

LATVIJAS UNIVERSITĀTES SALĪDZINOŠĀS ANATOMIJAS UN
EKSPERIMENTĀLĀS ZOOLOĢIJAS INSTITŪTA DARBI
ARBEITEN AUS DEM
VERGLEICHEND-ANATOMISCHEN U. EXPERIMENTAL-
ZOOLOGISCHEN INSTITUT D. LETTLÄNDISCHEN UNIVERSITÄT

№ 42

ARBEITEN AUS DER ZOOPHYSIOLOGISCHEN
ABTEILUNG DES INSTITUTS
Nr. 2.

Leo Āboliņš

*Die Alkalireserven des männlichen und
weiblichen Blutes des Fisches *Creni-
labrus pavo* C. V.*

R I G A

1933.

(Aus der Zoologischen Station zu Neapel und aus der Zoophysiologischen Abteilung des Vergleichend-anatomischen und experimentell-zoologischen Instituts der Lettländischen Universität in Riga)

Die Alkalireserven des männlichen und weiblichen Blutes des Fisches *Crenilabrus pavo* C. V.

von
Leo Āboliņš¹⁾

In einer früheren Abhandlung über die Hautpigmente der Fischgattung *Crenilabrus* (1) kam ich zum Schluss, dass das männliche Geschlecht, im Vergleich mit dem weiblichen, grössere Pigmentmengen und höhere Oxydationsstufen derselben zeigt. Auch ist die Amplitude der Jahresschwankung der Pigmentmenge bei Männchen eine grössere. Der Gedanke lag nahe, dass diese Beziehungen den verschiedenen Stand des Gesamtmetabolismus des Körpers überhaupt in beiden Geschlechtern widerspiegeln. Diese Vermutung zu prüfen, wurde vorliegende Arbeit ausgeführt.

Schon *Geddes* und *Thomson* (11) schlugen auf Grund rein morphologischer Betrachtungen eine Theorie der Sexualität vor, die die Männchen durch das vermutliche Vorwiegen der katabolischen, die Weibchen durch Vorwiegen der anabolischen Prozesse charakterisierte. Später haben klinische Untersuchungen des Grundmetabolismus des Mannes und des Weibes (*Benedict* und *Emmes*, u. a.) wiederholt gezeigt, dass derselbe beim Manne um ca. 7% grösser als beim Weibe ist. Auch suchte *Riddle* in einer Reihe von Untersuchungen an Vögeln nachzuweisen, dass das männliche Geschlecht auf einer höheren energetischen Stufe als das weibliche steht, und gründete darauf eine rein quantitative Theorie der Sexualität (30, 31), indem er annahm, dass die Rate des Metabolismus allein geschlechtsdeterminierend wirke. Diese Theorie ist von verschiedenen Seiten, insbesondere von *Goldschmidt* (14) eingehend kritisiert worden,

¹⁾ Fellow of the Rockefeller Foundation (International Education Board).

und zwar, weil sie die feststehenden qualitativen resp. genetischen geschlechtsdeterminierenden Momente unbeachtet lässt und zu wenig konkreter Vorstellung über den Mechanismus der Determinierung selbst in sich enthält. Im Lichte der Goldschmidtschen physiologischen Theorie der Vererbung (13) ist die geschlechtsspezifische Rate des Metabolismus keine Ursache der Geschlechtsdetermination, sondern gen-enzym-hormonbedingtes Resultat derselben. Erst der durch die Wirkung der Hormone hervorgerufene spezifische Stoffwechselfzustand dürfte zur letzten Ursache der morphologischen Differenzierung des Geschlechts werden (*Goldschmidt*, 12). Eine besondere Stellung zu diesem Problem nimmt *Witschi* (39) auf Grund seiner Studien an Fröschen ein. Laut seiner Theorie bringen die geschlechtsdeterminierenden Faktoren spezifische trophische Systeme zur Entwicklung, indem die männlichen vorwiegend katabolische, die weiblichen anabolische Prozesse fördern und auf diese Weise die Geschlechtsdifferenzierung auslösen. In gewissen Fällen können die genetischen geschlechtsdeterminierenden Faktoren von bestimmten Milieufaktoren ausgeschaltet und untergeordnet werden, wodurch an Stelle genetischer phänotypische Geschlechtsbestimmung zustande kommt. Ähnliche theoretische Einstellung äussert *Lillie* (25), kommentierend die Ergebnisse der Kastrationsversuche *Domm's* an Hennen. Das Soma auch einer genetischen Henne ist aequipotentiell. Nur die die Geschlechtsdifferenzierung bewirkenden männlichen und weiblichen Hormone sind spezifisch und können durch experimentelles Eingreifen zur Entfaltung ihrer Wirkung veranlasst werden. Die ausgedehnten Untersuchungen *Baltzer's* an seinem im 1914 entdeckten *Bonellia-Fall* (2, 3) zeigen, dass auch bei diesem Tiere neben genetischer phänotypische Geschlechtsbestimmung möglich ist. Dasselbe beobachtete *Herbst* (18, 19) indem er diesen Fall von physiko-chemischem Standpunkte aus analysierte. *Herbst* nimmt an, dass die Vermännlichung indifferenter Larven entweder durch spezifischen Ablauf der Oxydationen in den Rüssellarven oder durch Vorhanden- (Nichtvorhanden)-sein gewisser Stoffe im Seewasser bewirkt wird.

