

Über die Lageorientierung von Salinenkrebsen (Crustacea, Anostraca)

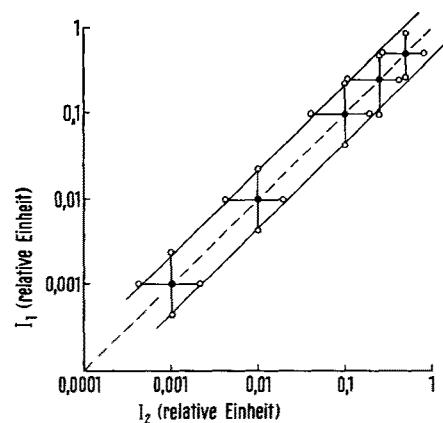
Die Salinenkrebsen kehren beim Schwimmen ihre Bauchseite zum Licht. Unter natürlichen Bedingungen schwimmen sie deshalb meistens bauchaufwärts. Die nun folgenden Experimente sollen die Frage entscheiden, ob die Artemien ihre Lage im Raum ausschliesslich nach der Einfallsrichtung des Lichtes richten, oder ob auch die Richtung der Schwerkraft eine Rolle spielt. Nach Beobachtungen von SEIFERT¹ schwimmen Artemien in schwachem Rotlicht vorwiegend bauchaufwärts. Diese Lage sah SEIFERT als eine aktive Körperorientierung an, weil betäubte oder getötete Tiere in Seewasser von 48‰ in dem sie weder steigen noch sinken, nach seinen Beobachtungen keine bevorzugte Körperlage einnehmen. Die Bauchaufwärtslage lebender Tiere im Rotlicht wies daher auf eine Orientierungsleistung nach der Schwerkraft hin.

Unsere Beobachtungen an betäubten und an getöteten Tieren in 48‰-Seewasser weichen von den geschilderten ab: die Tiere nehmen passiv immer die Bauchaufwärtslage ein. Lebende Tiere schwimmen in völliger Dunkelheit ebenfalls vorwiegend bauchaufwärts, wie die Auswertung von Blitzlichtaufnahmen zeigte. Schon diese Beobachtungen sprechen gegen die Beteiligung eines Schweresinnes an der Lageorientierung. Wir prüften den Befund genauer in einem Experiment, das so angelegt war, dass das Licht mit oder gegen die Richtung der Schwerkraft wirken konnte. Die Orientierung nach dem Licht wurde in unserer Anordnung gegen die mögliche Orientierung nach der Schwerkraft ausgespielt. Die Eier, aus denen wir die Versuchstiere aufzogen, stammten aus Utah (USA).

Jeweils ein Salinenkrebs befand sich in einem kreisrunden gläsernen Versuchsgefäß (Vg) (Durchmesser 25 mm, Höhe 15 mm) mit flachem Boden und Deckel, das luftblasenfrei mit Seewasser gefüllt war. Von oben und unten wurde das Vg von je einer Niedervoltlampe durchstrahlt. Die Lampen waren in Serienschaltung an ein stabilisiertes Netzgerät angeschlossen. In den beiden Strahlengängen befanden sich Linsen, die eine gleichmässige Ausleuchtung des Vg ermöglichen, Reflexionswärmeschutzfilter (Zeiss 467832), Neutralgraufilter (Schott & Gen. Ser. NG), Grünfilter ($\lambda_{max} = 522$ nm, Halbwertsbreite 110 nm) und Graukeile, mit denen die absoluten und relativen Lichtintensitäten von den Lampen eingestellt wurden. Die Lichtintensitäten wurden mit einem Siliziumfotolelement und mit einem Luxmeter an der Stelle des Vg bestimmt. Die Helligkeit auf dem Niveau des Vg betrug maximal 100 Lux. Der Experimentator beobachtete in einer Dunkelkammer die Lageorientierung des Salinenkrebses im Versuchsgefäß in Abhängigkeit von den Intensitäten der Lampen I_1 und I_2 . War das Licht in beiden Strahlengängen gleich hell, dann hielten sich die Tiere vorzugsweise an den Wänden des Versuchsgefäßes auf und wechselten beim gelegentlichen freien Schwimmen ihre Raumlage häufig. Wurde die Lichtintensität in einem der Strahlengänge erhöht oder erniedrigt, so trat die Lichtbauchreaktion zur helleren Lampe ein. Der Wechsel von der indifferenten Lageorientierung zur Lichtbauchreaktion in Abhängigkeit von den Lichtintensitäten liess sich in wiederholten Versuchen und bei verschiedenen Tieren mit recht guter Genauigkeit immer wieder bestimmen. In mehr als 550 Messungen, bei denen die obere Lampe I_1 heller wurde, trat die Lichtbauchreaktion zur oberen Lampe bei dem Intensitätsverhältnis der Lampen $I_1:I_2 = 2,22 \pm 0,35$ ein. Bei etwa 550 Messungen, bei denen die untere Lampe heller wurde, drehten sich die Tiere bei dem Intensitätsverhältnis $I_2:I_1 = 2,11 \pm 0,37$ mit dem Bauch zur unteren Lampe. Die Lichtbauchreaktion zur helleren Lampe tritt demnach – unabhängig von der Richtung der Schwerkraft – dann ein, wenn die

