Joh. Schmidt's Rassenuntersuchungen an Fischen.

Von Georg Duncker.

1. Im Tier- wie im Pflanzenreich besteht die weitverbreitete Erscheinung, daß ein und dieselbe Art an ihren verschiedenen Fundorten körperliche Verschiedenheiten aufweist, so daß man nach diesen an ihr verschiedene „Rassen“, „Lokalformen“ oder „Stämme“ unterscheiden kann. Derartige Lokalformen sind u. a. an einer ganzen Reihe der Nutzfischarten nachgewiesen worden, bei denen ihre Kenntnis oft praktische Bedeutung gewonnen hat, wie bei der Scholle, der Flunder, dem Hering und der Sprott.

So wohlbekannt nun diese Erscheinung auch ist, so wenig hat sie bisher eine ursächliche Erklärung gefunden. Man beschränkte sich auf Vermutungen über ihre Ursachen, als welche man z. B. bei den Lokalformen der marinen Nutzfische die Verschiedenheiten des Salzgehaltes und der Temperatur des Wassers, der Tiefe und der Grundbeschaffenheit ihres Aufenthaltsortes ansah, da es der besonderen Lebensbedingungen dieser Tiere wegen technisch unmöglich geblieben ist, experimentelle Zuchtversuche über die Art des direkten oder indirekten Einflusses der Lebensbedingungen bei ihnen anzustellen. Aber selbst Fragen nicht experimenteller Natur, wie nach der räumlichen Ausdehnung der Lokalformen, ihrer geographischen Abgrenzung gegeneinander und ihrer Formbeständigkeit im Laufe der Zeit konnten auf Grund der vorliegenden Untersuchungen nicht mit genügender Genauigkeit beantwortet werden.

Ausgehend von seinen klassischen Aalforschungen hat Joh. Schmidt sich die Aufgabe gestellt, zur Aufklärung der oben genannten Probleme beizutragen. Seine bisherigen Ergebnisse sind in den Arbeiten [1]—[4] veröffentlicht; bei ihrer Wichtigkeit dürfte ein Bericht darüber auch die Leser dieser Zeitschrift interessieren.

Als Material diente dem Verf. hauptsächlich die an den nord-europäischen Küsten sehr häufige Aalmutter, *Zoarces viviparus* L., neben *Sebastes marinus* L. der einzige lebendgebärende Knochenfisch dieses Gebiets. *Zoarces* ist ein nicht wandernder Standfisch der Flachwasserregion, der nur ausnahmsweise die 10 m-Tiefenlinie überschreitet. Er findet sich daher überall in Strandnähe und dringt weit in selbst enge Buchten und Förden ein. In nord-südlicher Richtung ist er vom Eismeer bis zum Ärmelkanal, in ost-westlicher von der Tscheschkaja-Bucht des nördlichen Eismeers sowie von der bottnischen und finnischen Bucht der Ostsee bis zur irischen See verbreitet. In letzterer ist er selten und fehlt an der Westküste Irlands. Das Zentrum seiner Verbreitung sind die dänischen Küsten.

Zoarces viviparus erreicht eine Länge von höchstens 40 cm. Eine zweite, aber bedeutend größere, bis über 1 m lange Art der-

selben Gattung (*Z. anguillaris* Peck.) kommt an der Labradorküste Nord-Amerikas vor, eine dritte, wenig bekannte (*Z. elongatus* Kner) im Ochotskischen Meer an der asiatischen Ostküste.

Für die vorliegenden Untersuchungen wichtig ist, daß *Zoarces viviparus* vom zweiten Lebensjahr ab lebende und zwar sehr vollkommen entwickelte Junge in großer Anzahl (bis zu 400) zur Welt bringt. Die Paarung findet im Spätsommer statt und die Jungen werden im Winter (etwa Januar) mit 4—5 cm Länge geboren. Sie sind dann bereits vollkommen entwickelt, so daß Merkmale, wie die Anzahl der Wirbel, der Flossenstrahlen und selbst der Farbbinden bei ihnen ohne weiteres mit denen ausgewachsener Tiere verglichen werden dürfen. Entnimmt man die Jungen eben vor ihrer Geburt hochträchtigen Weibchen, so ist ihre Abkunft wenigstens von mütterlicher Seite bekannt.

Sein Material an mehr oder minder ausgewachsenen Tieren verschaffte sich der Verf. von über 80 Fundorten, die größtenteils auf den Karten I und II in [1] angegeben sind und sich fast über das gesamte Verbreitungsgebiet der Art erstrecken. Ganz besonders zahlreich und oft nur wenige Kilometer voneinander entfernt sind dabei die Fundorte der dänischen Küsten und ihrer Fjorde. Konservierung und sonstige Präparation des Materials sind in [1] p. 286—287 mitgeteilt. Nachdem durch Voruntersuchungen festgestellt war, daß die sogleich aufzuzählenden Merkmale sowohl vom Lebensalter, wie vom Geschlecht der Tiere unbeeinflusst bleiben, wurden von jedem Fundort durchschnittlich etwa 200 Exemplare auf folgende Merkmale hin untersucht:

1. Wirbelsumme („Vert.“ — Beobachtete Variationsextreme: 101—126).
2. Stachelzahl im hinteren Abschnitt¹⁾ der sonst gliederstrahligen Rückenflosse („D₂.“ — 0—17).
3. Zahl der dunkelfarbigem Querbinden auf dem vorderen weichstrahligen Abschnitt der Rückenflosse, rechtsseitig gezählt („Pigm. D₁.“ — 7—21).
4. Strahlzahl der rechten Brustflosse („Pd.“ — 16—22).