Es dürfte wohl dem jetzigen Stand des Metabolismusproblems entsprechen, wenn wir sagen würden, dass (abgesehen von den ersten Ursachen der Determination, welche jene ja auch nicht nur genetischer Natur sein können und sich phyletisch zu entwickeln vermögen, *Witschi*, 40), von einem bestimmten (arteigenen) Determinationsmoment an das art- und geschlechtseigene Metabolismussystem nicht nur zu einem Charakteristikum des Geschlechts (bezw. Art) wird, sondern einen unmittelbar die Konstitution des Organismus bildenden und die



nachfolgende formative Entwicklung ausgestaltenden Faktor darstellt. Es erleuchtet daraus die Bedeutung konkreter Untersuchungen jener Prozessenreihen, welche von festgestellten elementaren metabolischen Gegebenheiten zu sichtbaren morphologischen Differenzierungen führen. Fürs erste aber muss von Fall zu Fall das Vorhandensein metabolischer Differenzen überhaupt, sowie deren Grösse, festzustellen versucht werden.

Dass der verschiedene Stand des Gesamtmetabolismus in beiden Geschlechtern auch für die Ausbildung der sekundären Geschlechtsmerkmale verantwortlich zu machen ist, wurde zuerst von *Geddes* und *Thomson* und danach von vielen a. Aut. angenommen. *Lebedinsky* aber misst der individuellen Variation des Metabolismus der männlichen Arthälfte eine sexualselektionistische Bedeutung bei. In seiner vor kurzem erschienenen Monographie (24), die das bekannte „Manometerprinzip“ des Autors (22, 23) zu einer modernen Lehre ausbaut, wird die Abhängigkeit der phänotypischen Erscheinung der sekundären Geschlechtsmerkmale vom Gesamtzustand des Körpers besonders eingehend geprüft. Auch in *Rauther's* (29) grossen Monographie über die Syngnathiden des Golfes von Neapel wird auf Grund morphologischer und oekologischer Untersuchungen der Schluss gezogen, dass die Schmuckfarben Indizien individueller Wertigkeit der Tiere sind.

Was nun gerade die Fische anbetrifft, so weist das moderne Schrifttum, streng genommen, keine vom Standpunkte der Geschlechtlichkeit aus angelegten biochemischen Untersuchungen des Metabolismus auf. Allerdings hatte *Essenberg* (9) am *Xiphophorus helleri* indirekt gezeigt, dass auch bei Fischen sexuelle Unterschiede des Metabolismus bestehen dürften, weil die Männchen gegen die vergiftende Wirkung der Blausäure viel empfindlicher als die Weibchen sind, was *Child's* (6) Konzeption entsprechend eine Folge des regeren Stoffwechsels der Männchen sein könnte.

Nimmt man an, dass die durch Messung der Pigmente konstatierte verschiedene Höhe der oxydativen Prozesse in der Haut der Crenilabriden beider Geschlechter das Resultat sexueller Unterschiede des Gesamtmetabolismus des Fischkörpers ist, so dürften diese Unterschiede sich auch im Säure-Basengleichgewicht des Körpers zeigen. Da Alkalireserven des Blutes als Indikator für den ganzen Körper gelten (v. *Slyke*, 34), habe ich, während meines Neapeler Aufenthalts, bei einer Reihe erwachsener weiblicher und männlicher Individuen von *Crenilabrus pavo* C. V. Bestimmungen des *pH* und der Alkalireserven des Blutes vorgenommen.

Methodisches.

Ich benutzte die von *Henderson* und *Hasselbalch* (16) ausgearbeitete gasanalytische Methode der Berechnung des pH mit Hilfe der ersten Dissoziationsgleichung der Kohlensäure. Die Formel für pH nach dieser Methode ist bekanntlich:

$$pH = pK' + \log. \frac{[\text{Bicarb.}]}{[\text{CO}_2]}$$

wobei $pK' = pK + \log. \delta$, und pK negativer Logarithmus der Dissoziationskonstante, δ Dissoziationsgrad des Bicarbonats ist. *Hasselbalch* nahm an, dass pK' nur von der Konzentration des Bicarbonats abhängt, diese aber durch die jeweilige Temperatur und die CO_2 -Spannung im Blute konstant gemacht wird. Jetzt wissen wir zwar, dass pK' von der Gesamtmenge der in der Lösung befindlichen Ionen abhängt. *Hasselbalch* berechnete für pK' bei 30° und 40 mm. CO_2 -Spannung den Wert 6,375. 40 mm. Quecksilber ist der durchschnittliche Druck der Gase in arteriellem Blute der Säuger. Das auf diesen Druck berechnete pH stellt die „reduzierte“ Wasserstoffzahl des Blutes nach *Hasselbalch* (15) dar. Von späteren Autoren wurde ein anderer Wert des pK' angenommen; so von *Hastings* (nach *O. Warburg*) auf 6,14 bestimmt. Neuerdings geben *Hastings*, *Sendroy* und *van Slyke* (17) für pK s bei 38° den Wert 6,10, bei 20° den Wert 6,18 an. In meinen Berechnungen ist für pK' (bei 25°–26°) der Wert 6,22 angenommen.