helle Lampe etwas mehr als doppelt so hell ist wie die dunklere Lampe. Zwischen den beiden Versuchssituationen – Lichtbauchreaktion mit und gegen die Schwerkraft – besteht im Ergebnis kein signifikanter Unterschied. Wir müssen daraus schliessen, dass neben dem Lichtsinn kein weiterer Sinn an der Lageorientierung der Salinenkrebsen beteiligt ist. Das beobachtete Verhalten bietet keinen Anhaltspunkt für die Annahme eines Schweresinnes.

In der Figur ist das Versuchsergebnis ausführlicher dargestellt. Die Intensität der oberen Lampe I_1 ist entlang der Ordinate, die der unteren Lampe I_2 entlang der Abszisse doppeltlogarithmisch aufgetragen. Die eingetragenen Messpunkte stellen Mittelwerte für je 7 Tiere dar, mit denen jeweils 8 Messungen durchgeführt wurden. Die Lichtintensität 1 entspricht etwa der Helligkeit von 100 Lux, gemessen an der Stelle des Versuchsgefäßes Vg. Auf der gestrichelten Diagonalen liegen alle die Wertepaare, bei denen I_1 und I_2 gleich sind. Die Intensität der einen Lampe ist durch gefüllte Kreise auf der Diagonalen angegeben, die Intensität der zweiten Lampe beim ersten Auftreten der Lichtbauchreaktion wird durch die anderen Messpunkte wiedergegeben, die alle ungefähr gleich weit von der Diagonalen entfernt liegen. Die vom Ausgangswert (gefüllte Kreise) vertikal verschobenen Werte (ungefüllte Kreise) stellen Intensitäten von I_1 , die horizontal versetzten solche von I_2 dar. Damit ist bei der doppeltlogarithmischen Darstellungsweise gezeigt, dass der Faktor, um den die eine Lampe heller sein muss als die andere, im ganzen Intensitätsbereich etwa gleich ist. Es kommt nur auf das Verhältnis der Intensitäten an. Einschränkend muss man allerdings darauf hinweisen, dass bei höheren Lichtintensitäten der Faktor möglicherweise etwas kleiner ist, was auf eine grössere Unterschiedsempfindlichkeit der Tiere in diesem Intensitätsbereich schlies-



Lichtbauchreaktion in Abhängigkeit von den Intensitäten der oberen Lampe I_1 (Ordinate) und der unteren Lampe I_2 (Abszisse). Die Lichtintensitäten sind in relativen Einheiten mit logarithmischem Maßstab aufgetragen. Die vertikal versetzten offenen Kreise geben die Intensitäten von I_1 beim ersten Auftreten der Lichtbauchreaktion an (I_2 unverändert), die horizontal versetzten offenen Kreise geben die entsprechenden Werte von I_2 an (I_1 unverändert). Die Lichtintensität 1 = 1 entspricht einer Helligkeit am Versuchsgefäß Vg von etwa 100 Lux.

¹ R. SEIFERT, Z. vergl. Tierphysiol. 16, 111 (1932).

sen lässt. Worauf das beruht, ist zurzeit unklar. Die Lichtbauchreaktion wird wahrscheinlich von den Facettenaugen gesteuert, weil sie während der Entwicklung der Tiere erst dann auftritt, wenn die ersten Ommatidien ausgebildet sind (SEIFERT¹). Eine unterschiedliche Verteilung des Abschirmpigmentes in den Facettenaugen bei Hell- und Dunkeltieren, die die Abhängigkeit der Unterschiedsempfindlichkeit von der Gesamtintensität erklären würde, konnten wir an Gefrierschnitten nicht feststellen.

Summary. Between 2 sources of light, free-swimming *Artemia salina* turn their ventral side towards the brighter

one. The ratio of the 2 light intensities at the threshold for this reaction is independent of the direction of gravity. This shows, together with other observations, that the body orientation is exclusively controlled by the direction of the impinging light.

W. JAHN und C. v. CAMPENHAUSEN

*Zoologisches Institut der Universität, Lehrstuhl für Tierphysiologie, 5000 Köln (Deutschland),
18. März 1968.*

Chromosomes of Leptodactylidae (Amphibia anura)

Within the group of the Amphibia anura, the South American family of the Leptodactylidae, constituted by several species most of which are still unknown from the cytogenetical point of view, is of particular interest.