Die meisten der untersuchten Tiere waren 2—4 (3), vereinzelte 1 und 5 Jahre alt; die Altersbestimmung erfolgte mittelst der Jahresringe der Gehörsteine und der Schuppen. Das höchste mit Sicherheit nachweisbare Lebensalter betrug 9 Jahre. Die Größe der Tiere eines Fanges hängt wesentlich von dem benutzten Fanggerät ab.

Für jeden Fundort wurden aus den an den einzelnen Exem-

1) Das Auftreten ungegliederter Stachelstrahlen im hinteren Abschnitt einer gliederstrahligen Flosse steht bei *Zoarces* unter den Knochenfischen vereinzelt da. Den Stachelstrahlen gehen etwa 80 Gliederstrahlen voran, während etwa 20 ihnen folgen.

plaren desselben beobachteten Zahlenwerten, den Varianten (V), der vier Merkmale ihre arithmetischen Mittel (A) berechnet, die zur Kennzeichnung der Lokalform dienen. Das Maß der Variabilität eines Merkmals bei der Lokalform, seine Hauptabweichung (s), ist die sogen. mittlere quadratische Abweichung, d. h. die Wurzel aus dem Mittel der ins Quadrat erhobenen Abweichungen der einzelnen beobachteten Varianten vom Mittel der Gesamtheit. In herkömmlicher Weise wurde ferner der „wahrscheinliche Fehler“ von A , $E(A)$, aus s und der Gesamtzahl n der untersuchten Individuen bestimmt; dann bezeichnet Schmidt den fünffachen Betrag des letzteren als „wahrscheinliche Fluktuation“ (w. Fl.), d. i. diejenige Fehlergrenze des gefundenen arithmetischen Mittels, die mit einer Wahrscheinlichkeit von 1341:1 weder nach unten noch nach oben hin mehr überschritten wird. Die Formeln zur Berechnung der angeführten Werte lauten:

$$A = \frac{1}{n} \Sigma (V) \qquad E(A) = \frac{0,6745 \cdot s}{\sqrt{n}}$$

$$s = \sqrt{\frac{\Sigma (V-A)^2}{n}} \qquad \text{w. Fl. } (A) = 5 E(A)$$

2. Über Lokalformen von *Zoarces*. — Die vier Tabellen [1] p. 361—388 enthalten die detaillierten Befunde von 66 Fundorten. An dieser Stelle seien daraus nur die extremen Mittelwerte und Hauptabweichungen der vier Merkmale wiedergegeben, um die große Verschiedenheit der Lokalformen zu veranschaulichen:

Tabelle 1.

	A	s	Zahl der Fundorte
1. Vert.	107,984—119,200	1,225—3,194	66
2. D ₂ .	0,968— 11,500	0,583—2,255	56
3. Pigm. D ₁ .	11,473— 14,531	0,867—1,985	62
4. Pd.	18,338— 19,727	0,458—0,757	66

Schon aus diesen Zahlen ergibt sich, daß *Zoarces viviparus* in hohem Grade zur Bildung von Lokalformen neigt, ganz im Gegensatz zum Flußaal (*Anguilla vulgaris* Flem.), dessen Wirbelzahlen, an Individuengruppen weit auseinanderliegender Fundorte untersucht, zum Vergleich angeführt seien ([3] p. 113, Fig. 7):

2) Der Verf. gibt ([1] p. 294, Fußnote) irrtümlich

$$s = \sqrt{\frac{\Sigma (V-A)^2}{n-1}}$$

an; die Unterschiede beider Rechnungsweisen machen sich jedoch nur bei kleinen Werten von n störend geltend, bei welchen Schmidt's Ausdruck zu große und für verschiedene n nicht streng vergleichbare Werte ergibt.

Tabelle 2.

Wirbel	111	112	113	114	115	116	117	118	119	n	A	s
Fundorte:												
Island	—	4,5	10,6	26,3	34,6	16,8	5,6	1,1	0,6	179	114,73	1,263
Kopenhagen	2,4	3,9	13,4	20,5	33,8	17,3	7,1	1,6	—	127	114,68	1,402
Bayonne	—	4,8	14,5	25,4	28,5	18,9	6,6	1,3	—	228	114,67	1,315
Azoren	0,8	3,8	13,7	26,0	33,6	16,0	6,1	—	—	131	114,60	1,234
Comacchio	0,5	2,5	14,2	21,3	35,5	16,8	7,6	1,5	—	197	114,77	1,284
Total	0,6	3,9	13,3	24,0	32,9	17,3	6,6	1,2	0,1	862	114,70	1,302

Hier stimmen nicht nur Mittelwerte und Hauptabweichungen, sondern selbst die prozentualen Frequenzen der einzelnen Varianten an sämtlichen Fundorten fast vollkommen überein. Ähnlich verhielten sich die Befunde an den Strahlzahlen der rechten Brustflosse des Aals. — Besonders beachtenswert erscheinen dem Ref. die außergewöhnlich starken Schwankungen der Hauptabweichungen (s) in der Tab. 1, da ihm solche bei anderem Material noch nicht begegnet sind.

Teilt man den gesamten beobachteten Variationsumfang der Wirbelzahl, der Stachelzahl der Rückenflosse und der Zahl der dorsalen Farbbinden in je eine obere und eine untere Hälfte und bezeichnet diese Hälften beziehungsweise mit A und a, B und b, C und c, so lassen sich die Kombinationen der Mittel dieser drei Merkmale bei den einzelnen Lokalformen durch eine der acht möglichen Kombinationen A B C, A B c, A b C u. s. w. bis a b c charakterisieren. Man erhält dann für die vier Hauptregionen des Untersuchungsgebietes die nachstehenden Symbole und Mittelwerte (s. [1] p. 298—301 und Karte III, [3] p. 109—111):—

Tabelle 3.