Das Blut ist ein heterogenes System. Nach *van Slyke* (34) ist der Bicarbonatgehalt der Blutzellen nur ca. halb so gross, wie der des Plasmas. Ausserdem hat auch Haemoglobin, als eine relativ starke Säure, eine Pufferwirkung, die sich in der Einstellung eines *Donnan*'schen Gleichgewichts zwischen den Bicarbonationen der Blutkörperchen und der Chlorionen des Plasmas äussert (*E. Warburg*, 35). Bestimmt man nun, wie es üblich ist, die Alkalireserven des Plasmas oder des Serums, und will man die gewonnenen Zahlen auf das Gesamtblut beziehen, so muss man diese Zahlen korrigieren. Schon *Hasselbalch* (16) fand bei einer CO_2 -Spannung von 40 mm. den pH des Serums 7,37, den des Blutes 7,27 und den des Blutkörperchenbreies 7,04. Je alkalischer die Reaktion und je grösser der O_2 Gehalt des Blutes ist, um so grösser ist die Differenz des pH der Blutkörperchen und des Plasmas. Nach einem Diagramm von *van Slyke* (S. 27) weist das vollkommen reduzierte Blut bei $pH = 7,0$ eine Differenz des pH von $-0,04$, bei 7,2 von $-0,07$, bei

7,4 von $-0,1$ auf. Für meine Messungen, die auch am Plasma vorgenommen sind, käme eine durchschnittliche Differenz von ca $0,06-0,1$ in Frage. Genaue Korrektionskurven gibt es zur Zeit nur für Menschen- und Pferdeblut.

Das Blut wurde durch Punktion des freigelegten Herzens gewonnen und in die mit Kaliumoxalat ausgespülten Röhrchen unter Paraffinöl eingesogen. Der Fisch befand sich während der Blutentnahme auf einem speziell konstruierten Tische. Durch einen in das Maul geführten Schlauch wurde die zur leichten Narkose notwendige Chloretondosis zugeführt; während der Blutentnahme jedoch strömte frisches Wasser hinzu und durchspülte die Kiemen. Das gewonnene Oxalatblut wurde zentrifugiert und für die Analyse des Plasmas verwendet. In der Regel wurde das Plasma noch zwei — bis dreifach mit physiologischer Kochsalzlösung verdünnt. Die Gasanalysen wurden mit Hilfe der durch *O. Warburg* für Stoffwechseluntersuchungen eingeführten *Haldane-Barcroft'schen* „Blutgasmanometer“ mit konstantem Gasvolumen gemacht (die Beschreibung der Apparatur und dessen Gebrauch findet man bei *O. Warburg* (37). Es wurden die Messgefäße Typus 7 (von Hanff und Buest, Berlin) gebraucht. Zum Verdrängen der Bicarbonationen — Kohlensäure wurde 4% Zitronensäure verwendet.

Nachdem das Plasma in die Messgefäße eingeführt war, wurden dieselben, sowie die Manometerkapillaren mit einem Gasgemisch von 0,052% CO_2 — Gehalt gefüllt. Dieser CO_2 — Gehalt (38,3 mm. Quecksilberdruck) entsprach annähernd der CO_2 — Tension bei welcher die „reduzierte“ Wasserstoffzahl berechnet wird. Da die Messungen bei Termostatentemperatur von $25-26^\circ\text{C}$ verliefen, wurde der Bunsen'sche Absorptionskoeffizient der Kohlensäure α gleich 0,759 angenommen und für das Plasma mit 0,972 multipliziert (Tab. Biol. III, p. 481), was 0,738 ergab.

Der Kohlensäuredruck P wurde gleich 38,32 errechnet, indem für den maximalen Druck des Wasserdampfes bei 25°C der Wert 23 angenommen wurde (Abd. Hdb. IV, T. 10 H. 1. p. 51).

Resultate.

Im Folgenden sei ein Beispiel für die Berechnung der Alkalireserven und des pH und die Resultate der Messungen bei einzelnen Tieren angegeben.

Nr. A. 15. VIII. 28. *Crenilabrus pavo* C. V.

Männliches Individuum, 14,7 cm. gross, abgelaicht. Die Gonaden im Anfange der Regeneration. Typisch, aber sehr blass gefärbt. Wenig rote und gelbe Pigmente in der Haut. Grundton der Körperfarbe grünlich. Fleisch intensiv blau.

Gefäss 52, Thermobarometer 51, Nullpunkt 18, T. 26°,2 C, V_G . 4691 cmm., Hauptraum 100 cmm. Plasma, verdünnt auf 300 cmm., Nebenraum 100 cmm. 4% Zitronensäure, V_F 400.

Abgelesen:

Gefäss 52	Thermobarometer 51
19 ^h 15' — 152,5	— 49,5
19 ^h 30' — 153,0	— 51,0
19 ^h 40' — 61,5	— 48,0
20 ^h 05 — 60,5	— 46,5

Ausschlag $h = 88$.

$$KCO_2 = \left[\frac{V_G \frac{273}{T} + V_F \cdot \alpha}{P_0} \right] = 0,457.$$

$$XCO_2 \text{ (für 100 cmm. Plasma)} = hCO_2 \cdot KCO_2 = 88 \cdot 0,457 = 40,23$$

Σ (für 1 ccm. Plasma) = 402 cmm. oder: $402 : 22400 = 0,01719$ Millimol durch die Zitronensäure ausgedrängter gebundener Kohlensäure.

Alkalireserven des Blutes: 17,2 Millimol pro Liter.

$$pH = pK' + \log \frac{[Bic.]}{[CO_2]}; \quad [CO_2] = \frac{p \cdot \alpha \cdot 1000}{760 \cdot 22400}$$

$p = 38,32$; $[CO_2] = 0,00166$ Millimol freier Kohlensäure pro ccm.

$$pH = 6,22 + \log \frac{0,01719}{0,00166} = 7,25.$$

Nr. B. 15 VIII. 28. *Cr. p.*

16,5 cm. grosses Individuum, dessen Geschlecht dem äusseren Aussehen nach nicht genau zu bestimmen war. Histologische Untersuchung zeigt ein abgelaichtes Weibchen. Ziemlich grosse regenerierende Gonaden. Grundton der Körperfarbe grünlich-braun.