The only species studied up to the present are: *Pseudopaludicola falcipes*¹, *Leptodactylus ocellatus*¹⁻³, *Eleutherodactylus guentheri*, *Eupemphix nattereri*, with $2n = 22$ chromosomes², *Crossodactylus dispar* with $2n = 26$, and *Pseudopaludicola ameghini* with $2n = 20$ ².

According to present knowledge, those species with 22 chromosomes which are distributed in different and far-away geographical regions, prevail. BECAK et al.² found that *P. ameghini* had $2n = 20$, this being the lowest number described up to now for this family. Nevertheless, we have found a species of the same genus, *P. falcipes*¹ with $2n = 22$ (see Table). In order to extend these investigations, 23 species belonging to this family (see Table), whose karyotypes are composed of metacentric and submetacentric chromosome pairs, were studied by us.

In general, during the meiotic prophase, at the diplonema stage, the bivalents were found to have an anular configuration with 2 distal chiasmata. At the moment of metaphase I, the bivalents remain highly condensed, while neither the position of the chiasmata nor the morphology shown in the early stages of meiotic prophase could be distinguished. This phenomenon is characteristic of the Amphibia anura. In some species bivalents with only 1 distal chiasma can be found, giving place to open ring configurations.

Somatic and gonial heteromorphic pairs or heteropycnotic bivalents which could indicate the existence of cytologically differentiated sex chromosomes were not found.

Recently, BIANCHI and MOLINA³ have demonstrated that DNA synthesis in *L. ocellatus* somatic chromosomes does not show sex-linked differences in chromosome morphology or in patterns of chromosome replication which would constitute a new proof of the absence of a special pair that could be distinguished as sex chromosomes.

If the variation from 20-26 chromosomes found in these karyotypes is accompanied by a modification of the relations of shape and size of the chromosomes, there is no doubt that chromosomal rearrangements have been produced during the course of the evolution in the different members of the family. This fact contrasts with the case of the *Bufonidae*, which constitute a more stable group in spite of the close relationship between both families.

Resumen. Se estudiaron los cariotipos de 23 especies de la familia sudamericana Leptodactylidae (anfibios anuros), no hallándose cromosomas sexuales citológicamente diferenciados.

N. BRUM-ZORRILLA and F. A. SAEZ

*Departamento de Citogenética, Instituto de Investigación de Ciencias Biológicas, Montevideo (Uruguay),
8 April 1968.*

¹ F. A. SAEZ and N. BRUM, *Nature* 185, 945 (1960).

² M. L. BECAK, N. RABELLO and W. BECAK, Ciênc. Cult., S. Paulo 19, 272 (1967).

³ N. O. BIANCHI and J. O. MOLINA, *Chromosoma* 22, 391 (1967).

Species	Diploid No. (2n)	Source
<i>Leptodactylus pentadactylus</i>	22	Tingo María (Perú)
<i>L. prognathus</i>	22	Treinta y Tres (Uruguay)
<i>L. bufonius</i>	22	Santiago del Estero (Argentina)
<i>L. ocellatus</i>	22	Montevideo (Uruguay)
<i>L. chaquensis</i>	22	Corrientes (Argentina)
<i>L. laticeps</i>	22	Santiago del Estero (Argentina)
<i>Pseudopaludicola falcipes</i>	22	Montevideo (Uruguay)
<i>Physalaemus gracilis</i>	22	Treinta y Tres (Uruguay)
<i>P. biligonigerus</i>	22	Treinta y Tres (Uruguay)
<i>Pleurodema cinereum</i>	22	Tucumán (Argentina)
<i>P. tucumana</i>	22	Tucumán (Argentina)
<i>P. nebulosa</i>	22	La Rioja (Argentina)
<i>Eleutherodactylus discoidalis</i>	22	Tucumán (Argentina)
<i>E. ranoides</i>	22	San José (Costa Rica)
<i>E. guentheri</i>	22	Sao Paulo (Brasil)
<i>Eupsophus nodosus</i>	22	Santiago (Chile)
<i>Cycloramphus fuliginosus</i>	22	Sao Paulo (Brasil)
<i>Thoropha miliaris</i>	26	Sao Paulo (Brasil)
<i>Calyptocephalella gayi</i>	26	Santiago (Chile)
<i>Telmatobius (marmoratus)</i> group)	22	La Paz (Bolivia)
<i>Elosia aspera</i>	26	Sao Paulo (Brasil)
<i>E. lateristrigata</i>	26	Sao Paulo (Brasil)
<i>Crossodactylus gaudichaudii</i>	22	Sao Paulo (Brasil)