Region	Symbol	Vert.	Mittelwerte		
			D ₂	Pigm. D ₁	(Pd)
Westl. Nordsee	A b c	116,2	7,2	12,7	18,71
Östl. Nordsee	a b c	111,2	6,0	12,3	18,41
Westl. Ostsee	A B C	117,7	8,0	14,3	19,35
Östl. Ostsee	A B c	117,2	11,1	12,3	18,66

Stellt man jedoch die Symbole der einzelnen Lokalformen nach ihrer geographischen Verteilung zusammen, so findet man zahlreiche Unregelmäßigkeiten ihres Auftretens. Die Größe der Mittelwerte eines Merkmals bei den verschiedenen Lokalformen hängt offenbar nicht wesentlich von der geographischen Lage ihrer Fundorte zueinander ab. Man findet oft bedeutende Unterschiede nahe beieinander lebender und fast völlige Übereinstimmung weit getrennter Lokalformen (s. weiter unten Tab. 11, III), und zwar nicht allein bei *Zoarces*, sondern z. B. auch beim Hering, bei dem nach Heincke die Lokalform, welche der des weißen Meeres nächst-

verwandt ist, nicht in den nordeuropäischen Gewässern, sondern an der Ostküste Japans vorkommt. Man kann also nicht füglich von einer geographischen Abänderung der Arten sprechen.

Dagegen stellten sich charakteristische und unter sich übereinstimmende Befunde beim Vergleich der Lokalformen einzelner dänischer und schleswigscher Fördrden, d. h. schmaler, untiefer Meerbuchten, die oft tief ins Land eindringen und in der Regel in ihrem inneren Winkel brackisch sind, heraus (vergl. [1] p. 301—310).

An der Ostküste Jütlands mündet der Limfjord, etwa 30 km südlicher der Mariager Fjord. Von der Mündung landeinwärts gehend findet man an den verschiedenen Fangorten der beiden Fjorde:

Tabelle 4.

I. Östlicher Limfjord³⁾ ([1] p. 304—305, [3] p. 110), $A \pm w. Fl.$

	Vert.	D_2	Pigm. D_1	Pd.
St. 2.	117,10 $\pm$ 0,62	9,22 $\pm$ 0,33	13,20 $\pm$ 0,41	19,06 $\pm$ 0,14
St. 3.	112,11 $\pm$ 0,59	7,41 $\pm$ 0,37	12,73 $\pm$ 0,48	19,34 $\pm$ 0,16
St. 4.	109,69 $\pm$ 0,45	6,84 $\pm$ 0,34	12,52 $\pm$ 0,37	19,19 $\pm$ 0,14

II. Mariager Fjord ([1] p. 302—303, [3] p. 111), $A \pm w. Fl.$

	Vert.	D_2	Pigm. D_1	Pd.
St. 15.	115,43 $\pm$ 0,65	8,74 $\pm$ 0,39	13,06 $\pm$ 0,49	19,04 $\pm$ 0,13
St. 16.	110,99 $\pm$ 0,84	7,21 $\pm$ 0,38	12,32 $\pm$ 0,54	19,14 $\pm$ 0,16
St. 17.	110,18 $\pm$ 0,43	6,87 $\pm$ 0,33	11,80 $\pm$ 0,44	19,30 $\pm$ 0,15
St. 19.	109,30 $\pm$ 0,40	6,40 $\pm$ 0,30	11,83 $\pm$ 0,46	19,46 $\pm$ 0,16

In der Mitte zwischen den beiden Fjord-Mündungen liegt an der offenen Küste des Kattegats St. 14 (Hurup), deren Lokalform die Mittelwerte

Vert. 117,37 $\pm$ 0,48, D_2 9,21 $\pm$ 0,37, Pigm. D_1 13,30 $\pm$ 0,42,
Pd. 19,06 $\pm$ 0,14

aufweist. Von der Küste ins Binnenland hinein findet also in beiden Fjorden eine deutliche Abnahme der Wirbelzahl, der Stachelzahl der Rückenflosse und der Anzahl der dorsalen Pigmentbinden, dagegen eine geringfügige Zunahme der Strahlzahl der Brustflossen statt. Übereinstimmende Verhältnisse ergeben sich auf dem Festland in der Schlei ([1] p. 305) und im Koldingfjord, sowie auf Seeland im Skjelskoerfjord ([1] p. 306) am großen Belt und in den gemeinschaftlich bei Lynaes (St. 30) ins Kattegat mündenden Isefjord und Roskildefjord. Die Werte der Lokalformen der beiden letztgenannten Regionen, von ihrer Mündungsstelle an aufwärts, sind:

3) Einschließlich des Nibe-Bredning. Die Lokalformen des westlichen, mit der Nordsee zusammenhängenden Limfjords ähneln denen des angrenzenden Nordseegebiets.

Tabelle 5.