Gefäss Nr. 51, Thermob. 52, Nullpunkt 18, T. 26°,4, V_G 4668, Hauptraum 100 cmm. Plasma, Nebenraum 100 cmm. 4% Zitronensäure, V_F 200,

$h = 147,5$	$KCO_2 = 0,447$
$x = 66,9$	$\Sigma = 699 \text{ cmm.} = 0,0298 \text{ Millim.}$
Alkalireserven 29,8	$pH = 7,47$
Millimol pro Liter	

Nr. D. 30. VIII. 28. Cr. p.

13,5 cm. grosses Individuum, dessen Geschlecht dem äusseren Aussehen nach nicht genau zu bestimmen war. Wahrscheinlich, ähnlich wie B. ein Weibchen mit regenerierenden Gonaden; hat jedoch mehr rote (und blaue) Pigmente in den Flossen. Grundton der Körperfarbe grünlich-braun.

Gefäss Nr. 52, Thermob. 51, Nullpunkt 15, T. 26°, V_G 4664, Hauptraum 100 cmm. Plasma verdünnt auf 280 cmm., Nebenraum 100 cmm. 4% Zitronensäure, V_F 380.

$h = 94$	$KCO_2 = 0,453$
$x = 42,63$	$\Sigma = 426 \text{ cmm.} = 0,019 \text{ Millim.}$
Alkalireserven 19	$pH = 7,28$
Millimol pro Liter	

Nr. E. 30. VIII. 28. Cr. p.

Männliches Individuum, 18,7 cm. gross. Die Gonaden im Anfange der Regeneration. Typisch, aber ziemlich blass gefärbt. Grundton der Körperfarbe bläulich-grün.

Gefäss Nr. 51, Thermob. 52, Nullpunkt 15, T. 26°, V_G 4604, Hauptraum 100 cmm. Plasma verdünnt auf 300 cmm., Nebenraum 100 cmm. Zitronensäure, V_F 400.

$h = 79$	$KCO_2 = 0,449$
$x = 35,4$	$\Sigma = 354 \text{ cmm.} = 0,0158 \text{ Millim.}$
Alkalireserven 15,8	$pH = 7,20$
Millimol pro Liter	

Nr. F. 31. VIII. 28. Cr. p.

Männliches Individuum, 15 cm. gross. Gonaden im Anfange der Regeneration. Grundfärbung grünlich, steht der Färbung nach im

ganzen zwischen Nr. D. und Nr. E. Fleisch, besonders in der Umgebung der Knochen, intensiv blau.

Gefäss Nr. 52, Thermob. 51, Nullpunkt 22, T. 25°, V_G 4754, Hauptraum 100 cmm. (rötliches) Plasma verdünnt auf 160 cmm., Nebenraum 100 cmm. 4% Zitronensäure, V_F 260.

$h = 78$	$KCO_2 = 0,454$
$x = 35,46$	$\Sigma = 354 \text{ cmm.} = 0,0158 \text{ Millim.}$
Alkalireserven 15,8	$pH = 7,20$
Millimol pro Liter	

Nr. G. 1. IX. 28. Cr. p.

Männliches Individuum, 15 cm. gross. Gonaden beginnen kaum zu regenerieren; abgemagert. Typisch, aber sehr blass gefärbt, sogar die Flossen grün, mit spärlichen roten und blauen Flecken. Fleisch und Knochen intensiv blau.

Gefäss Nr. 52, Thermob. 51, Nullpunkt 16, T. 25°, V_G 4673, Hauptraum 100 cmm. Plasma, verdünnt auf 300 cmm., Nebenraum 100 cmm. 4% Zitronensäure, V_F 400.

$h = 74$	$KCO_2 = 0,457$
$x = 33,8$	$\Sigma = 338 \text{ cmm.} = 0,015 \text{ Millim.}$
Alkalireserven 15	$pH = 7,18$
Millimol pro Liter	

Nr. H. 1. IX. 28. Cr. p.

Hellgrünes Individuum. Das Geschlecht ist äusserlich nicht zu bestimmen. 12 cm. gross, mager, ohne rotes und gelbes Pigment in der Haut und in den Flossen. Fleisch um die Knochen blau. Histologische Untersuchung zeigt ein Weibchen. Die Regeneration der Gonaden für die Jahreszeit verhältnismässig fortgeschritten.

Gefäss Nr. 52, Thermob. 51, Nullpunkt 16, T. 25°, V_G 4673, Hauptraum 100 cmm. Plasma, verdünnt auf 300 cmm., Nebenraum 100 cmm. 4% Zitronensäure, V_F 400.

$h = 105$	$KCO_2 = 0,457$
$x = 48,6$	$\Sigma = 486 \text{ cmm.} = 0,0214 \text{ Millim.}$
Alkalireserven 21,4	$pH = 7,33$
Millimol pro Liter	

Nr. I. 1. IX. 28. Cr. p.

Männliches Individuum, 20,5 cm. gross; typisch, relativ grell, gefärbt, mit viel rotem und gelbem Pigment in der Haut und in den Flossen. Regeneration der Gonaden für die Jahreszeit verhältnismässig fortgeschritten.

