenflosse; dieses Merkmal ist außerordentlich konstant und zeigt nur im östlichsten Teil der eigentlichen Ostsee eine Zunahme der Strahlenszahl. Es muß außerdem berücksichtigt werden, daß dieses Merkmal nicht immer eindeutig bestimmt werden kann, da die erste und zweite Rückenflosse bei vielen Individuen der eigentlichen Ostsee nicht deutlich getrennt sind.

## V. Beziehungen zur Umwelt.

Die Übereinstimmung zwischen zwei oder mehreren Proben einer Gruppe und die Unterschiede zwischen den einzelnen regional und morphologisch verschiedenen Gruppen sind zweifellos nicht zufällig, sondern bedingt durch ähnliche oder verschiedene topographische und hydrographische Verhältnisse der betreffenden Meeresgebiete. Es müssen also Beziehungen bestehen zwischen den Kriterien, auf Grund deren Verschiedenheit es möglich ist, bestimmte Proben zu Gruppen zusammenzufassen und den Lebensbedingungen.

Die Umwelteinflüsse, denen die Fische ausgesetzt sind, sind so komplexer Natur, daß es zunächst vielleicht aussichtslos erscheinen mag, bestimmte Einzelfaktoren in ihrer Wirkungsweise zu isolieren, denn die große Zahl der Milieufaktoren, von denen hier nur Temperatur, Tiefe, Bodenbeschaffenheit, Salzgehalt, Art und Menge der Nahrung, Strömung und Alkalinität genannt sein mögen, stehen sicher in den mannigfaltigsten Wechselbeziehungen zueinander. Zwei Wege sind jedoch möglich, um diejenigen Faktoren, die in ihrer Wirkung von größerer Bedeutung für die Formbildung der Individuen einer Population sind, näher zu kennzeichnen; und zwar sind es erstens experimentelle Studien im Anschluß an eine genaue Kenntnis der Einzelfaktoren und zweitens vergleichende Betrachtungen der Variabilitätsstudien und der hydrographischen, topographischen und biologischen Verhältnisse.

Den ersten Weg hat SCHMIDT beschritten, indem er durch Vererbungsexperimente versuchte, den Einfluß der Umwelt auf einzelne Individuen herauszufinden und darüber hinaus den „Beweis“ zu erbringen, daß die geographische Variation erblich ist.

Für die Faktoren Salzgehalt und Temperatur liegen eine große Zahl von Mittelwerten für viele Meeresgebiete vor; es ist deshalb wohl verständlich, daß gerade diese



Faktoren, die doch für alle biologischen Vorgänge von außerordentlich großer Bedeutung sind, immer wieder zu den variationsanalytischen Ergebnissen in Beziehung gebracht worden sind. Allerdings darf nicht nur der Salzgehalt als alleiniges veränderndes und begrenzendes Element für die Formbildung angesehen werden, wie es vielfach geschehen ist, sondern man wird wohl annehmen müssen, daß alle möglichen Milieufaktoren in den mannigfaltigsten Kombinationen und Wechselbeziehungen auf die Fische modifizierend einwirken.

Nach ihrer geographischen Verbreitung und der Laichzeit werden Nord- und Südfische unterschieden. Die *Gobiidae* sind z. B. ausgesprochene Südfische, die im Sommer laichen und deren Hauptverbreitungsgebiet die warmen Meere sind. *Cottus scorpius* hingegen ist ein Fisch nordischen Ursprungs, der in den Wintermonaten laicht und hauptsächlich in den nordeuropäischen und arktischen Meeren verbreitet ist. Man wird wohl nicht erwarten können, daß zwei Fischarten mit diametral verschiedener Herkunft und Laichzeit, wie *G. minutus* und *C. scorpius*, in den gleichen geographischen Regionen in allen Merkmalen parallele Abweichungen zeigen werden.

1. Größe. Zwei ökologische Regeln, die sich auf das Verhältnis Körpergröße—Umwelt beziehen, sind schon seit langem bekannt; es sind 1. die BERGMANN'SCHE Regel, die besagt, daß die Körpergröße der Tiere von Süden nach Norden zunimmt; 2. die Regel der Größenabnahme vieler Tiere im Brackwasser.

Überblickt man die folgende Tabelle, die die durchschnittliche Größe der Altersgruppen der ♀♀ von *Cottus scorpius* angibt, so zeigt sich, daß die zweite Regel für *Cottus* nicht zutrifft; denn die Brackwasserpopulationen (Swinemünde, Neukuhren, Ekenäs) zeigen nicht die niedrigsten, sondern gerade die höchsten durchschnittlichen Werte.

Tabelle 3.

Fangort	Altersgruppen (Länge in cm)				
	I	II	III	IV	V
Nordsee (Helgoland)	15,3 (10) <sup>1)</sup>	19,7 (11)	23,2 (12)	24,2 (3)	—
„ (Büsum)	15,6 (51)	20,5 (4)	21,2 (4)	—	—
„ (Den Helder)	15,8 (26)	18,9 (37)	21,5 (1)	—	—
Skagerrak (Fiskebäckskil)	16,0 (6)	19,0 (31)	20,7 (27)	26,5 (1)	—
Limfjord (Struer)	14,9 (7)	16,9 (23)	21,6 (96)	23,5 (16)	28,0 (4)
Kieler Bucht (Schilksee)	15,4 (30)	18,1 (42)	22,2 (17)	23,9 (12)	—
Pommersche Bucht (Swinemünde)	15,0 (18)	18,2 (37)	23,8 (24)	—	—
Samlandküste (Neukuhren)	19,7 (8)	22,8 (23)	25,4 (42)	26,2 (8)	35,5 (1)
Finnische Schärenküste (Ekenäs)	—	20,5 (4)	23,4 (35)	—	—

<sup>1)</sup> Die Zahlen in Klammern geben die Anzahl der Individuen in den Altersgruppen an.

Für die nördlichste Population (Ekenäs) kann die zweite Regel durch die erste überdeckt werden; jedoch nicht für die Neukuhrener Population; diese weist sogar die höchsten Durchschnittswerte der ersten drei Altersgruppen auf; auch der absolut größte Fisch aller Proben (35,5 cm) stammt aus der südöstlichen Ostsee.

Wegen der überaus großen Übereinstimmung der Durchschnittswerte der einzelnen Altersgruppen, lassen sich schwerlich Beziehungen zu den auf Grund von Rassenmerkmalen aufgestellten Gruppen und zur Umwelt auffinden. Lediglich die drei Nordseepopulationen lassen ihre Zusammengehörigkeit auch aus der Übereinstimmung der durchschnittlichen Größen der Altersgruppen erkennen. — Das Wachstum von *C. scorpius* ist unter den verschiedensten Lebensbedingungen außerordentlich konstant.

Für die *Gobius*-Arten wurde nur die Gesamtlänge bestimmt und daraus das Mittel für jede Population errechnet. In der folgenden Tabelle sind für *G. minutus* neben diesen Werten noch die maximalen Längen und der Salzgehalt in ‰ für Anfang August angegeben.

Tabelle 4.

Fangort	Durchschnitts- länge mm	Maximal- länge mm	Salzgehalt ‰
Oslofjord (Dröbak) <sup>1)</sup>	58,7	81	<25
Skagerrak (Fiskebäckskil)	47,2	70	25
Nordsee (Helgoland)	36,6	55	31
Nordsee (Den Helder)	58,1	82	32
Nordsee (Büsum)	54,8	80	>30
Limfjord	49,5	71	30
Kieler Bucht	47,4	68	15
Samlandküste (Neukuhren)	45,3	65	7
Schlei (Gunneby)	35,1	50	etwa 10
Schlei (Große Breite)	32,3	47	etwa 5

Wenn wir zunächst einmal von der ersten und dritten Population absehen, so ist die Tabelle eine Bestätigung der zweiten Regel; sie zeigt, daß die durchschnittliche Größe der Populationen mit zunehmender Aussüßung abnimmt. Auf großem Areal zeigen die Populationen: Büsum, Limfjord, Kieler Bucht, Neukuhren sehr deutlich das kontinuierliche Abnehmen der Durchschnitts- und Maximallänge. Aber noch eine zweite solche Reihe läßt sich bilden; vergleicht man nämlich die beiden Populationen der Schlei mit der der Kieler Bucht, so zeigt sich nach der oberen Schlei zu eine beträchtliche Größenreduktion. Während die Population der Kieler Bucht im Durchschnitt 47,4 mm lang ist, ist die der mittleren Schlei noch 35,1 und die in der Großen Breite gefangene Population im Mittel nur noch 32,3 mm lang. Also auch diese drei Proben zeigen auf kleinstem Gebiet eine Bestätigung der Regel.

Es wurde bereits im vorigen Kapitel gezeigt, daß die Helgoland-Population eine deutliche Sonderstellung einnimmt und sich sowohl in der Wirbelzahl als auch in der

<sup>1)</sup> Diese Probe bestand hauptsächlich aus großen Individuen, so daß der Durchschnittswert zu hoch und deshalb nicht zu vergleichen ist.

durchschnittlichen Afterflossenstrahlenszahl erheblich von den beiden übrigen Populationen der südöstlichen Nordsee unterscheidet. Nun kommen noch Differenzen in der durchschnittlichen Größe hinzu, so daß die Trennung der Nordseepopulationen in zwei Gruppen schon nach der Durchschnittsgröße möglich gewesen wäre. Die beträchtliche Größenreduktion, die diese Population aufweist, ist wohl sicher auf die ungünstigen Lebensbedingungen in der für diese Art verhältnismäßig großen Tiefe des Lebensortes zurückzuführen. — Verringerung der Wirbel- und Flossenstrahlenszahl und Größenabnahme stehen also in fester Korrelation.