I. Isefjord, $A \pm w. Fl.$

	Vert.	D_2	Pigm. D_1	Pd.
St. 30.	114,01 $\pm$ 0,46	5,97 $\pm$ 0,31	13,89 $\pm$ 0,36	19,30 $\pm$ 0,11
St. 31.	113,22 $\pm$ 0,43	6,32 $\pm$ 0,34	13,50 $\pm$ 0,34	19,26 $\pm$ 0,13
St. 32.	112,94 $\pm$ 0,22	5,89 $\pm$ 0,16	13,47 $\pm$ 0,19	19,30 $\pm$ 0,06

II. Roskildefjord ([1] p. 307—308), $A \pm w. Fl.$

	Vert.	D_2	Pigm. D_1	Pd.
St. 30.	114,01 $\pm$ 0,46	5,97 $\pm$ 0,31	13,89 $\pm$ 0,36	19,30 $\pm$ 0,11
St. 33.	109,46 $\pm$ 0,49	5,79 $\pm$ 0,44	12,63 $\pm$ 0,42	19,09 $\pm$ 0,16
St. 34.	107,98 $\pm$ 0,36	5,74 $\pm$ 0,27	12,34 $\pm$ 0,36	19,20 $\pm$ 0,12

Es ergeben sich also übereinstimmende Befunde an vergleichbaren Fundorten von nicht weniger als sieben verschiedenen Regionen, die eine deutliche und bestimmt gerichtete Abänderung der Lokalformen mit dem Eindringen der Art in geschützte, salzärmere Gewässer von dem offenen Seestrand her erkennen lassen. Diese findet einen sichtbaren Ausdruck auch im Gesamthabitus der Tiere, von denen die schlanken, in der freien See lebenden sehr verschieden von den gedrungenen der inneren Fjordwinkel erscheinen, wie es bei der Gegenüberstellung zweier etwa gleichgroßer Exemplare aus dem Öresund und aus dem Roskildefjord in [1] p. 309, Fig. 16 und 17 oder in [3] pl. VII, Fig. 1 und 2 hervortritt.

In den erwähnten Fjordformen liegen typische Beispiele lokaler Variation vor, die dadurch besonders interessant werden, daß die verschiedenen Lokalformen oft in nächster Nachbarschaft miteinander leben.

3. Untersuchung der Konstanz der Lokalformen. — Nachdem nun feststeht, daß *Zoarces viviparus* in hohem Grade zur Bildung von Lokalformen neigt, ist es in erster Linie wichtig zu wissen, wie weit die einzelne Lokalform sich als beständig erweist. Konstanz einer Lokalform kann nur angenommen werden, wenn sowohl ihre einzelnen Fangproben, als auch ihre einzelnen Generationen und ihre einzelnen Zuchtstämme immer wieder die gleichen Mittelwerte der untersuchten Merkmale ergeben.

Von einigen ausgeprägten Lokalformen, wie der St. 22 (Snoghöj), St. 31 (Nakkebage am Isefjord) und St. 38 (Vordingborg) hatte der Verf. zu verschiedenen Zeiten größere Individuenmengen (150—250 Exemplare) erhalten, deren Mittelwerte ($A \pm w. Fl.$) miteinander verglichen werden konnten ([1] p. 289, 294—298):

Tabelle 6.

St. 38	Vert.	Pd.	St. 22	Vert.
15. III. 15	116,10 $\pm$ 0,49	19,22 $\pm$ 0,17	April 1915	117,69 $\pm$ 0,52
24. III. 15	115,97 $\pm$ 0,41	19,21 $\pm$ 0,14	Mai 1915	117,65 $\pm$ 0,29
			Oktober 1915	117,44 $\pm$ 0,34
			Oktober 1916	117,44 $\pm$ 0,44

St. 31	Vert.	D ₂	Pigm. D ₁	Pd.
1914	113,42 ± 0,49	6,49 ± 0,39	—	19,43 ± 0,15
1915	113,22 ± 0,43	6,32 ± 0,34	13,50 ± 0,34	19,26 ± 0,13
1916	113,40 ± 0,44	6,12 ± 0,31	13,67 ± 0,38	19,26 ± 0,14

Die Durchschnittswerte der einzelnen Fangproben stimmen, zumal in der Wirbelzahl, sehr genau miteinander überein, sprechen also für Konstanz der betreffenden Lokalformen in den untersuchten Merkmalen.

Da sich jede Fangprobe aus Individuen ungleichen Alters zusammensetzt, so erschien nicht ausgeschlossen, daß zwar die Mittelwerte der Fangproben konstant, dagegen die ihrer einzelnen Jahrgänge verschieden sein könnten. Deshalb wurde das sehr umfangreiche Material der St. 34 (Langholm am Roskildefjord) nach der Beschaffenheit der Schuppenringe sortiert und die Mittelwerte zweier der so bestimmten Jahrgänge, der 1915 (über 400) und der 1916 geborenen (ca. 300) Individuen, miteinander verglichen. Es ergab sich ([2] p. 2—7):

Tabelle 7.

St. 34	Vert.	D ₂	Pigm. D ₁	Pd.	Ps.
1915	108,22 ± 0,32	6,71 ± 0,21	12,34 ± 0,33	18,98 ± 0,10	19,01 ± 0,10
1916	108,08 ± 0,39	5,83 ± 0,23	12,45 ± 0,40	19,41 ± 0,11	19,45 ± 0,12

In diesen beiden Jahrgängen verhalten sich zwar die Wirbelsumme und die Zahl der dorsalen Querbinden konstant, nicht dagegen die Stachelzahl der Rücken- und die Strahlzahlen der rechten und der linken Brustflosse.

Die Verschiedenheiten der beiden Jahrgänge können nicht etwa durch die Annahme erklärt werden, es handle sich bei ihnen um zwei ihrem Geburtsort nach verschiedene Lokalformen, die erst durch Wanderung an den gemeinsamen Fangort gelangt seien. St. 34 liegt im innersten Winkel des Roskildefjords, und die dort lebenden Tiere weisen die niedrigste Wirbelzahl des gesamten Fjordgebiets auf, können also nicht wohl von irgendeinem anderen Punkt des letzteren hergewandert sein, an welchem ja stets eine höhere Wirbelzahl bestehen würde.