Gefäss Nr. 52, Thermob. 51, Nullpunkt 16, T. 25°, 2, V_G 4673, Hauptraum 100 cmm. rötliches Plasma, verdünnt auf 300 cmm., Nebenraum 100 cmm. 4% Zitronensäure, V_F 400.

$h = 75$	$KCO_2 = 0,457$
$x = 34,3$	$\Sigma = 343 \text{ cmm.} = 0,0153 \text{ Millim.}$
Alkalireserven 15,3	$pH = 7,18$
Millimol pro Liter	

Nr. N. 12. IX. 28. Cr. p.

Gelblich-braunes weibliches Individuum, 13,5 cm. gross. Flossen grünlich, mit roten Flecken. Regeneration der Gonaden im Anfange. Am Mesenterium viel Fett aufgespeichert.

Gefäss 52, Thermob. 51, Nullpunkt 18, T. 25°, V_G 4691, Hauptraum 100 cmm. Plasma auf 150 cmm. verdünnt, Nebenraum 100 cmm. 4% Zitronensäure, V_F 250.

$h = 83$	$KCO_2 = 0,448$
$x = 36,9$	$\Sigma = 369 \text{ cmm.} = 0,0164 \text{ Millim.}$
Alkalireserven 16,4	$pH = 7,21$
Millimol pro Liter	

Nr. O. 12. IX. 28. Cr. p.

Weibliches Individuum, 18 cm. gross. Grundfärbung gelblich-grün, weniger braun. Flossen grünlich, mit roten Flecken, blau umsäumt. Regeneration der Gonaden im Anfange. Am Mesenterium viel Fett aufgespeichert, Fleisch blau.

Gefäss 52, Thermob. 51, Nullpunkt 16, T. 25°, V_G 4673, Hauptraum 100 cmm. (helles, grünliches) Plasma auf 200 cmm. verdünnt, Nebenraum 100 cmm. 4% Zitronensäure, V_F 300.

$h = 112$	$KCO_2 = 0,450$
$x = 50,4$	$\Sigma = 504 \text{ cmm.} = 0,0225 \text{ Millim.}$
Alkalireserven 22,5	$pH = 7,35$
Millimol pro Liter	

Nr. R. 13. IX. 28. Cr. p.

Weibliches Individuum, 15 cm. gross. Grundfärbung rötlich-braun, Flossen dunkel-gelb, mit roten und grünen Flecken, wenig blaues Pigment. Regeneration der Gonaden für die Jahreszeit ziemlich fortgeschritten. Fettdepots am Mesenterium. Fleisch relativ blau.

Gefäss 52, Thermobar. 51, Nullpunkt 19, T. 25°, V_G 4700, Haupt-
raum 100 cmm. (helles, grünliches) Plasma auf 300 cmm. verdünnt,
Nebenraum 100 cmm. 4% Zitronensäure, V_F 380.

$h = 98$	$K_{CO_2} = 0,458$
$x = 44,9$	$\Sigma = 449$ cmm. = 0,020 Millim.
Alkalireserven 20	$pH = 7,30$
Millimol pro Liter	

Nr. S. 13. IX. 28. Cr. p.

Männliches Individuum, 19,2 cm. gross. Typisch, aber relativ blass gefärbt, jedoch gelbes, rotes und blaues Pigment überall vorhanden. Regeneration der Gonaden im Anfange. Keine grossen Fettdepots.

Gefäss 52, Thermob. 51, Nullpunkt 16, T. 25°, V_g 4673, Haupt-
raum 100 cmm. helles, grünliches Plasma auf 300 cmm. verdünnt,
Nebenraum 100 cmm. 4% Zitronensäure, V_F 400.

$h = 83$	$K_{CO_2} = 0,457$
$x = 37,9$	$\Sigma = 379$ cmm. = 0,169 Millim.
Alkalireserven 16,9	$pH = 7,22$
Millimol pro Liter	

Besprechung der Resultate.

Schon bald nachdem *Hasselbalch* seine Methode gegründet hatte, stellte sich heraus, dass das pK' eigentlich eine empirische Konstante ist, die für das Blut einer jeden Tierart geeicht werden muss. Das Verhältnis zwischen dem Volumen der Formelemente und dem Plasma des Blutes ist besonders mitbestimmend (*E. Warburg*, 35). Ist die Konstante geeicht, so zeigt die gasanalytische Methode am empfindlichsten die kleinsten Veränderungen des relativen pH . Im allgemeinen aber dürften die Werte um etwa 0,1 pH alkalischer sein, als die durch Kettenmessung gewonnenen (*Hoerber*, 20).

In der Literatur finden wir keine Angaben über den Wert des pK' geeicht für das Fischblut im speziellen. Auch der meinen Berechnungen zugrunde gelegte Wert 6,22 ist von mir nicht geeicht worden. Dazu existieren, wie wir es schon gesehen haben, für das Fisch-

blut noch keine Kurven aus denen man eine genaue Korrektion für das Gesamtblut entnehmen könnte. Aus allen diesen Gründen will ich den von mir errechneten Zahlen durchaus nicht den Charakter absoluter Werte zumessen. Kettenmessungen wären vor allem notwendig.