Daß der verminderte Salzgehalt eines Meeresgebietes nicht der einzige, die Körpergröße reduzierende Faktor ist, zeigt ferner ein Vergleich der Durchschnitts- und Maximallängen der Proben: Samlandküste und Schlei (Gunneby). Trotz des höheren Salzgehaltes liegen die Durchschnittswerte der Schleipopulation wesentlich niedriger als die der Population der eigentlichen Ostsee. Die Ursachen dieser Differenzen sind wohl in erster Linie wieder in dem verschiedenen Charakter der Biotope zu suchen. Populationen freier Seeküsten sind im Durchschnitt also größer als Populationen abgeschlossener Meeresbuchten.

2. Quantitative Merkmale. Da wir, wie schon erwähnt, für den Salzgehalt und die Temperatur vieler Meeresgebiete zuverlässige Durchschnittswerte besitzen, seien diese Faktoren zuerst betrachtet. Es ist bekannt, daß für die Verbreitung der marinen Tierwelt der Salzgehalt von ausschlaggebender Bedeutung ist; es sei nur an die Abnahme der Artenzahl mariner Organismen von der Nordsee zur westlichen Ostsee und weiter zum Finnischen und Bottnischen Meerbusen erinnert. Daß die Wirkung des Salzgehaltes für *Cottus* und die beiden *Gobius*-Arten aber weder begrenzend noch modifizierend ist, sollen folgende Beispiele zeigen.

Es seien zunächst je zwei Proben von *C. scorpius* und *G. minutus* aus Gebieten mit verschieden hohem Salzgehalt verglichen<sup>1)</sup>.

#### 1. *Cottus scorpius*.

Fangort	Salzgehalt ‰	Wirbelzahl	Afterflossenstrahlenszahl
Nordsee (Helgoland)	33	34,930 ± 0,059	11,283 ± 0,065
Ostsee (Neukuhren)	7,5	34,931 ± 0,063	11,270 ± 0,060

#### 2. *Gobius minutus*.

Fangort	Salzgehalt ‰	Wirbelzahl	Afterflossenstrahlenszahl
Nordsee (Den Helder)	34	32,679 ± 0,048	10,446 ± 0,049
Schlei (Große Breite)	5	32,671 ± 0,047	10,210 ± 0,055

Trotz der großen Unterschiede im Salzgehalt sind die durchschnittlichen Wirbel- und Flossenstrahlenszahlen gleich. — Dagegen zeigen zwei Proben von *G. minutus* aus der Nordsee (Helgoland und Büsum) deren Individuen bei etwa dem gleichen Salzgehalt leben, in den quantitativen Merkmalen und im Wachstum ganz erhebliche Unterschiede (vgl. Tabelle S. 294 und Abb. 7).

Diese Beispiele zeigen mit aller Deutlichkeit, wie wenig die Durchschnittswerte der Wirbel- und Flossenstrahlenszahlen von *C. scorpius* und *G. minutus* vom Salzgehalt

<sup>1)</sup> *Gobius niger* wird wegen der großen Konstanz aller Merkmale nicht mit berücksichtigt.

beeinflusst werden; wie wäre es sonst zu erklären, daß bei einer Salzgehaltsdifferenz von 29‰ zwei Proben völlig gleiche durchschnittliche Wirbel- und Flossenstrahlenzahlen aufweisen, während zwischen anderen Proben, die im Wasser von gleichem Salzgehalt lebten, große Unterschiede bestehen?

Wird nun der höchste und der niedrigste Durchschnittswert der Wirbelzahl von *C. scorpius* zu dem Oberflächensalzgehalt der am Ende der Laichzeit (Anfang Februar) herrscht, in Beziehung gebracht, so ergibt sich für den höchsten Salzgehalt die niedrigste Wirbelzahl und für den niedrigsten Salzgehalt die höchste Wirbelzahl. In der folgenden Tabelle ist neben diesen Werten noch die Temperatur der Wasseroberfläche und die Dichte, ebenfalls für Anfang Februar, angegeben.

Fangort	Wirbelzahl	Salzgehalt‰	Temperatur	Dichte
Finnische Schärenküste (Ekenäs)	36,00	6	0° C	1,0050
Südöstl. Nordsee (Den Helder)	34,95	34	3° C	1,0265

Aus der Tabelle geht hervor, daß zwischen Temperatur und Wirbelzahl folgende Beziehung besteht: hohe Wirbelzahl bei niedriger Entwicklungstemperatur und niedrige Wirbelzahl bei hoher Entwicklungstemperatur. Da bereits gezeigt werden konnte, daß der Salzgehalt ohne Einfluß auf die durchschnittliche Wirbelsumme einer Population ist, liegt der Schluß nahe, daß die Temperatur von größerer Bedeutung ist. Um diese Frage prüfen zu können, sind die durchschnittlichen Wirbelsummen der Populationen nach der Größe und nach Gruppen geordnet und mit den Temperaturen in 10 m Tiefe zu Beginn der Laichzeit (Anfang November) und der Oberflächentemperatur zu Beginn des Monats Februar in der nächsten Tabelle zusammengefaßt<sup>1)</sup>.

Tabelle 5.

Fangort	Wirbelzahl	Temperaturen	
		November	Februar
Finnische Schärenküste	36,00	6° C	0° C
Limfjord	35,37	8° C	1° C
Skagerrak	35,35	9° C	>1° C
Eigentliche Ostsee	34,99	9° C	1° C
Westliche Ostsee	34,96	9° C	≈ 1,5° C
Nordseegruppe	34,95	11° C	3° C

Trotz einiger Unregelmäßigkeiten zeigt die Tabelle doch sehr deutlich, daß mit steigender Temperatur die durchschnittliche Wirbelzahl der Populationen abnimmt. In der Temperatur haben wir also einen Faktor erkannt, der für die Zahl der Wirbel von ausschlaggebender Bedeutung ist.

Eine für viele Fischarten geltende Regel besagt, daß die nördlichen Rassen eines Rassenkreises eine höhere Wirbelzahl aufweisen als die südlicheren (JORDAN'SCHE Regel). Die Tabelle und die soeben aufgezeigten Beziehungen zwischen Wirbelzahl und

<sup>1)</sup> Ein Einfluß der Umweltfaktoren auf die Wirbelzahl wird wahrscheinlich während der Anlage der Wirbel am größten sein. Deshalb ist sowohl die Temperatur am Grund zu Beginn der Laichzeit, der die abgelegten Eier ausgesetzt sind, als auch die Oberflächentemperatur im Februar, in der sich die Larven entwickeln, angegeben.

Temperatur bestätigen nicht nur diese Regel, sondern geben gleichzeitig eine Erklärung. Auch für die Afterflossenstrahlzahl gilt diese Regel, obgleich die Flossenstrahlzahl wegen ihrer größeren Variabilität und der dadurch bedingten größeren Abhängigkeit der Mittelwerte vom Zufall, weniger geeignet ist, derartige transindividuellen Einwirkungen klar erkennen zu lassen. Die höchste durchschnittliche Afterflossenstrahlzahl weist die Probe aus dem Skagerrak auf (12,2), die niedrigste die Probe aus der südöstlichen Nordsee (Den Helder: 10,8).

Vergleichen wir die für alle Populationen berechneten Standardabweichungen der Wirbelzahl von *Cottus scorpius* miteinander und ordnen sie der Größe nach, so zeigt sich eine auffällige Gesetzmäßigkeit zu dem Grad der Aussüßung des Meeresgebietes, dem die betreffende Probe entstammt (Tabelle 6).

Tabelle 6.

Fangort	$\sigma$ (Vert. S)	Oberflächensalzgehalt (Anfang Februar in ‰)
Finnische Schärenküste	0,79	6
Pommersche Bucht	0,73	7
Samlandküste	0,72	7
Westliche Ostsee	0,67	17
Limfjord	0,64	28
Skagerrak	0,59	30
Nordsee (Helgoland)	0,58	33
Nordsee (Büsum)	0,55	33
Nordsee (Den Helder)	0,49	34

Aus dieser Übersicht geht der oben ausgeführte Zusammenhang recht deutlich hervor. Die Streuung und damit die Variabilität ist an der Verbreitungsgrenze der Art am größten und erreicht ihr Minimum in einem Meeresgebiet, das, wie auch die relativ geringe Häufigkeit der Wirbelanomalien zeigt, *C. scorpius* optimale Lebensbedingungen bietet.

Bei der Prüfung der Beziehungen zwischen Gebietscharakter und Wirbelzahl konnte schon für *G. minutus* gezeigt werden, daß der Salzgehalt eines Meeresgebietes ohne Einfluß auf die durchschnittlichen Werte der Wirbel- und Afterflossenstrahlzahlen der Populationen ist. Auch als begrenzender Faktor ist der Salzgehalt nicht von so ausschlaggebender Bedeutung wie für andere marine Organismen. Die Beobachtung, daß in Brackwassergebieten *G. minutus* nicht die salzreiche Tiefe zum Laichen aufsucht, wie z. B. die Scholle, sondern in den salzärmsten, obersten Wasserschichten, unmittelbar am Ufer lebt und auch laicht, läßt die Unabhängigkeit vom Salzgehalt besonders klar hervortreten.