Somit ergibt die Untersuchung zweier Jahrgänge desselben Fundorts die Möglichkeit ungleicher Durchschnittswerte einiger ihrer individuell unveränderlichen Merkmale. In diesen verhält sich die Lokalform nicht konstant.

Die weitere Zerlegung der Jahrgänge einer Lokalform führt auf ihre Zusammensetzung aus Geschwisterschaften, die verschiedenen Müttern entstammen; man hat also die Abkunft der Individuen verschiedener Jahrgänge einer Lokalform im Hinblick auf ihre Konstanz oder Nichtkonstanz zu berücksichtigen. Die Geschwisterschaften von *Zoarces* sind oft recht zahlreich (bis zu 100 Individuen); sie ergeben daher Mittelwerte, die mit denen der Ge-

samtheit verglichen werden können. Der Verf. untersuchte Geschwisterschaften, die er hochträchtigen Weibchen entnahm, die also unmittelbar vor ihrer Geburt standen und in den hier berücksichtigten Merkmalen bereits vollständig entwickelt waren.

Besonders lehrreich ist der Befund an 11 vollständig untersuchten Geschwisterschaften bekannter Mütter der St. 31 (Nakkehage am Isefjord) auf ihre Wirbelsumme hin ([1] p. 318—319, Fig. 24—27):

Tabelle 8.

♀ V	iuv.			Lokalform (erwachsene Tiere).			
	n	A	s	Fang	n	A	s
108	149	109,48	1,62	1914	166	113,42	1,87
110	179	111,11	1,12	1915	233	113,22	1,96
110	79	111,33	1,20	1916	239	113,40	2,07
112	211	112,36	1,37	1914—16			
113	159	112,36	2,06	638		113,34	1,96
114	184	114,27	1,87				
115	205	115,17	1,40				
117	52	113,92	1,53			Mütter.	
117	94	117,83	1,57		11	113,82	3,35
118	67	115,12	1,03		1459	113,23	2,85 ⁴⁾
118	80	116,34	1,41				
Summe	1459	113,25	2,73				
Mittel		113,25	1,53				

Zunächst fallen an dieser Tabelle die Abhängigkeit der Durchschnittswerte der Geschwisterschaften von den Varianten ihrer Mütter und die geringe Variabilität der Geschwisterschaften im Vergleich zu der der gesamten Lokalform auf. Die erstere Erscheinung ist der Ausdruck der Vererbung, die offenbar eine weit größere Einwirkung auf die Geschwisterschaften ausübt als die unbekannt wirkenden Einflüsse der Außenwelt. Die Mittelwerte der elf Geschwisterschaften dieses einen Fundortes schwanken in nur wenig engeren Grenzen, als die der (erwachsenen) Lokalformen von 66 Fundorten, nämlich zwischen 109,5—117,8 statt zwischen 108,0—119,2. Trotzdem aber vereinigen sich die gesamten Beobachtungen an den elf Geschwisterschaften zu einem Mittel, das mit dem Durchschnittswert ihrer Lokalform fast genau zusammenfällt (113,25 gegenüber 113,34).

Die Variabilität der elf Geschwisterschaften ist in zehn Fällen, zum Teil recht erheblich, kleiner als die der Lokalform und übersteigt die letztere nur in einem Fall ein wenig; das korrekt berechnete⁵⁾ Mittel der elf Hauptabweichungen bleibt daher beträcht-

4) Varianten der Mütter mit der Zahl ihrer Jungen multipliziert.

5)
$$s_m = \sqrt{\frac{\sum (n s^2)}{\sum (n)}}$$

lich hinter der Hauptabweichung der erwachsenen Gesamtbevölkerung zurück (1,53 gegen 1,96). Dagegen ergibt die Gesamtheit der zu den elf Geschwisterschaften gehörigen 1459 Embryonen eine sehr große Hauptabweichung, die etwa das $1\frac{1}{2}$ fache jener der erwachsenen Gesamtbevölkerung beträgt und nur noch von der der elf auserlesenen Mütter übertroffen wird. Die hohe Variabilität der letzteren erklärt sich einfach daraus, daß bei ihnen infolge der Auslese gerade extreme Varianten relativ viel häufiger sind als bei der Lokalform, der sie angehören. — Ähnliche Resultate ergab die Untersuchung je dreier vollständiger Geschwisterschaften der St. 31 auf die Strahlzahlen der After-, der Rücken- und der rechten Brustflosse, sowie der St. 17 auf die Zahl der dorsalen Farbbinden ([1] p. 321—324).

Untersucht man statt der sämtlichen Jungen einzelner auserlesener Weibchen eine kleinere feste Anzahl (etwa 10) Junger sämtlicher trächtigen Weibchen eines einheitlichen Fangmaterials, so erhält man Resultate wie die der auf die Wirbelsumme bezüglichen Tabellen XII A bis C in [1] p. 390—392, aus denen hier im Auszug wiedergegeben sei:

Tabelle 9.

		Dekadische Einzelmittel der iuv.	Gesamtmittel iuv.	Lokal form-
St. 31 (Nakkehage, Isefjord, 1914)	138 ♀	109,3—118,9	113,18	113,42
St. 33 (Frederiksfjord, Roskildefjord, 1915)	124 ♀	106,6—115,9	110,17	109,46
St. 22 (Snoghöj, Kl. Belt, 1915)	162 ♀	113,3—120,3	117,26	117,44

Die einzelnen „dekadischen“ Geschwisterschaften einer Lokalform ergeben wiederum unter sich außerordentlich verschiedene Mittelwerte, die sich aber stets zu einem Gesamtmittel ergänzen, das von dem ihrer Lokalform nur wenig abweicht.