Es gibt nur einige wenige Arbeiten über die Reaktion des Fischblutes, die man zum Vergleich heranziehen könnte. Im allgemeinen stimmen die von mir errechneten *pH* Zahlen mit denjenigen von *Wastl* (38) für das Karpfenblut (auch nach dem Prinzipie der gasanalytischen Methode, aber mit Hilfe des *van Slyke* Apparats, bei $pK' = 6,22$ errechnet) gefundenen überein: bei 18° C und 30 mm. CO₂—Spannung für oxydiertes Blut 7,15, für reduziertes 7,22; bei 40 mm. CO₂—Spannung entsprechend 7,06 und 7,12. Die von *Püschel* (28) auf elektrometrischem Wege für Schleienblut gewonnenen Zahlen sind alkalischer, nämlich für normal atmende Tiere bei 20° C 7,38—7,48, für asphyktische 7,58 bis 7,60 (die CO₂—Spannung wurde nicht gemessen).

Wir haben nun zu untersuchen, ob aus unseren Messungen irgend welche Hinweise auf eventuelle Geschlechtsunterschiede in der Reaktion des Blutes der Fische herauszufinden sind. Setzt man die gewonnenen Zahlen dem Geschlechte der Fische entsprechend nebeneinander, so erhält man eine auf der nächsten Seite angeführte, recht interessante Tabelle.

Die Anzahl der von uns untersuchten Individuen ist sicher zu klein, um aus den gewonnenen Daten endgültige Schlüsse ziehen zu können. Trotzdem scheint es uns nicht ein Zufall zu sein, dass fast alle untersuchten männlichen Tiere, bedeutend kleinere Werte der Alkalireserven ihres Blutes und des *pH* aufweisen. Unsere Untersuchungen wurden zu der Jahreszeit ausgeführt, wann die sexuellen Unterschiede, auch äusserlich betrachtet, am kleinsten sind. Es ist zu hoffen, dass direkt während der Laichzeit vorgenommene Messungen noch deutlichere Unterschiede aufweisen werden. Schon aus unserer Tabelle ist zu entnehmen, dass die relativ kleinsten und die relativ grössten Zahlen für Männchen und Weibchen mit ziemlich fortgeschrittener Gonadenregeneration geliefert werden. Andererseits, scheint der Unterschied in der Reaktion des männlichen und weiblichen Blutes gleich nach dem Ablachen sich auszugleichen, welche Schwankung der zyklischen Veränderung des Pigmentbestandes der Fische genau entsprechen würde (*Abolipš*, 1).

Tabelle 1. Geschlecht und Reaktion des Blutes.

Nr. Nr. der Tiere	Grundfärbung des Körpers	Zustand der Geschlechtlichkeit u. der Gonaden	Alkalireserven in Millimolen pro Liter	pH
A.	grünlich	männlich, blass; Gonaden im Anfange der Regeneration	17,2	7,25
E.	bläulichgrün	männlich, typisch; im Anfange der Regeneration	15,8	7,20
F.	grünlich	männlich, blass; im Anfange der Regeneration	15,8	7,20
G.	grün	männlich, blass; kaum angefangen zu regenerieren	15,0	7,18
I.	bläulichgrün	männlich, typisch, grell; mit verhältnismässig fortgeschrittener Regeneration der Gonaden	15,3	7,18
S.	grünlich	männlich, blass; im Anfange der Regeneration	16,9	7,22
H.	hellgrün	weiblich; mit verhältnismässig fortgeschrittener Regeneration der Gonaden	21,4	7,33
D.	grünlichbraun	? weiblich; im Anfange der Regeneration	19,0	7,28
B.	grünlichbraun	weiblich; mit verhältnismässig fortgeschrittener Regeneration der Gonaden	29,8	7,47
N.	gelblichbraun	weiblich; im Anfange der Regeneration	16,4	7,21
O.	gelblichgrün	weiblich; im Anfange der Regeneration	22,5	7,35
R.	rötlichbraun	weiblich; mit verhältnismässig fortgeschrittener Regeneration der Gonaden	20,0	7,30

Bekanntlich behält das Säugetierblut infolge seiner starken Pufferung, unter allen funktionellen Umständen einen fast unveränderlich-konstanten *pH*-Wert. Sogar die Wasserstoffzahlen des arteriellen und des venösen Blutes unterscheiden sich bloss um 0,02. Nur nimmt mit der Temperatur der leicht basische Charakter des Blutes zu (*Evans*, 10), ebenso mit der Verminderung des partiellen Druckes des Sauerstoffs im Höhenklima (*Barcroft*, 4). Die alkalische Reaktion des Blutes bei der Schwangerschaft, wo der *pH* um 0,05 bis 0,1 ansteigt, wird von *Michaelis* (27) als eine durch übernormale Lungenventilation überkompensierte Acidose (Verminderung des Bicarbonats) betrachtet. Oder aber, wie es *Marshall* (26) meint, ist die übernormale Lungenventilation, als Anpassung des mütterlichen Organismus an die Gegenwart der Frucht, das Primäre. Jede Zufuhr

der Säuren von aussen, oder Produktion derselben im Organismus selbst, verbraucht die Alkalireserven des Körpers. Infolge der sehr guten Pufferung des Säugetierblutes jedoch, spiegelt seine Reaktion (das pH) in ziemlich weiten Grenzen diese Veränderung des metabolischen Zustandes nicht wider. Somit scheint von vornherein wenig Aussicht vorhanden zu sein in der Reaktion des Säugetierblutes sexuelle Differenzen zu finden; dies allerdings nur dann, wenn das verschiedene Niveau des Basen-Säuren Gleichgewichts in beiden Geschlechtern keine primäre Erscheinung ist.