Zur Temperatur während der Laichzeit lassen sich die durchschnittlichen Wirbelzahlen nicht wie bei *Cottus* in Beziehung bringen, da es für die Monate Juni und Juli, der Hauptlaichzeit, keine Temperaturangaben für alle Meeresgebiete, aus denen Proben untersucht wurden, gibt. Zu Beginn (Anfang Mai) und am Ende der Laichzeit (Anfang August) stimmen die Oberflächentemperaturen der betreffenden Meeresgebiete im großen und ganzen alle überein.

Da die beiden nördlichsten Populationen die höchsten durchschnittlichen Wirbelzahlen (die Probe aus dem Skagerrak auch die höchste Afterflossenstrahlenszahl) aufweisen, macht *Gobius minutus* von der allgemeinen Regel, daß die durchschnittliche Wirbelzahl der Populationen einer Art von Süden nach Norden zunimmt, keine Ausnahme.

Schon mehrfach sind die großen Unterschiede zwischen den Proben von Helgoland und Büsum hervorgehoben worden; die Proben unterscheiden sich nicht nur in den zählbaren Merkmalen, sondern auch in der Größe und der Pigmentierung. Eine Erklärung dieser bemerkenswerten Feststellung gibt uns die schon geschilderte Verbreitung und Lebensweise. *G. minutus* ist ein ausgesprochener Küsten- und Flachwasserfisch, der in der relativ großen Tiefe bei Helgoland unter ungünstigen Bedingungen lebt. Der wesentlichste formbildende Faktor wird wahrscheinlich die Wassertiefe sein, denn die aus den Tiefen der norwegischen Fjorde, des Skagerraks und der Irischen See beschriebenen Tiefenformen sind wie die Population von Helgoland gekennzeichnet durch Pigmentlosigkeit und geringe Größe gegenüber der Küstenform<sup>1)</sup>.

Tiefenpopulationen unterscheiden sich also durch geringere durchschnittliche Wirbel- und Flossenstrahlenszahlen, geringere Größe und schwächere Pigmentierung von den Flachwasserformen der Küste. Daß *Gobius minutus* als typischer Südfisch eine Ausnahme von der für Nordfische (*Gadus*, *Clupea*) geltenden Regel, daß die küstennahen Flachwasserformen weniger Wirbel haben als die küsternen Hochsee- oder Tiefenformen, bedarf keiner weiteren Erläuterung.

Die Schleipopulationen lassen neben der Größenabnahme nach der oberen Schlei zu auch eine Abnahme der durchschnittlichen Wirbel- und Afterflossenstrahlenszahlen und eine Zunahme der Standardabweichungen dieser Merkmale erkennen<sup>2)</sup>. SCHMIDT (1917 und 1930) hat bereits die gleichen Erscheinungen für *Zoarces viviparus* und *Gadus morrhua* (*G. callarias*) in einer großen Zahl von Fjorden beobachtet, so daß es sich wohl um eine allgemein geltende Regel handelt.

3. Reife- und Laichzeit. Da die Proben jeder Art nicht zur gleichen Zeit gefangen sind, sondern sich auf fast alle Monate des Jahres verteilen, ist eine Auswertung nur in begrenztem Maße möglich. — An *Gobius niger* und *Cottus scorpius* der Kieler Bucht konnten während der Laichzeit laufend Reifegradbestimmungen durchgeführt werden; zum Vergleich ist auch die von MÖBIUS und HEINCKE aufgestellte Tabelle der Laichzeiten der Fische der Kieler Bucht herangezogen worden, so daß die mittleren Reifen der übrigen Proben, soweit sie während der Laichzeit gefangen wurden, mit diesen Angaben verglichen werden können.

Es zeigte sich schon, daß zwischen den Populationen von *G. niger* aus der Kieler Förde und dem Golf von Neapel Unterschiede in der Laichzeit bestehen. Während im

<sup>1)</sup> Von einem Neukuhrener Fischer erhielt ich acht Individuen, die mit einem Schleppnetz auf einer der Kurischen Nehrung vorgelagerten 30m tief liegenden Sandbank gefangen wurden. Auch diese, wohl einer Tiefenpopulation angehörenden Fische, zeichneten sich durch schwächere Pigmentierung und geringere Wirbel- und Flossenstrahlenszahl gegenüber der Küstenpopulation aus.

Genau die gleichen Abänderungen von der Flachwasserform zeigten die Individuen einer Population von *Gobius microps*, die in einer für diese Art ungewöhnlichen Tiefe von 4—7 m in der Kieler Bucht gefangen wurde (vgl. HASS 1936).

<sup>2)</sup> Für *Gobius microps* gilt dasselbe.

Mittelmeer schon Anfang April das Reifestadium III überwiegt, erreichen die Fische in der Kieler Förde erst Anfang bis Mitte Mai, die kleineren Individuen sogar erst im Juni, ihre volle Reife. — Nach MÖBIUS und HEINCKE laicht *G. minutus* in der Kieler Bucht schon im März; auch DUNCKER gibt die gleiche Zeit als Beginn der Laichreife an. Nach den Reifegradbestimmungen an der im Hafen von Neukuhren gefangenen Probe, deren Individuen noch Mitte bis Ende Juni erst zu knapp zwei Drittel das Reifestadium III erreicht hatten, setzt die Laichzeit dort erst später ein. — Aus diesen Beobachtungen läßt sich für beide Arten ableiten, daß in wärmeren und salzreicheren Meeren die Laichzeit früher beginnt als in kalten, salzarmen Meeren. Eine Erklärung für diese Feststellung wird wohl wieder in dem Südfischcharakter der *Gobiidae* zu suchen sein.

Auch von *Cottus scorpius* können wieder nur wenige Populationen miteinander verglichen werden; und zwar zwei Proben aus den Monaten November und Dezember von der Finnischen Schärenküste mit den Reifegradbestimmungen an Fischen, die in den Wintermonaten 1934/35 regelmäßig von Schilksee ins Zoologische Institut Kiel geliefert wurden und einer Probe aus der Pommerschen Bucht. Es konnte beobachtet werden, daß zuerst die größeren Fische das Reifestadium III erreichen und auch vor den kleineren und jüngeren Fischen laichen. Anfang November finden sich in der Kieler Bucht schon eine große Anzahl größerer und vereinzelt auch kleinerer laichreifer Fische, und bereits am Ende dieses Monats wurden die ersten abgelaichten Individuen beobachtet. Mitte Dezember hat schon die Hälfte der Fische abgelaicht, und in der ersten Januarhälfte werden nur noch vereinzelt laichreife, meist kleinere Individuen, angetroffen. Die eigentliche Laichzeit beginnt in der Kieler Bucht demnach schon Ende November und dauert bis Mitte Januar. Im Februar wurden keine laichreifen Fische mehr beobachtet. Die in der ersten Januarhälfte gefangenen Fische der Pommerschen Bucht gehörten ebenfalls vorwiegend dem Reifestadium IV an; nur wenige Individuen hatten noch nicht abgelaicht. — Dagegen deuten die an den beiden Proben aus Finnland vorgenommenen Reifegradbestimmungen darauf hin, daß *C. scorpius* im kalten, salzarmen Wasser der Küsten Finnlands später laicht als die Fische im relativ warmen und salzreichen Wasser der Kieler Bucht. Die Novemberprobe aus Finnland bestand nur aus Fischen, die dem Reifestadium II angehörten und unter 26 Individuen, die etwa Mitte Dezember gefangen sein mögen, waren nur zwei völlig laichreife Weibchen. Mit diesen Beobachtungen stimmen die Angaben von SCHMIDT (1904) und GEMZÖE (1905) überein, die gefunden haben, daß *Cottus* im warmen Golfstromwasser der Südwestküste Islands früher laicht als an der vom kalten Ostgrönlandstrom bespülten Nordostküste.

Wie schon erwähnt, handelt es sich bei diesen Untersuchungen um durchaus reine Proben, die jeweils derselben Laichgemeinschaft entstammen, und deren Individuen meist nur einem oder während der Laichzeit zwei aufeinanderfolgenden Reifestadien angehörten. Eine Ausnahme machte nur die Neukuhrener Probe; es wurden nämlich im Juni neben 128 Fischen des Reifegrades II fünf völlig laichreife Individuen beobachtet.

MÖBIUS und HEINCKE schreiben im Anschluß an eine Betrachtung der Sommer- und Winterlaichzeit des Herings und der Sprotte: „Es wäre von Interesse, eingehend

zu prüfen, ob auch bei anderen Arten nordischen Ursprungs mit Winterlaichzeit z. B. bei *Cottus scorpius* eine Rasse vorkommt, welche im Sommer laicht oder sich zwischen Winter und Sommer fortpflanzt“.

Sicherlich gehören diese fünf Individuen keiner besonderen, im Sommer laichenden Rasse an, denn dann würden sie sich wohl auch in anderen Merkmalen, z. B. der Wirbelzahl oder Flossenstrahlzahl unterscheiden; solche Unterschiede bestehen — soweit ein Vergleich möglich ist — aber nicht. Es handelt sich bei diesen fünf Fischen wohl um Individuen, die entweder spät laichreif wurden und nicht abgelaicht haben, oder, was wohl unwahrscheinlicher ist, um Individuen, die zu früh laichreif geworden sind.