Außer für die Wirbelzahl wurden entsprechende Untersuchungen auch für die Strahlzahl der rechten Brustflosse vorgenommen, mit dem Ergebnis, daß das Mittel der Embryonen bei diesem Merkmal in einem Fall etwas größer, im andern etwas kleiner war als das ihrer Mütter.

Tabelle 10.

St. 33.		St. 40.	
128 ♀	19,070	141 ♀	19,241
1280 iuv.	19,343	400 iuv.	18,870
128 iuv.	19,351	134 iuv.	18,836

Von St. 33 wurden je 10 bzw. je 1, von St. 40 nur je 3 bzw. je 1 Embryo jedes Weibchens bei der Mittelbildung berücksichtigt; von dem letzteren Material fielen einzelne lädierte Exemplare aus.

Die eben dargestellten Abkunftuntersuchungen ergeben also, daß die einzelnen Jahrgänge einer Lokalform aus zahlreichen, unter

sich verschiedenen Geschwisterschaften zusammengesetzt sind. Erst diese kann man als in sich einheitliche, nicht weiter zerlegbare Individuengruppen betrachten, vorausgesetzt, daß die sämtlichen Geschwister einer Geburt auch demselben Vater entstammen. — Die im Anfang dieses Abschnitts gefundene Konstanz der Lokalformen ist daher nur eine scheinbare, mehr oder minder zufällig hervorgerufen durch eine ihr günstige Kombination der Geschwisterschaften desselben Jahrgangs. Schmidt faßt seine Ergebnisse hinsichtlich dieser Frage in die Worte zusammen ([3] p. 117): „Eine ‚Fischrasse‘ ist wesentlich ein statistischer Begriff. Er bedeutet eine Mischung verschiedener Genotypen, und die Mittelwerte, die die Rasse charakterisieren, hängen in erster Linie von dem quantitativen Verhältnis dieser Genotypen zueinander, nur in zweiter von den äußeren Lebensbedingungen ab.“

4. Über den Einfluß äußerer Lebensbedingungen. — Von den äußeren für die Entstehung von Lokalformen mariner Fischarten in Betracht kommenden Bedingungen galten der Mehrzahl der Forscher als besonders wichtig der Salzgehalt und die Temperatur des Aufenthalts-Gewässers. Den Einfluß des Salzgehalts untersuchte der Verf. mittelst Vergleichs der Lokalformen verschiedener Fischarten, den der Temperatur durch besondere Zuchtversuche an *Lebistes reticulatus* Pet., einem von Aquarienliebhabern viel gehaltenen, lebendgebärenden Cyprinodonten.

Was den Einfluß des Salzgehalts anlangt, so ergeben die nachstehenden, aus [1] p. 331—338 und [3] p. 115—117 entnommenen Mittelwert-Tabellen außerordentlich widerspruchsvolle Resultate.

Tabelle 11.

I. Wirbelzahlen nach Heincke ([1] p. 332—333).

Fundort	Salzgehalt	Scholle	Hering
Ostsee	< 20 ‰	42,5	55,2
Weißes Meer	25 ‰	43,5	53,6
Südl. Nordsee	ca. 30 ‰	43,0	55,3
Nordwestl. Nordsee	ca. 34 ‰	43,0	56,3
Inland	> 35 ‰	> 43,0	> 57,0

II. Seenadel (*Syngnathus typhle* L.) nach Duncker ([1] p. 334).

Fundort	Salzgehalt	Vert.	D.	Pd.
Südwestl. Ostsee	18 ‰	52,8	34,9	13,4
Plymouth	33—35,5 ‰	55,5	37,8	14,8
Neapel	37—38 ‰	54,8	34,4	16,0

III. Zoarees, Wirbelzahlen ([1] p. 337, [3] p. 116—117).

Fundort	Salzgeh.	A ± w. Fl.	Fundort	Salzgeh.	A ± w. Fl.
St. 57. Schottland	34 ‰	116,40 ± 0,47	St. 1. Laesö	30 ‰	117,25 ± 0,43
St. 52. Bottn. Bucht	5 ‰	116,10 ± 0,45	St. 8. Limfjord	30 ‰	111,21 ± 0,38

Fundort	Salzgeh.	A + w. Fl
Kjelds Nor, Langeland ⁶⁾	12 ‰ ₀₀	119,44 ± 0,75
St. 34. Roskildefjord (1916)	12 ‰ ₀₀	108,06 ± 0,69

Scholle und Hering des Weißen Meeres fallen beide hinsichtlich der Wirbelsumme aus der sonst regelmäßigen Reihenfolge der übrigen, dem Salzgehalt nach geordneten Fundorte heraus, jedoch in entgegengesetztem Sinne, indem die Scholle des Weißen Meeres eine zu hohe, der Hering desselben eine zu niedrige Wirbelzahl aufweist. Bei der Seenadel entsprechen die Mittelwerte weder der Wirbelsumme, noch der Strahlzahl der Rückenflosse den Verschiedenheiten des Salzgehalts der aufgeführten Fundorte, während die Strahlzahl der Brustflossen mit seinem Steigen eine deutliche Zunahme erfährt. Endlich stimmen die Mittel der Wirbelsummen von *Zoarces* an zwei Fundorten extrem verschiedenen Salzgehalts (Schottland und Bottnische Bucht) völlig überein, weisen dagegen an je zwei anderen, unweit voneinander gelegenen Fundorten unter sich gleichen Salzgehalts fast spezifische Unterschiede auf. — Die Gesamtheit dieser Befunde läßt also überhaupt keinen bestimmt gerichteten Einfluß des Salzgehalts auf die hier berücksichtigten Merkmale erkennen.