Die Alkalireserven bei den Fischen sind aber, wie von *Collip* (7), *Wastl* (38) und jetzt von mir festgestellt wurde, viel kleiner, als bei den Säugern. Das Fischblut ist viel schlechter gepuffert als Warmblüterblut. Dadurch wird die Reaktionsbreite der Körperflüssigkeit der Fische bei veränderten Aussen- und Innenbedingungen viel grösser. Die Reaktion des Blutes der Fische widerspiegelt viel empfindlicher jeden nach der alkalischen oder sauren Seite hin gerichteten Wechsel des Metabolismus des Körpers. Dadurch wächst auch die Wahrscheinlichkeit, dass die Reaktion des Blutes der Fische auf viel deutlichere Weise die Sexualunterschiede des Metabolismus und dessen zyklische Jahresschwankungen zu zeigen vermag.

Unsere Messungen stellen für das weibliche Blut grössere Alkalireserven und einen grösseren pH -Wert fest. Wir wollen hier nicht entscheiden, ob diese grösseren Alkalireserven des weiblichen Körpers eine konstitutionell gegebene, primäre Erscheinung im Sinne etwa des ersten „loi de la sexualisation“ von *Joyet-Lavergne* (21) darstellen, oder aber ob diese Reserven von einer sekundären, durch die Determination funktionell bedingten Natur sind. Es ist daneben auch von Interesse, dass die *Manoilov'sche* Reaktion, wie sie in neuer Fassung verstanden wird (*Crew*, 8; *Riddle*, 32; *Schratz*, 33), das Übergewicht reduzierender Stoffe im weiblichen Blute und die höhere funktionelle Aktivität der männlichen Gewebe beweist.

Es ist durchaus notwendig, weitere systematische Untersuchungen der Reaktion des Blutes der Fische vorzunehmen, und zwar vor allem zu verschiedenen Jahreszeiten. Es will uns jedoch scheinen, dass bereits vorliegende Untersuchung die Existenz sexualspezifischer Unterschiede in den Alkalireserven und der Reaktion des Blutes sexualdimorpher Fische in den Bereich der Möglichkeit zu ziehen gestattet.

Zusammenfassung.

Weibliche und männliche Fische *Crenilabrus pavo* C. V. wurden nach der Laichzeit auf die Reaktion ihres Blutes hin geprüft.

Von dem durch die Punktion des Herzens gewonnenen Oxalatlute wurde zur Untersuchung das mit physiologischer Kochsalzlösung verdünnte Plasma genommen. Die Alkalireserven wurden nach O. Warburg in *Barcroft-Haldan'schen* Blutgasmanometern bestimmt und das *pH* nach *Hasselbalch's* gasanalytischer Methode berechnet.

Alle Weibchen mit fortgeschrittener Regeneration der Gonaden ergaben bedeutend höhere Alkalireserven- und *pH*-Werte, als entsprechende Männchen. Durch diese Feststellung wird die Existenz sexualspezifischer Reaktion des Blutes sexualdimorpher Fische in den Bereich der Möglichkeit gezogen.

Meinem verehrten Freunde, Herrn Professor *John Runnstrom* in Stockholm, möchte ich auch an dieser Stelle für die Einführung in die Technik der *Warburg'schen* Apparatur herzlichen Dank sagen. Mit warmem Dank sei auch der *Leitung der Zoologischen Station* zu Neapel und der *Rockefeller Foundation* gedacht.

Zitierte Literatur.

1. **Aboliņš, Leo** — The sexual specifisness of the skin pigments of the fishes of the genus *Crenilabrus* colorimetrically investigated. Bull. de la Soc. Biol. de Lettonie v. I, 1929.
2. **Baltzer, F.** — Ueber die Vermännlichung indifferenter *Bonellia*-Larven durch *Bonellia*-Extrakte. Rev. Suisse Zool. 33, 1926.
3. **Baltzer, F.** — Neue Versuche über die Bestimmung des Geschlechts bei *Bonellia viridis*. Rev. Suisse Zool. v. 35, 1928.
4. **Barcroft, J.** — The respiratory funktion of blood, Part I. Cambridge 1925.
5. **Benedict, F. G. and Emmes, L.** — A comparison of the basal metabolism of normal men and women. Journ. of biol. chem. V. 20, 1915.
6. **Child, C. M.** — Studies on the dynamics of morphogenesis and inheritance in experimental reproduction. V. The relation between resistance to depressing agents and rate of metabolism in *Planaria dorotocephala* and its value as a metod of investigation. Journ. of exp. zool. V. 14, 1913.
7. **Collip, J. B.** — Journ. of biochem. V. 44, 1920. Zit. nach Wastl (38).
8. **Crew, F. A. E.** — Blood reactions and sex. Nature, V. 118, No 2959, 1926.
9. **Essenberg, J. M.** — Sexual differentiation in the viviparous teleost *Xiphophorus helleri*. Biol. Bull. of Mar. biol. Lab. V. 45, 1923.