## VI. Wirbelanomalien.

Die bei einer großen Anzahl von Fischarten beobachteten Wirbelanomalien sind für Rassenuntersuchungen von größter Bedeutung, da die mittlere Wirbelzahl von der Wertung dieser Anomalien abhängt. — Nach der Lage der Wirbel, die Verwachsungserscheinungen aufweisen, hat KÄNDLER (1932) zwei Arten von Anomalien unterschieden: echte Verwachsungen und komplexe Wirbel.

Echte Verwachsungen zweier oder mehrerer Wirbel finden sich, vom ersten und letzten Wirbel und vom Urostyl abgesehen, im ganzen Bereich der Wirbelsäule. Die Wirbelkörper sind miteinander verschmolzen, zeigen jedoch noch deutliche Verwachsungsleisten, Neural- und Haemalbögen und Spinalfortsätze sind in der Zahl der an der Verwachsung beteiligten Wirbel ausgebildet.

Komplexe Verwachsungen treten am ersten und letzten Wirbel und am Urostyl auf; der Wirbelkörper übertrifft den vorhergehenden um etwa ein Drittel seiner Länge und zeigt nur selten eine Verwachsungsleiste. An einer oder beiden Seiten sind ein oder zwei akzessorische Dornfortsätze ausgebildet. — Komplexe Wirbel werden wie ein normaler Wirbel gezählt; echte Verwachsungen nach der Zahl der Dornfortsätze gewertet.

Beide Arten von Verwachsungen konnten sowohl bei den *Gobius*-Arten als auch bei *Cottus scorpius* beobachtet werden; komplexe Verwachsungen im allgemeinen jedoch nur am letzten Schwanzwirbel und am Urostyl. Der erste Rumpfwirbel zeigte in keinem Falle irgendeine Anomalie.

Wie schon erwähnt, wurde eine große Anzahl von Übergängen zwischen komplexen und echten Verwachsungen beobachtet, so daß eine Entscheidung, ob die Verwachsung als ein oder mehrere Wirbel zu werten sei, nicht immer leicht war.

Die Größe des Anteils der Fische mit Wirbelanomalien ist abhängig von den Umweltbedingungen; denn es kann wohl als Regel gelten, daß der Prozentsatz der Fische mit Verwachsungen um so höher ist, je weiter sich eine Art aus einem Meeresgebiet mit für sie optimalen Lebensbedingungen entfernt. Die prozentuale Häufigkeit der Fische mit Wirbelverwachsungen steht also in fester, positiver Korrelation zu der Größe der Streuung, die ebenfalls nach der Verbreitungsgrenze einer Art hin zunimmt und als Anpassung der Organismen an ungünstigere Lebensbedingungen gedeutet wurde. Jedoch ist der Spielraum der Prozentsätze der Verwachsungen unter optimalen und unter ungünstigsten Lebensverhältnissen auch von Art zu Art verschieden; ein



relativ geringer Prozentsatz wurde bei *Gobius niger* gefunden, nämlich nur bis 4%, *G. minutus* wies bis zu 12,7% auf und *Cottus scorpius* Prozentsätze zwischen 3,6 und 27,0. — Wegen der absolut geringen Zahl von Verwachsungen bei *G. niger* werden vorwiegend nur die bei *G. minutus* und *C. scorpius* gefundenen Verwachsungserscheinungen betrachtet werden.

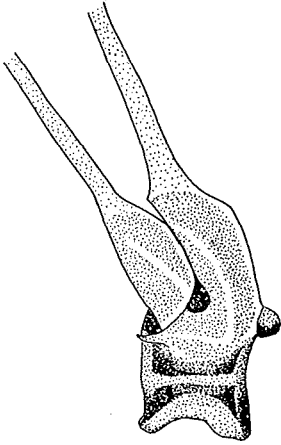


Abb. 13. *Cottus scorpius* (Kieler Bucht). Länge 20 cm. 5. praeh. Wirbel mit akzessorischem Fortsatz.

Echte Verwachsungen wurden meist in der Form beobachtet, wie KÄNDLER sie für Plattfische beschrieben hat; nur wenige Ausnahmen sind bemerkenswert, vor allem Rumpfwirbel von *C. scorpius* mit zwei Dornfortsätzen (Abb. 13). Der Wirbelkörper weist in den meisten Fällen keine Verwachsungsnahte auf und ist nur wenig länger als die vorhergehenden und folgenden Wirbel. Eine Aufspaltung eines Fortsatzes liegt offensichtlich nicht vor, so daß diese Verwachsungen als ein komplexer Wirbel angesehen und bewertet werden müssen.

Weit häufiger sind die Abweichungen vom „komplexen Typus“. Bei den *Gobius*-Arten ist eine Aufspaltung der Fortsätze des letzten Wirbels nicht selten; vor allem die Proben aus der oberen Schlei und der eigentlichen Ostsee (Neukuhren) zeigten diese Erscheinung. Da neben diesen Aufspaltungen auch komplexe Verwachsungen, die immer an einer relativ großen Länge des Wirbelkörpers und in seltenen Fällen auch an Verwachsungsspuren erkannt werden konnten, vorkamen und die Extreme durch eine Reihe von Übergängen (Abb. 14) verbunden waren, war es nicht immer leicht, zu entscheiden, ob es sich um eine einfache Aufspaltung der Spinalfortsätze oder um eine

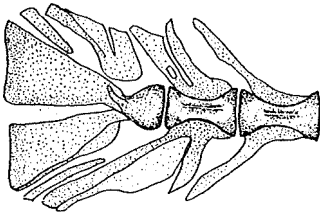


Abb. 14. *Gobius minutus* (eigentl. Ostsee). Länge 37 mm. Aufspaltung der Fortsätze des letzten Schwanzwirbels.

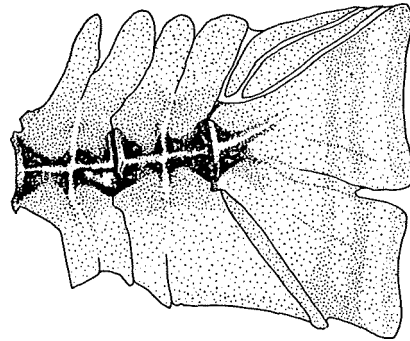


Abb. 15. *Cottus scorpius* (Kieler Bucht). Länge 18 cm. Komplexe Verwachsungen an zwei Wirbeln vor dem Urostyl.

„echte“ komplexe Verwachsung handelte. Vielleicht ist diese Beobachtung ein Hinweis darauf, daß das Auftreten von akzessorischen Dornfortsätzen in manchen Fällen auf eine Aufspaltung eines Fortsatzes zurückzuführen ist. — Die komplexen Verwach-

sungen des Wirbels vor dem Urostyl bei *Cottus scorpius* weisen meist noch recht deutliche Verwachsungsspuren auf, so daß bei dieser Art die komplexen Verwachsungen zweifellos aus einer Verschmelzung zweier Wirbelkörper entstanden sind. Es lassen sich auch hier wieder alle Übergänge von Verwachsungen, wie sie der letzte Wirbel der Abb. 15 zeigt, der trotz seiner Lage vor dem Urostyl durchaus als echte Verwachsung angesehen werden kann, bis zu Verschmelzungen, die nur noch an der relativen Länge und der Oberflächenstruktur, die noch Andeutungen von Verwachsungsnähten erkennen läßt, beobachten. Abb. 15 zeigt aber noch eine weitere Anomalie, die nach Art und Lage sicher als echte Verwachsung zu werten ist; es fragt sich dann nur, ob wir auch die soeben erwähnte, völlig gleich gestaltete Verwachsung noch mit Recht als komplexe Verwachsung bezeichnen dürfen, da doch auch sie fast die doppelte Länge eines normalen Wirbels hat und deutliche Verwachsungsnähte auf dem Wirbelkörper und den beiden Spinalfortsätzen erkennen läßt. — Die komplexen Verwachsungen des Urostyls von *C. scorpius* unterscheiden sich im Prinzip in keiner Weise von denen der Schollen; auch zwei „dreifache“ Komplexbildungen, die den Eindruck erwecken, als hätte das Urostyl noch zwei weitere Wirbel in sich aufgenommen, konnten bei Fischen aus der eigentlichen Ostsee beobachtet werden.

Bei der Betrachtung der Übergänge von echten Verwachsungen zu komplexen Verwachsungen, die trotz ihrer Häufigkeit nicht als Regel, sondern als Ausnahme anzusehen sind, kann man im Zweifel darüber sein, ob es sich bei diesen beiden Verwachsungsarten um grundsätzlich die gleiche Erscheinung handelt oder nicht. Aus der Tatsache, daß bei den unter annähernd optimalen Bedingungen lebenden Schollen der Nordsee und des Kanals komplexe Wirbel viel häufiger sind als echte Verwachsungen — auf eine Scholle mit Wirbelverwachsung kommen 20 mit komplexen Wirbeln — und daß der Prozentsatz der Fische mit echten Verwachsungen nach der eigentlichen Ostsee zu um das 30fache, der Anteil der Fische mit komplexen Wirbeln nur um das Dreifache zunimmt, schließt KÄNDLER, daß beide Anomalien nicht gleichartig sind.

Tabelle 7.