Den Einfluß der Temperatur untersuchte der Verf. an *Lebistes reticulatus* in der Weise, daß er Zuchtpaare mit bekannter Strahlzahl der Rückenflosse während verschiedener Trächtigkeitsperioden des Weibchens in verschiedenen Temperaturen hielt, so daß er von einem und demselben Paar verschiedene Temperaturbruten erzielte. Die einzelne Brut brachte 9—57, im Durchschnitt 28 Junge, an denen die Strahlzahl der Rückenflosse und deren Mittelwert bestimmt wurde. Anfänglich konnte die Temperatur der Aquarien nur annähernd konstant gehalten werden; bei einem späteren Versuch (1918; VI) gelang es, dies genau durchzuführen. Die Elterntiere der einzelnen Zuchtpaare sind mit ihrer Strahlzahl bezeichnet; die mittleren Ergebnisse der Zuchten waren ([2] p. 13—14, 4] p. 3):

Tabelle 12.

Temperatur: Zuchtpaar	Niedrig (ca. 19 °)	Mittel (ca. 25 °)	Hoch (ca. 28 °)
I. ♂ 7 × ♀ 7	3. 6, 658 4. 6, 921	2. 7, 000	1. 7, 600 5. 7, 200
II. ♂ 8 × ♀ 8	1. 6, 844	2. 7, 341	
III. ♂ 8 × ♀ 7	2. 6, 838	1. 7, 140	
IV. ♂ 6 × ♀ 6	3. 6, 417	1. 6, 867 2. 6, 868	
V. ♂ 6 × ♀ 6	2. 6, 500 3. 6, 660	1. 7, 000	

6) Etwas südlich von St. 43.

Konstante Temperatur:	18° C.	25° C.
Zuchtpaar		
VI. ♂ 7 × ♀ 5	4. 6. 250	1. 6. 889 2. 6. 867 3. 6. 906 5.—7. 6. 927 (Mittel: 6. 910)

In Tabelle 12 sind die einzelnen Zuchtpaare mit römischen, die von ihnen unter verschiedenen Temperaturbedingungen erzielten Bruten nach ihrer zeitlichen Folge mit arabischen Nummern bezeichnet. Die mittlere Strahlzahl der einzelnen Bruten entsprach also gänzlich unabhängig von der Aufeinanderfolge des Wechsels der Temperaturen stets derjenigen Temperatur, welcher das Weibchen während seiner Trächtigkeit ausgesetzt war: je höher die letztere, desto höher auch die Strahlzahl seiner Nachkommenschaft. Neben dem Einfluß der Temperatur auf diese machte sich allerdings auch stets der der Vererbung bei den Nachkommen verschiedener Zuchtpaare geltend. — Die Dauer der Trächtigkeit währte bei hoher Temperatur nur einen, bei niedriger mehr als 2½ Monat.

Bei *Lebistes* übt demnach die Temperatur während der Embryonalentwicklung der Jungen einen mit Sicherheit nachweisbaren, positiv gerichteten Einfluß auf die Strahlzahl ihrer Rückenflosse aus.

5. Vererbungsversuche. — Endlich wandte sich der Verf. demjenigen inneren Faktor zu, der bereits wiederholt bei der Betrachtung der Geschwisterschaften von *Zoarces* und *Lebistes* hervortrat, der Vererbung. Er stellte neuerdings (1918) sehr sorgfältige Zuchtversuche über den Einfluß der Vererbung auf die Strahlzahl der Flossen von *Lebistes reticulatus* an.

Bei dieser Art hat die Rückenflosse 5—8, in der Regel 7 Strahlen. Seit 1915 waren zwei Stämme derselben auf möglichst hohe und auf möglichst niedrige Strahlzahlen hin gezüchtet worden. Der Verf. richtete nun zwei Aquarien, A und B, ohne Pflanzenwuchs, mit Durchlüftung und mit bis auf 0,1° C. konstanter Wassertemperatur von 25° ein, zerlegte jedes derselben durch ein Gitter aus dünnen Glasröhren in zwei Abteilungen, so daß die Wassermassen in diesen beiden Abteilungen in jeder Hinsicht gleichartig blieben, und besetzte jedes der beiden Aquarien in seiner einen Abteilung mit einem Zuchtpaar mit acht-, in seiner andern mit einem solchen mit sechsstrahliger Rückenflosse. Es wurden also im ganzen vier Zuchtpaare verwendet, von welchen die beiden mit hoher Strahlzahl dem auf diese hin, die mit niedriger dem auf letztere hin gezüchteten Stamm entnommen waren. Pflege und Fütterung der in beiden, Seite an Seite stehenden Aquarien gehaltenen Tiere war gleich. Eine ungleichartige Einwirkung der äußeren Bedingungen war somit bei diesen Versuchen ausgeschlossen; ungleiche Ergeb-

nisse der Zuchtversuche konnten nur auf der Verschiedenheit der Zuchtpaare beruhen. Die Nachkommen derselben verhielten sich wie folgt (s. [4] p. 4—6):

Tabelle 13.