10. **Evans, C. L.** — The regulation of the reaction of the blood. Journ. of physiol. V. 55, 1921.
11. **Geddes, P. and Thomson, J. A.** — The evolution of sex. London, 1889. Zit. nach dem Ref. von V. Häcker, Biolog. Centralbl. B. 10, 1890.
12. **Goldschmidt, R.** — Mechanismus und Physiologie der Geschlechtsbestimmung, Berlin, 1920.
13. **Goldschmidt, R.** — Physiologische Theorie der Vererbung. Berlin, 1927.
14. **Goldschmidt, R.** — Die sexuellen Zwischenstufen. Berlin, 1931.
15. **Hasselbalch, K. A.** — Biochem. Zeitschr. B. 74, 1916, Zit. nach R. Höber (20).
16. **Hasselbalch, K. A.** — Biochem. Zeitschr. B. 78, 1917, Zit. nach E. Warburg (36).
17. **Hastings, Sendroy and van Slyke** — D. Studies of gas and electrolyte equilibria in blood. XII The Value of pK' in the Henderson — Hasselbalch equation for blood serum. Journ. of biol. chem. V. 79, 1928.
18. **Herbst, C.** — Untersuchungen über die Bestimmung des Geschlechts. I. Sitzber. Heidelb. Akad. Wiss. Jahrg. 1928, 2. Abh.
19. **Herbst, C.** — Untersuchungen über die Bestimmung des Geschlechts. II. Sitzber. Heidelb. Akad. Wiss. Jahrg. 1929, 16. Abh.
20. **Höber, R.** — Physikalische Chemie der Zelle und der Gewebe 6. Aufl., Leipzig 1926.
21. **Joyet-Lavergne, Ph.** — La physico-chimie de la sexualité. Protoplasma-Monographie, Berlin, 1931.
22. **Lebedinsky, N. G.** — Darwins geschlechtliche Zuchtwahl und ihre arterhaltende Bedeutung. Basel, 1918.
23. **Lebedinsky, N. G.** — Geschlechtsdimorphismus und Sexualsektion. Verh. der Naturf. Gesellsch. Basel, B. 30, 1919.
24. **Lebedinsky, N. G.** — Darwins Theorie der geschlechtlichen Zuchtwahl im Lichte der heutigen Forschung. Zugleich eine Untersuchung über das „Monometerprinzip“ der Sexualsektion. Bibliogr. Genet. IX, 1932.
25. **Lillie, F. R.** — The present status of the problem of sex inversion in the hen. Comments on Doctor Domm's paper. J. of exp. zool. V. 48, 1927.
26. **Marschall, F. H. A.** — The physiology of reproduction, London, 1922.
27. **Michaelis, L.** — Die theoretische Grundlage für die Bedeutung der Wasserstoffionenkonzentration des Blutes. Handb. d. norm. u. pathol. Physiol. B. 6, T. 1, 1928.
28. **Püschel, J.** — Blutuntersuchungen bei einem Süßwasserteleostier (*Tinca vulgaris* Cuv.). Z. f. vergl. Phys. B. 7, 1928.
29. **Rauther, M.** — Die Syngnathiden des Golfes von Neapel. Fauna u. Flora des Golfes von Neapel, 36. Monogr., Berlin u. Rom, 1925.
30. **Riddle, O.** — The theory of sex as stated in terms of results of studies of pigeons. Science, V. 46, 1917.
31. **Riddle, O.** — The quantitative theory of sex. Science, V. 65, 66, 1927.
32. **Riddle, O. and Reinhart, Warren, H.** — Physiological activity and the Manoilov reaction. Amer. Journ. of physiol. V. 87, 1928.
33. **Schratz, Ed.** — Die „Manoiloff“ — Reaktion. Ergebn. d. Biologie, B. 3, 1928.
34. **Slyke, D. van** — Bestimmung der Alkalireserve des Blutes. Abh. Hndb. Abt. IV, H. 2, 1927.
35. **Warburg, E.** — Biochem. Journ. V. 16, 1922. Zit. nach L. Michaelis (26).

36. Warburg, E. — Methoden zur Bestimmung der Reaktion des Blutes. Abt. Hndb. Abt. IV, T. 4, H. 2, 1925.
37. Warburg, O. — Über den Stoffwechsel der Tumoren. Berlin, 1926.
38. Wastl, H. — Beobachtungen über die Blutgase des Karpfenblutes. Bioch. Z., B. 197, 1928.
39. Witschi, E. — Bestimmung und Vererbung des Geschlechts bei Tieren. Hndb. der Vererbwiss., B. II, 1929.
40. Witschi, E. — Studies on sex differentiation and sex determination in amphibians. III. Rudimentary hermaphroditism and y — chromosome in *Rana temporaria*. Journ. of exp. zool. V. 54, 1929.

(No Neapoles Zoologiskās stacijas un L. Ū. Salīdzinātājas anatomijas un eksperimentālās zooloģijas institūta Zoofizioloģijas nodaļas)

Vīrišķu un sievišķu asiņu alkalirezerves zivju sugā *Crenilabrus pavo* C. V.

(Kopsavilkums)

Leo Āboliņš.

Tika izpētītas vīrišķu un sieviešu individu asinis pēcnārsta periodā. No sirds punktācijas ceļā iegūtām asinīm mēģinājumiem tika jemta atšķaidīta plazma. Alkalirezerves tika noteiktas *Barcroft-Haldane* manometros, pēc *O. Warburg*'a metodes. *pH* tika aprēķināts izejot no *Hasselbalch*'a gāzu analitiskās metodes.

Visas mātītes, kuņu gonādas pēc nārsta bij paspējušas reģenerēt, deva krietni augstākus alkalirezervju un *pH* skaitļus, kā attiecīgi tēviņi. Tēviņu asinis bij skābākas. Šis konstatējums apstiprina mūsu teoretisko pieņēmumu, ka zemāko mugurkaulnieku asinīm vajaga būt ar seksuālspecifisku reakciju.