Fangort	Fische mit Anomalien %	Fische mit mehr. Anomalien %	Echte Verwachsung %	Kompl Verwachsungen		
				Gesamt %	vor d. Urostyl %	des Urostyls %
Nordsee (Büsum)	3,6	—	—	3,6	3,6	—
Nordsee (Den Helder)	6,7	2,5	7,5	2,5	2,5	—
Nordsee (Helgoland)	9,0	—	3,0	6,0	5,0	1,0
Skagerrak	9,8	3,9	5,9	5,9	4,9	1,0
Limfjord	12,1	1,7	8,6	6,0	3,4	2,6
Westliche Ostsee	16,8	2,9	10,2	9,5	5,8	3,7
Eigentl. Ostsee (Pommersche Bucht)	27,0	2,0	4,0	25,0	5,0	20,0
Eigentl. Ostsee (Samlandküste)	26,0	1,0	3,1	23,9	1,0	22,9
Finnische Schärenküste (Ekenäs)	24,5	2,0	12,2	14,3	10,2	4,1

Betrachten wir hierzu einmal die vorstehende Tabelle, die die Wirbelverwachungen der einzelnen Proben von *Cottus* in Prozenten angibt, so zeigt sich recht deutlich, daß der Anteil der Fische mit Anomalien in der Nordsee am geringsten ist, und in der eigentlichen Ostsee ein Maximum erreicht; die Probe aus Finnland weist allerdings dann wieder einen etwas geringeren Prozentsatz auf. Die Zunahme beruht auf einer Vermehrung des Anteils der Fische sowohl mit komplexen als auch mit echten Verwachungen. Bei den beiden Proben der eigentlichen Ostsee überwiegen die komplexen Verwachungen, die auf einer Verschmelzung des Urostyls beruhen, während bei den übrigen Proben komplexe und echte Verwachungen in etwa dem gleichen Verhältnis zunehmen.

Wieder eine andere Verteilung der echten und komplexen Verwachungen finden wir bei *Gobius minutus* (Tabelle 8).

Tabelle 8.

Fangort	Fische mit Verwachungen %	Komplexe Verwachungen %	Echte Verwachungen %
Oslofjord	0,0	—	—
Skagerrak	3,3	0,8	2,5
Nordsee (Helgoland)	4,0	3,2	0,8
Nordsee (Büsum)	3,7	2,9	0,8
Nordsee (Den Helder)	3,8	2,3	1,5
Limfjord	5,2	3,5	1,7
Westl. Ostsee (Kieler Bucht)	6,3	4,4	1,9
Eigentl. Ostsee (Neukuhren)	12,3	11,3	1,0
Schlei (Gunneby)	8,8	7,8	1,0
Schlei (Große Breite)	12,7	11,2	1,5

Zunächst zeigt auch diese Tabelle wieder, daß in Gebieten mit ungünstigen Lebensverhältnissen der Anteil der Fische mit Wirbelanomalien höher ist als in Gebieten mit annähernd optimalen Bedingungen, daß aber nur die komplexen Verwachungen an der Erhöhung des Prozentsatzes beteiligt sind, während der Anteil an echten Verwachungen unter den verschiedensten Umweltbedingungen ungefähr der gleiche bleibt.

Da unter ungünstigen Lebensbedingungen das Verhältnis der Prozentsätze von komplexen Wirbeln zu echten Verwachungen nicht das gleiche ist, sondern sich sogar umkehren kann, liegt der Schluß nahe, daß beide Erscheinungen die gleiche Ursache haben, daß also beide durch Einwirkungen ungünstiger Umweltbedingungen auf die Jugendstadien entstanden sind. Trotzdem brauchen beide Verwachungsarten nicht grundsätzlich gleichartig zu sein; das zeigt wohl am besten die große Konstanz der Prozentsätze echter Verwachungen aller Proben von *G. minutus*.

An mehreren Fischarten ist schon die Beobachtung gemacht worden, daß komplexe Wirbel um so häufiger sind, je niedriger die Wirbelzahl ist (KÄNDLER 1932); diese Tatsache wirkt sich natürlich auch auf den Durchschnitt des Merkmals aus. Die Verteilung der Individuen mit und ohne komplexe Verwachungen auf die einzelnen Merkmalswerte bei *Cottus scorpius* und *Gobius minutus* sollen die beiden folgenden Tabellen zeigen:

1. *Cottus scorpius* (Samlandküste).

32	33	34	35	36	37		n	M
1	3	34	63	26	4	insgesamt	131	34,93
—	—	14	56	26	4	ohne k. Verwachs.	100	35,20
1	3	20	7	—	—	mit k. Verwachs.	31	34,06
100%	100%	59%	11%	—	—		23,9%	

2. *Gobius minutus* (Samlandküste).

31	32	33	34		n	M
1	20	82	2	insgesamt	105	32,81
—	13	77	2	ohne komplexe Verwachsungen	92	32,89
1	7	5	—	mit komplexen Verwachsungen	13	32,31
100%	35%	6%	—		12,3%	

Mit steigender Wirbelzahl nimmt der Prozentsatz an Komplexbildungen ab; dadurch sind auch die Differenzen der in den Tabellen mit angegebenen Durchschnittswerte für die Gesamtindividuenzahl, für die „normalen“ Fische und für diejenigen mit komplexen Verwachsungen bedingt. Um den wahren Mittelwert einer Population feststellen zu können, ist es also von größter Wichtigkeit, zu wissen, wie die komplexen Wirbel zu bewerten sind. KÄNDLER hat diese Frage eingehend für die Schollen geprüft und kommt zu dem Schluß, daß sie nicht eindeutig beantwortet werden kann. Das Merkmal Vert. S verliert durch diese Feststellung erheblich an Bedeutung; außerdem muß auch „die grundsätzlich sehr wichtige Tatsache, daß der Nachweis einer nachträglichen Reduktion der Wirbelzahl, deren Spuren in gewissen Komplexbildungen noch zu erkennen sind, berechnete Zweifel an der Brauchbarkeit der Wirbelzahl als „Rassenmerkmale“ hervorrufen“ (KÄNDLER 1935).

Es wurde bereits erwähnt, daß zwischen der Häufigkeit anormaler Wirbel und der Variabilität einer Art Beziehungen bestehen. Die in all ihren Merkmalen außerordentlich konstante Art *G. niger* zeigte als Maximum nur 4% der Individuen mit Anomalien. Von *G. minutus* wurden in der oberen Schlei, wo die Art zwar noch recht häufig ist, jedoch eine beträchtliche Reduktion der Körpergröße aufweist, 12,7% der Fische mit Verwachsungen beider Typen gefunden. *C. scorpius* als variabelste der drei Arten wies auch den höchsten Prozentsatz (27%) an Wirbelverwachsungen auf. Diese Feststellung scheint also darauf hinzudeuten, daß zwischen der Variabilität einer Art und ihrer Tendenz zur Bildung anormaler Wirbel eine direkte Beziehung besteht, derart, daß konstante Arten weniger zur Bildung von Wirbelanomalien neigen als Arten mit großer Variabilität.

## VII. Zur Frage der Rassenunterschiede.

In den meisten Variabilitätsstudien an Fischen nimmt die Frage einen breiten Raum ein, ob die festgestellten Unterschiede zwischen den einzelnen Populationen erbbedingt oder umweltbedingt sind. Nur im ersten Falle hätten wir das Recht, von Rassen zu sprechen, da erbliche Unterschiede Voraussetzung für die Wertung als „Rassen“ sind. Diese Frage ist bei den Fischen recht verschieden beantwortet worden.

Das liegt in der Tatsache begründet, daß wir mit den Meeresfischen meist keine über Generationen führenden Zuchtversuche anstellen können, die allein einen sicheren Entscheid gestatten. Wir können diese Frage also nur auf indirektem Wege beantworten.

Die Grundtatsache ist folgende: Die verschiedenen Populationen leben in Gebieten, die auch klimatisch bzw. ökologisch verschieden sind. Ursprünglich waren die meisten Systematiker geneigt, ohne weiteres die ökologischen Umweltunterschiede als direkte Ursache für die Verschiedenheiten der Populationen zu betrachten und diese also als Modifikationen zu werten. Später schlug die Bewertung derartiger Fälle fast in das Gegenteil um, und die erbliche Bedingtheit der Populationsunterschiede galt oft als ohne weiteres anzunehmende Tatsache. Wir können hier nicht auf die umfangreiche Literatur, die diese Frage behandelt, eingehen. Erwähnt sei nur, daß noch in neuester Zeit das gleiche Material als Beweis für diametral entgegengesetzte Behauptungen angeführt wird.

Wichtig für die Behandlung der Frage sind folgende Gesichtspunkte:

1. Jedes phaenotypische Merkmal ist ein Produkt aus Anlage (Genotypus) und Umweltbedingungen, da einerseits die Umwelt nur auf eine schon vorhandene Anlage wirken kann, andererseits eine Anlage sich ohne Umwelt garnicht entwickeln kann. Die Bezeichnungen „erbliche oder nichterbliche“ Merkmale, wie sie oft in der Literatur gebraucht werden, sind also falsch. Am Phaenotypus können nur „Unterschiede“ zwischen Individuen oder Populationen als erblich oder nichterblich gesondert werden.