Aquarium:	A		B		Total
Zuchtpaar:	I. ♂6 × ♀6	II. ♂8 × ♀8	III. ♂6 × ♀6	IV. ♂8 × ♀8	(15 Bruten)
Strahlz. d. Nachk.	(4 Bruten)	(4 Bruten)	(4 Bruten)	(3 Bruten)	
6	25	—	23	—	48
7	62	10	51	3	126
8	—	54	—	40	94
Summe d. Nachk.	87	64	74	43	268
A	6,713	7,844	6,689	7,930	7,172
s	0,453	0,363	0,463	0,255	0,707

Verschiedene unter sich gleichartige Weibchen (I und III, II und IV) bringen also unter gleichen äußeren Bedingungen in bezug auf Mittel und Variabilität ähnliche Nachkommenschaft hervor, während nach Tab. 12 identische Weibchen unter ungleichen äußeren Bedingungen verschiedenartige Nachkommenschaft zur Welt brachten. Bei den Nachkommen findet von beiden elterlichen Extremen her eine Regression nach dem Mittel der Gesamtheit (etwa 7) hin statt.

Den Schluß der ersten Arbeit Schmidt's ([1] p. 340—345) bilden Erwägungen im Sinne W. Johannsen's über die genotypische und phänotypische Natur der Ursachen der Differenzierung von Lokalformen. Da der Verf. weitere experimentelle Untersuchungen betr. dieser Frage in Aussicht stellt, hält der Ref. es für angezeigt, erst deren Resultate abzuwarten, ehe er auf jene Erwägungen eingeht.

6. Zusammenfassung. — *Zoarces viviparus* L. ist eine in zahlreiche Lokalformen zerfallende, weil sehr sesshaft lebende Art. Die Verschiedenheiten dieser Lokalformen entsprechen nicht der geographischen Lage ihrer Fundorte; nahe beieinander lebende können in den untersuchten Merkmalen verschiedener sein, als weit voneinander entfernte. Übereinstimmend aber verhalten sich die einzelnen Lokalformen der verschiedenen dänischen Fjorde darin, daß sie gleichgerichtete Abänderungen mit dem Eindringen der Art von der offenen Seeküste her in die inneren geschützten und mehr brackischen Fjordwinkel erkennen lassen.

Untersucht man von einer und derselben Lokalform größere Fangproben, so stimmen diese untereinander im wesentlichen überein. Zerlegt man nun diese Fangproben nach dem individuellen Lebensalter der Tiere in Jahresklassen, so findet man nur noch in einigen Merkmalen Übereinstimmung, in anderen dagegen eine merkliche Verschiedenheit derselben. Teilt man endlich diese Jahr-

gänge in Geschwisterschaften auf, so zeigen sich überraschend große Unterschiede der letzteren in sämtlichen Merkmalen, welche die zwischen verschiedenen Lokalformen bestehenden oft weit übertreffen und in erster Linie durch die individuelle Abkunft der Geschwisterschaften, also durch Vererbung, bedingt erscheinen. Die durchschnittliche Variabilität der Geschwisterschaften einer Lokalform aber ist kleiner als die der letzteren selbst.

Eine Lokalform ist demnach nur scheinbar konstant. Sie stellt eine Mischung sehr verschiedenartiger Geschwisterschaften verschiedener Jahrgänge dar, und die Mittelwerte ihrer Merkmale hängen in erster Linie von dem quantitativen Verhältnis der Geschwisterschaften, nur in zweiter von den äußeren Lebensbedingungen ab.

Von äußeren Lebensbedingungen wurden der Einfluß des Salzgehalts und der der Temperatur untersucht. Ein Vergleich von Lokalformen verschiedener Fischarten, die in Meeresgebieten ungleichen Salzgehalts leben, ließ keinen bestimmt gerichteten Einfluß desselben auf die untersuchten Merkmale erkennen. Dagegen ergaben sehr präzise Versuche an einem lebendgebärenden Cyprinodonten (*Lebistes*) eine deutlich nachweisbare, positiv gerichtete Wirkung der Temperaturhöhe, welcher die Jungen der verschiedenen Bruten eines und desselben Weibchens während ihrer Embryonalentwicklung ausgesetzt waren, auf die Strahlzahl der Rückenflosse.

Zuchtpaare von *Lebistes* mit entweder hoher oder niedriger Strahlzahl der Rückenflosse, welche unter genau gleichen äußeren Bedingungen gehalten wurden, ergaben in je einem Doppelversuch Nachkommen, die ausgeprägte regressive Erblichkeit dieses Merkmals erkennen ließen. Die Vererbung ist demnach ein weiterer wichtiger Faktor der Differenzierung von Lokalformen.

Literatur.

- [1] Johs. Schmidt, Racial Investigations. — I. *Zoarcetes viviparus* L. and local races of the same. Compt. Rend. Trav. Labor. Carlsberg Vol. XIII, 3. Livr. p. 277–397, pl. I–III. 1917.
- [2] Johs. Schmidt, Racial Investigations. — II. Constancy investigations continued. Ibid. Vol. XIV, Nr. 1, p. 1–19. 1917.
- [3] Johs. Schmidt, Racial Studies in Fishes. — I. Statistical investigations with *Zoarcetes viviparus* L. Journ. of Genetics, Vol. II, Nr. 2, p. 105–118, pl. VII. 1918.
- [4] Johs. Schmidt, Race-Undersøgelser. — III. Experimentelle Konstans- og Arvelighedsundersøgelser med *Lebistes reticulatus* (Peters) Regan. Meddelels. Carlsberg Lab. Bd. XIV, Nr. 5. 1919.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1919

Band/Volume: [39](#)

Autor(en)/Author(s): Duncker Georg

Artikel/Article: [Joh. Schmidt's Rassenuntersuchungen an Fischen. 371-384](#)