2. Es gibt kein sicheres Kriterium, das erkennen läßt, ob statistisch ermittelte Populations- oder Individuenunterschiede Modifikationen, also rein umweltbedingt, sind. Daß eine Population, die in einem Merkmal statistisch eine reine Variationskurve zeigt, wie sie bei Einwirkung zahlreicher Außenfaktoren auf ein einheitliches Material entsteht, sehr wohl aus verschiedenen Erblinien zusammengesetzt sein kann, hat bereits JOHANNSEN gezeigt. Infolgedessen braucht auch eine geographische oder ökologische Abänderung der Populationen innerhalb einer Art, die vollkommen parallel den Änderungen der Umweltbedingungen verläuft, keineswegs eine direkte modifikatorische Wirkung zu sein. Es ist ja durchaus möglich, daß bei jeder Änderung der Umwelt bestimmte Biotypen als nicht existenzfähig ausfallen und so die Variationskurve an einer Seite einengen, andere dagegen als jetzt existenzfähig neu hinzukommen. Diese würden dann die Variationskurve auf der anderen Seite erweitern. So kann durch fortlaufende Subtraktion und Addition einzelner Biotypen im Verfolg eines geographischen Raumes eine dauernde und mit den Umweltbedingungen vollkommen gleichlaufende Veränderung der Population eintreten, die gleichwohl erbbedingt ist. Das gleiche gilt für Schwankungen des Phaenotypus einer Population im Laufe verschiedener Jahre. Gerade diese Erscheinung ist häufig als Beweis für eine bedeutende Umweltwirkung auf die entsprechenden Merkmale angeführt worden oder gar als genügend erachtet worden, um diese als „Rassenmerkmale“ abzulehnen. Wenn aber eine Population aus einem Biotypengemisch besteht, so werden je nach den besonderen Witterungsverhältnissen der einzelnen Jahre, bald für die einen Biotypen, bald für andere die Fortpflanzungsverhältnisse oder Aufwuchsbedingungen günstiger sein. Es werden

also die prozentualen Anteile verschiedener Biotypen in den einzelnen Jahren wechseln; das ergibt aber jeweils eine Verschiebung oder Veränderung der Variationskurven. Es können natürlich derartige Populationsveränderungen im Wechsel der Jahre lediglich auf eine modifizierende Wirkung der wechselnden Umweltverhältnisse beruhen; sie brauchen es aber nicht, sie gestatten nicht einmal die Behauptung, daß die Umwelt abändernd auf die betreffenden Merkmale wirken kann. Aus den genannten Fällen läßt sich also niemals ein sicherer Schluß auf nichterbliche Unterschiede ziehen. Einen solchen gestattet nur das „Übersetzungsexperiment“. Nehmen Individuen eines Typs, in die Umwelt eines anderen Typs versetzt, in kurzer Zeit die Gestalt der letzteren an, so handelt es sich um Modifikationen; dabei muß noch betont werden: in kurzer Zeit, d. h. in ein oder zwei Generationen. Bei längerer Dauer kann die Angleichung auch durch Selektion bedingt sein.

3. Schließlich muß noch erörtert werden, ob es Kriterien gibt, die es wahrscheinlich machen, daß statistisch erfaßte Populationsunterschiede auf erbliche Unterschiede beruhen. Es gibt hier tatsächlich einige Hinweise, die wenigstens einen Wahrscheinlichkeitsbeweis gestatten. Als solche wären zu nennen:

a) Treten Verschiedenheiten von Populationen innerhalb eines ökologisch ganz einheitlichen Gebietes auf, so sind sie sehr wahrscheinlich erbbedingt. Dieser Hinweis ist allerdings praktisch kaum verwendbar, da wir wohl kaum im Einzelfall den Nachweis erbringen können, ob ein Gebiet tatsächlich ökologisch ganz einheitlich ist.

b) Bleibt die Variationskurve vieler Populationen in einem großen Gebiet mit deutlichen hydrographischen und topographischen Unterschieden gleich, geht dann aber schwellenartig in einen anderen Typ über, der sich wieder gleichförmig über ein größeres verschiedenartiges Gebiet erstreckt, so ist gleichfalls die Beteiligung von Erbunterschieden an der Verschiedenheit der Variationskurven wahrscheinlich, besonders dann, wenn mehrere Merkmale im gleichen Gebiet eine derartige „Schwelle“ zeigen. Die Berechtigung dieser Annahme ergibt sich aus der Tatsache, daß die meisten modifikativen Abänderungen gleitend und mit den Änderungen der Umweltbedingungen korrelativ erfolgen, nicht sprunghaft, wie es das oben gekennzeichnete Variabilitätsverhalten zeigt. Allerdings trifft dies nicht immer zu; es gibt „umschlagende“ Sippen, die sich bei Änderung der Umwelt zunächst phaenotypisch nicht ändern, dann aber, bei weiterer gradweiser Umweltänderung plötzlich in einen anderen Phaenotypus umschlagen, der dann bei weiterer Umweltänderung wieder konstant bleibt. Derartige umschlagende Sippen sind aber selten, so daß das oben geschilderte Verhalten doch als ein Hinweis auf Erbunterschiede betrachtet werden kann.

c) Ein wichtiger Hinweis ist gegeben, wenn sich Populationen im gleichen Gebiet auch biologisch verschieden verhalten. Auf diesen Punkt legt KÄNDLER mit Recht großes Gewicht; indem er auf unterschiedliche Laichgewohnheiten verschiedener, dasselbe Meeresgebiet bewohnender Rassen hinweist.

Betrachten wir nun einmal die untersuchten drei Fischarten unter diesen Gesichtspunkten.

1. Die aus den nordeuropäischen Meeren stammenden Proben von *Gobius niger* sind in allen untersuchten Merkmalen außerordentlich einheitlich, so daß zur Annahme

verschiedener geographischer Rassen keine Veranlassung vorliegt. Eine Mittelmeerprobe, die sich in den quantitativen Merkmalen in keiner Weise von den nordeuropäischen Populationen unterscheidet, weicht jedoch in qualitativen und physiologischen Merkmalen erheblich ab. Auf Grund dieser Differenzen und der räumlichen Trennung, die verschiedene in sich geschlossene Fortpflanzungszyklen geschaffen haben, ist eine nordeuropäische und südeuropäische Rasse von *G. niger* zu unterscheiden.

2. DE BUEN unterscheidet zwei nordeuropäische Rassen von *Gobius minutus*; eine Rasse (*G. minutus minutus*), die in der Ostsee, der Nordsee und dem Kanal verbreitet ist und eine zweite, die in den Tiefen norwegischer Fjorde lebt (*G. minutus norvegicus*). Diese auf wenige Individuen beruhende Einteilung ist zunächst einmal von größter Wichtigkeit; denn es läßt sich ein deutlicher Unterschied zwischen Küsten- und Tiefenpopulationen beobachten. Tiefenpopulationen (Norwegische Fjorde, Skagerrak, Irische See, Helgoland, eigentl. Ostsee) unterscheiden sich durch geringere Größe, geringere Pigmentierung und geringere Wirbel- und Flossenstrahlenzahlen von Flachwasserpopulationen. — Diese in den verschiedensten aber ökologisch ähnlichen Meeresgebieten auftretenden parallelen Abwandlungen innerhalb der Art sind wohl sicher genotypisch bedingt, so daß die Tiefenformen von *Gobius minutus* als geographische oder in diesem Falle wohl ökologische Rassen angesehen werden müssen. — Die Küstenpopulationen der Nord- und Ostsee sind in der Wirbelzahl außerordentlich einheitlich und gleichförmig. Die kontinuierliche Abnahme der Größe und die allmähliche Zunahme der Pigmentierung innerhalb dieser Gruppe von Populationen wurde bereits beschrieben; es ist sehr wahrscheinlich, daß innerhalb dieser Gruppe keine Erbunterschiede vorliegen, da die Wirbelzahl konstant bleibt und die Abänderungen der Größe und der Pigmentierung gleitend, ohne „Schwellen“, in Korrelation mit dem Salzgehalt erfolgen. In der fischereibiologischen Literatur ist immer wieder darauf hingewiesen, daß im Wachstum begründete Merkmale mit größter Vorsicht zu beurteilen sind, da Unterschiede im Wachstum vielfach mehr von äußeren als von Erbfaktoren abhängen. Die Küstenpopulationen der Nord- und Ostsee können wohl mit Recht als Repräsentanten der von DE BUEN genannten Rasse *G. minutus minutus* angesehen werden. — Ob auch die Populationen der Schlei und des Skagerraks besondere genotypische Einheiten darstellen, muß dahingestellt bleiben; Unterschiede in den quantitativen Merkmalen und die Abgeschlossenheit ihrer Lebensgebiete lassen es vermuten.

3. Die Populationen von *Cottus scorpius* sind in vier Gruppen zusammengefaßt; für jede Gruppe ist ein besonderer Variabilitätsmodus des Merkmals Vert. S charakteristisch. Von diesen sind die Nord- und Ostseekurven sehr ähnlich; sie unterscheiden sich wesentlich nur durch die weit höhere Streuung der Ostseepopulationen; beide sind jedoch getrennt durch einen anderen Typ, der sich über ein größeres verschiedenartiges Gebiet erstreckt (Limfjord und Skagerrak). Wie oben (3a) gezeigt wurde, gibt uns dieses schwellenartige Übergehen eines Typs in einen anderen, der sich dann wieder gleichförmig über ein größeres verschiedenartiges Meeresgebiet erstreckt, einen Hinweis darauf, daß an der Verschiedenheit der Variationskurven Erbunterschiede beteiligt sind. — Verschiedenes biologisches Verhalten, also unterschiedliche Laich-

zeiten der Populationen eines Meeres (westl. und eigentl. Ostsee—finnische Schärenküste) gibt neben den beträchtlichen morphologischen Unterschieden einen weiteren wichtigen Hinweis für das Vorhandensein gesonderter Rassen in der Ostsee. -- Vermutlich werden also die zu Gruppen zusammengefaßten Populationen der gleichen Rasse angehören.

### VIII. Zusammenfassung.

An Proben von *Gobius niger* L., *Gobius minutus* PALLAS und *Cottus scorpius* L. aus verschiedenen Meeresgebieten sind Variabilitätsstudien ausgeführt.

Die Voruntersuchungen ergaben, daß in den quantitativen Merkmalen keine Geschlechts- und Jahrgangsdifferenzen bestehen. Bei *Cottus scorpius* konnten jedoch erhebliche Unterschiede im Wachstum der Geschlechter festgestellt werden. — Die Merkmale  $D_2$  und A stehen in fester Korrelation; es wurde deshalb die Betrachtung auf eines dieser Merkmale, der Strahlenszahl in der Afterflosse beschränkt.

1. *Gobius niger* ist eine außerordentlich konstante Art. In den untersuchten quantitativen, qualitativen und physiologischen Merkmalen stimmen alle Proben der nord-europäischen Rasse völlig überein. Während eine Probe der Mittelmeerrasse in der Wirbel- und Flossenstrahlenszahl sich nicht wesentlich von den Proben der nordeuropäischen Rasse unterscheidet, weicht sie in physiologischen und quantitativen Merkmalen erheblich ab; die Laichzeit beginnt im Golf von Neapel im April, in der Kieler Bucht im Mai. Der Index Länge/Höhe beträgt im Mittelmeer im Durchschnitt 7,5, bei zwei nordeuropäischen Populationen 6,2. Der längste Strahl der ersten Rückenflosse der ♂♂ reicht bei den Fischen aus dem Golf von Neapel im Mittel bis zum 5.—6. weichen Strahl der zweiten Rückenflosse, und bei der nordeuropäischen Rasse im Mittel bis 1. 2.—1. 3 von  $D_2$ .

2. Auf Grund der Verschiedenheit der Proben von *Gobius minutus* in den Merkmalen Vert. S und A lassen sich die Proben folgender Meeresgebiete zusammenfassen:

- I. Skagerrak und Oslofjord.
- II. Die Küsten der südöstlichen Nordsee, des Limfjords, der Kieler Bucht und der eigentlichen Ostsee.
- III. Die Schlei.
- IV. Die Nordsee bei Helgoland.

Das wichtigste Untersuchungsmerkmal ist die Gesamtwirbelzahl, die sich mit größter Genauigkeit feststellen läßt und auch unter den verschiedensten Umweltbedingungen nur wenig variiert.

3. Auch aus den Proben von *Cottus scorpius* lassen sich durch einen Vergleich der Variabilitätsmodi und der Mittel der Merkmale Vert. S und A vier verschiedene Gruppen regional zusammengehörender, morphologisch ähnlicher Proben bilden:

- I. Die Proben der südöstlichen Nordsee.
- II. Die Proben der westlichen und eigentlichen Ostsee.
- III. Die Probe von der finnischen Schärenküste.
- IV. Die Proben aus dem Skagerrak und dem Limfjord.

Auch für *Cottus scorpius* ist die Gesamtwirbelzahl das wichtigste „Rassenmerkmal“.



4. Das Wachstum von *Cottus scorpius* ist unter den verschiedensten Lebensbedingungen außerordentlich konstant. — Die Durchschnittsgröße von *Gobius minutus* nimmt mit zunehmender Aussüßung ab. Die Populationen enger Meeresbuchten und Hochseepopulationen dieser Art zeigen eine geringere Durchschnittsgröße als Küstenpopulationen.

5. Die Durchschnittswerte der Wirbel- und Flossenstrahlenszahlen aller drei Arten werden vom Salzgehalt nicht beeinflußt. Ein wesentlicher, die Wirbelzahl von *Cottus scorpius* bestimmender Faktor ist die Temperatur. Es besteht die Beziehung: Hohe Wirbelzahl bei niedriger Entwicklungstemperatur und niedrige Wirbelzahl bei hoher Entwicklungstemperatur. Zwischen der Standardabweichung des Merkmals Vert. S von *Cottus scorpius* und der Aussüßung des Meeresgebietes, dem die Probe entstammt, besteht die Gesetzmäßigkeit, daß die Streuung nach der Verbreitungsgrenze (mit zunehmender Aussüßung) zunimmt. — Tiefenpopulationen von *Gobius minutus* unterscheiden sich durch geringere durchschnittliche Wirbel- und Flossenstrahlenszahlen, geringere Größe und schwächere Pigmentierung von Küsten- und Flachwasserformen. Die Schleipopulationen lassen neben der Größenabnahme nach der oberen Schlei zu auch eine Abnahme der durchschnittlichen Wirbel- und Flossenstrahlenszahlen und eine Zunahme der Standardabweichungen dieser Merkmale und der Pigmentierung erkennen.

6. In wärmeren, salzreicheren Meeren laichen die *Gobius*-Arten und *Cottus scorpius* früher als in kalten, salzarmen Meeren.

7. Bei allen drei Arten wurden sowohl komplexe als auch echte Verwachsungen beobachtet; komplexe Wirbel im allgemeinen jedoch nur am Schwanzende der Wirbelsäule; beide Verwachsungsarten sind durch Übergänge verbunden. Die Größe des Anteils der Fische mit Wirbelanomalien ist abhängig von den Umweltbedingungen, denn es kann wohl als Regel gelten, daß der Prozentsatz der Fische mit Wirbelmißbildungen um so höher ist, je weiter eine Art in Meeresgebiete mit für sie ungünstige Lebensbedingungen vordringt. Die prozentuale Häufigkeit der Fische mit Wirbelverwachsungen ändert sich im gleichen Sinne wie die Streuung. Das Verhältnis der Prozentsätze von komplexen Wirbeln zu echten Verwachsungen ändert sich von Art zu Art. Daraus wurde geschlossen, daß beide Erscheinungen die gleiche Ursache haben, daß beide durch Einwirkungen ungünstiger Umweltbedingungen auf die Jugendstadien entstanden sind. — Mit steigender Wirbelzahl nimmt der Prozentsatz an Komplexbildungen ab. — Zwischen der Variabilität einer Art und ihrer Tendenz zur Bildung anormaler Wirbel, besteht die Beziehung, daß konstante Arten weniger zur Bildung von Wirbelanomalien neigen als Arten mit großer Variabilität.

---

## Nachtrag.

Nach Abschluß der Arbeit erschien eine vorläufige Mitteilung von JOHNSEN: „On the Variation of Fisches in Relation to Environment“ (Bergens Museums Årbok 1936, Naturvidenskabelig rekke No. 4).

JOHNSEN hat an reinen Altersklassen verschiedener Populationen von *Gobius flavescens* FABR., *Gobius minutus* PALL. und *Spinachia spinachia* L. Wirbel- und Flossenstrahlzählungen vorgenommen. Von *Gobius minutus* sind Proben folgender Lokalitäten untersucht: Plymouth, Helgoland, Beltsee (Alsen), der Oderbank, Bergen und Finsnes (Norweg. Küste, 69° N). Die Durchschnittswerte der Wirbel- und Flossenstrahlzahlen dieser Populationen sind graphisch dargestellt.

Die außerordentlich hohen Werte der durchschnittlichen Wirbel- und Afterflossenstrahlzahlen (Vert. S. 33, 80; A. 11, 10) der nördlichsten Population (Finsnes) zeigen, daß die JORDAN'SCHE Regel auch für *Gobius minutus* gilt; denn diese von der nördlichen Verbreitungsgrenze der Art stammenden Probe weist bei weitem die höchsten Wirbel- und Afterflossenstrahlzahlen aller bisher untersuchten Proben auf.

Eine weitere Population der norwegischen Schärenküste (Bergen) läßt in ihren Durchschnittswerten (Vert. S. 33, 10; A. 10,92) eine sehr gute Übereinstimmung mit den Proben aus dem Oslofjord und dem Skagerrak erkennen, so daß diese drei Populationen wohl der gleichen geographischen Rasse angehören.

Die Populationen der Nordsee (Helgoland), der Beltsee (Alsen) und der eigentlichen Ostsee (Oderbank) lassen sich zwanglos in die Gruppe der Küstenpopulationen der Nord- und Ostsee einreihen:

Fangort	Wirbelzahl	Afterflossenstrahlzahl
Den Helder	32,67	10,45
Büsum	32,80	10,48
Helgoland (J)	32,95	10,52
Limfjord	32,75	10,48
Alsen (J)	32,77	10,70
Kieler Bucht	32,87	10,76
Oderbank (J) <sup>1)</sup>	32,64	10,51
Neukuhren	32,81	10,48

Die Helgolandpopulation JOHNSEN's stimmt in den Mittelwerten völlig mit der Wattenmeerpopulation (Büsum) überein; sie ist also eine typische Küstenpopulation. Dagegen ist die Helgolandprobe, die mir zur Verfügung stand, eine Tiefenpopulation, die aus größeren Tiefen der Nordsee bei Helgoland stammt und auf einer Poseidonfahrt gesammelt wurde.

Im Anschluß an die experimentellen Untersuchungen JOHNS. SCHMIDT's (1917 und 1921) zeigt JOHNSEN, daß auch das spezifische Gewicht des Wassers und der Sauerstoffgehalt für die Größe der durchschnittlichen Wirbelzahl von Bedeutung sein kann.

<sup>1)</sup> Tiefe des Fangortes 8—11 m.

## IX. Literaturverzeichnis.

1. AWERINZEW, S.: Zur Frage nach der Methodik der Fischrassenforschung. Zool. Anzeiger 103. 1933.
2. BAHN, K.: Der kleine Sandaal (*Ammodytes tobianus* L.) in der Ostsee. Zeitschr. f. Fischerei, Band XXXIII. 1935.
3. BÜCKMANN, A.: Die Methodik fischereibiologischer Untersuchungen an Meeresfischen. Im Handbuch der biolog. Arbeitsmeth. 1929.
4. BUDDENBROCK, W. v., HENSCHEL, J., FRIEDRICH, H.: Untersuchung über das Blut und die Atmung der einheimischen Plattfische. 1. Mitteilung. Die morphologische Beschaffenheit des Blutes der Nordsee-, Beltsee- und Ostseescholle. Wissensch. Meeresunters. Abt. Kiel, XXII. Band. Kiel 1934.
5. BUEN, F. DE: *Gobius* de la Peninsula Ibérica y Baleares. Mém. Inst. Esp. Oceanogr. T. III. Madrid 1923.
6. DUNCKER, G.: Variation und Verwandtschaft von *Pleuronectes fesus* L. und *Pl. platessa* L. Wissensch. Meeresunters. Abt. Kiel N.F. 1. 1896.
7. DUNCKER, G.: *Syngnathiden*-Studien I. Variation und Modifikation bei *Siphonostoma typhle* L. Mitt. Naturhist. Mus. Hamburg 25. 1908.
8. DUNCKER, G.: *Scleroparei*. In GRIMPE WAGLER. Die Tierwelt der Nord- und Ostsee. XI. h 2. 1927.
9. DUNCKER, G.: *Gobiiiformes*. Ebenda XI. h 3. 1928.
10. EHRENBAUM, E.: Fische mit festsitzenden Eiern. Wissensch. Meeresunters. Abt. Helgoland. N.F. 6. 1904.
11. EHRENBAUM, E. und STRODTMANN, S.: Eier und Jugendformen der Ostseefische. Ebenda.
12. EHRENBAUM, E.: Eier und Larven von Fischen. Nordisches Plankton. Zoologischer Teil. 1. Band, Leipzig 1905. 1909.
13. EKMAN, S.: Tiergeographie des Meeres. Leipzig 1935.
14. FORD, E.: The „number of vertebrae“ in the Hering and its variation. Journal du Conseil 8, 2. 1933.
15. FRYD, C.: Die Otolithen der Fische. Dissertation. Altona 1901.
16. GEMZÖE, K. J.: Fiskeriundersøgelse ved Faerøerne og Island i Sommeren 1904. København 1905.
17. HASS, G.: Variationsstatistische Untersuchungen an Proben von *Gobius microps* KRÖYER aus der Kieler Bucht und der Schlei. Schrift. Naturw. Ver. Schleswig-Holstein XXI, 3. 1936.
18. HEINCKE, FR.: Die *Gobiidae* and *Syngnathidae* der Ostsee nebst biologischen Bemerkungen. Arch. Naturg. 46. 1. 1880.
19. HEINCKE, FR.: Die Varietäten des Herings. Bericht der Commission zur Unters. der deutschen Meere. Berlin 1878 und 81.
20. HEINCKE, FR.: Naturgeschichte des Herings. Abh. Dtsch. Seef.-Ver. 2. 1898.
21. HESSE, R.: Tiergeographie auf ökologischer Grundlage. Jena 1924.
22. JENSEN, A. J. C.: Remarks on the Hydrography of the Limfjord. Copenhagen 1928.
23. JOHANNSEN, W.: Elemente der exakten Erblichkeitslehre mit Grundzügen der biologischen Variationsstatistik. Jena 1926.
24. JUST, G.: Praktische Übungen zur Vererbungslehre. Berlin 1935.
25. KÄNDLER, R.: Unsicherheiten bei Bestimmung der Wirbelzahl infolge Verwachsungserscheinungen. Journ. du Conseil. Vol. VII. No. 3. 1932.
26. KÄNDLER, R.: Rassenkundliche Untersuchungen an Plattfischen. Ber. d. D. W. K. Band VII. 1935.
27. MALMGREN, A. J.: Kritische Übersicht der Fischfauna Finnlands. Archiv f. Naturgesch. 1864.
28. MARRE, G.: Fischereiwissenschaftliche Untersuchungen über die Grundlagen der Stintfischerei im Kurischen Haff. Zeitschr. f. Fisch. Bd. XXIX. Heft 3. 1931.
29. MÖBIUS, K. und HEINCKE, FR.: Die Fische der Ostsee. Berlin 1883.
30. NEUBAUER, R. und JAECKEL, S.: Die Schlei und ihre Fischwirtschaft. Schrift. Naturw. Ver. Schleswig-Holstein. Band XXI, Heft 2 u. ff.
31. PETERSEN, C. G. J.: Om vore Kutlingers (*Gobius*). Aeg og Ynglemaade. Fra den danske biologiske Station. København 1892.

32. RAITT, D. S.: A Preliminary Account of the Sandeels of Scottish Waters. Journal du Conseil. Vol. IX. No. 3.
33. REDEKE, H. C.: Über den jetzigen Stand unserer Kenntnisse der Flora und Fauna des Brackwassers. Verh. intern. Vereinig. Limnolog. VI. 1933.
34. REIBISCH, J.: Über Änderungen in der Fauna der Kieler Bucht. Schrift. Naturw. Ver. Schleswig-Holstein. Band XVII. 1926.
35. REMANE, A.: Art und Rasse. Verh. Ges. f. Phys. Anthrop. 1927.
36. REMANE, A.: Die Brackwasserfauna. Verh. d. Deutsch. Zool. Ges. 1934.
37. RENSCH, B.: Das Prinzip geographischer Rassenkreise und das Problem der Artbildung. Berlin 1929.
38. SAEMUNDSSON, B.: Oversigt over Islands Fiske med Oplysninger om deres Forekomst, vigtigste biologiske Forhold og økonomiske Betydning. Kommissionen for Havundersøgelser No. 5. København 1909.
39. SCHLIEPER, C.: Die biologische Bedeutung der Salzwasserkonzentration der Gewässer. Naturw. 16. 1928.
40. SCHLIEPER, C.: Die Brackwassertiere und ihre Lebensbedingungen vom physiologischen Standpunkt aus betrachtet. Verh. internat. Vereinig. Limnolog. 6. 1933.
41. SCHLOTTKE, E.: Über die Variabilität der schwarzen Pigmentierung und ihre Beeinflussbarkeit durch Temperaturen bei *Habrobracon juglandis* ASHMEAD. Zeitschr. f. vergl. Physiol. 3. 1926.
42. SCHMIDT, J.: Fiskeriundersøgelser ved Island og Faerøerne i Sommeren 1903. København 1904.
43. SCHMIDT, J.: Racial investigations. *Zoarcus viviparus* and local races of the same. C. r. Labor. Carlsberg 13,3. 1917.
44. SCHMIDT, J.: *Zoarcus viviparus*. Constancy investigations. Ebenda 14, 1. 1917.
45. SCHMIDT, J.: *Zoarcus viviparus*. Experimental investigations. Ebenda 14, 9. 1920.
46. SCHMIDT, J.: *Zoarcus viviparus*. Annual investigations of racial characters. Ebenda 14, 15. 1921.
47. SCHMIDT, J.: Racial investigations. X. The Atlantic Cod (*Gadus callarias* L.) and local races of the same. Ebenda 18, 6. 1930.
48. SCHNAKENBECK, W.: Rassenuntersuchungen am Hering. Ber. d. D.W.K. N.F.3. 1927.
49. SCHNAKENBECK, W.: Entwicklungsgeschichtliche und morphologische Untersuchungen am Hering. Ebenda 5. 1929.
50. SCHNAKENBECK, W.: Zum Rassenproblem bei den Fischen. Zeitschr. f. Morph. u. Ökolog. 21. Band. 1931.
51. SCHOTT, G. und SCHUMACHER, A.: Atlas für Temperatur, Salzgehalt und Dichte der Nordsee und Ostsee. Hamburg 1927.
52. STRASSEN, O. ZUR: Fische. In BREHMS Tierleben. Leipzig und Wien 1914.
53. STRODTMANN, S. und KÄNDLER, R.: Die Arbeiten der Ostsee-Abteilung Hamburg in den Jahren 1930-1933. Ber. d. D.W.K. N.F., Band VII, Heft 3. 1934.
54. TÅNING, Å. V.: Directions for Staining Fish with a view to Racial Investigations. Journal du Conseil, Vol. II. 1927.
55. THIENEMANN, A.: *Mysis relicta* im sauerstoffarmen Tiefenwasser der Ostsee und das Problem der Atmung im Salz- und Süßwasser. Zoolog. Jb. allg. Zool. 45. 1928.
56. VÄLIKANGAS, J.: Zur Biologie der Ostsee als Brackwassergebiet. Verh. intern. Vereinig. Limnol. 6. 1933.
57. WINTHER, G.: Om de danske Arter af Slaegten *Gobius*. Af Naturhistorisk Tidsskrift. København 1874.
58. WINTHER, G.: (Fortsættelse). Ebenda 1877.