

sphäre weitgehend dem uns gewohnten Luftgemisch mit Stickstoff und Sauerstoff als Hauptbestandteilen gleicht. In den obersten Bereichen der Ionosphäre hingegen finden sich Helium und Wasserstoff, also gerade jene Stoffe, die auch den interplanetaren Raum erfüllen. Die Brückenstellung ist aber auch in physikalischer Hinsicht gegeben, denn in der unteren Ionosphäre verlaufen alle Bewegungen, die von den einzelnen Gasteilchen ausgeführt werden, im wesentlichen unter der Einwirkung des Schwerkräftfeldes der Erde. In der oberen Ionosphäre hingegen überwiegt der Einfluß des Erdmagnetfeldes, wodurch die Bewegungen der Teilchen wesentlich anders verlaufen als im Schwerfeld. Im ersten Augenblick mag dies überraschen, wenn man daran denkt, daß das magnetische Kraftfeld rascher mit der Entfernung von der Erde schwächer wird als die Schwerkraft. Den Ausschlag gibt hier aber nicht die Entfernung von der Erde, sondern die Tatsache, daß in der oberen Ionosphäre schon fast alle Teilchen eine elektrische Ladung besitzen, also vom Magnetfeld beeinflußt werden können, ferner, daß die Stoffe mit kleinsten Atommassen überwiegen,

und schließlich auch die Tatsache, daß die Temperatur hoch ist. Im Hauptbereich der Ionosphäre sind freilich Schwerkraft und Erdmagnetfeld von annähernd gleicher Wirksamkeit auf die geladenen Teilchen, der Ablauf der Bewegungs- und Stoßvorgänge wird dadurch besonders verwickelt und undurchsichtig, so daß wir auch heute noch über viele Einzelheiten — auf die hier natürlich nicht eingegangen werden konnte — nur wenig wissen. Diese Rätsel zu lösen, muß der zukünftigen Forschung vorbehalten bleiben.

### Literatur

- [1] POLOSKOV, S.M.: Space Research 1, 107 (1960). — [2] KALLMAN-BIJL, H. u. Mitarb.: CIRA 1961 (COSPAR International Reference Atmosphere 1961). Amsterdam: North Holland Publ. Comp. 1961. — [3] BLAMONT, J.E. u. Mitarb.: Space Research 2, 974 (1961). — [4] BOURDEAU, R.E. u. Mitarb.: J. Geophys. Research 69, 4531 (1964).

Institut für Meteorologie und Geophysik der Universität, Graz, Halbärthgasse 1

Eingegangen am 28. Oktober 1964

## Optische Signalisierung der Kopulationshöhle bei der Reiterkrabbe *Ocypode saratan* Forsk. (Decapoda brachyura Ocypodidae)

Von K. EDUARD LINSENAIR, Frankfurt/M.

Bei der Reiterkrabbe *Ocypode aegyptiaca*, die die Küsten des Roten Meeres bewohnt, ist die morphologische und physiologische Umstellung auf das Landleben nur teilweise vollzogen. Bei längerem Aufenthalt in freier Luft besteht vor allem die Gefahr der Austrocknung. Die Tiere schützen sich davor,

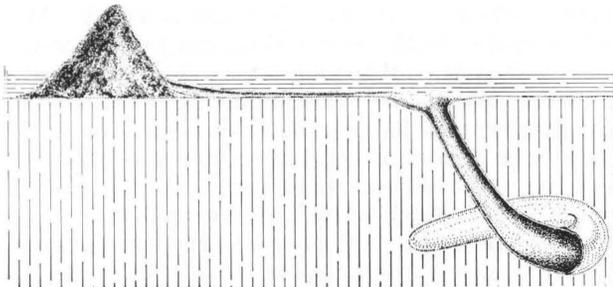


Fig. 1. Kopulationshöhle der Reiterkrabbe mit Signalpyramide. Das Baumaterial wird ausschließlich aus der zugehörigen Höhle beschafft. Ein festgetretener Pfad verbindet die Pyramide mit dem Höhleneingang

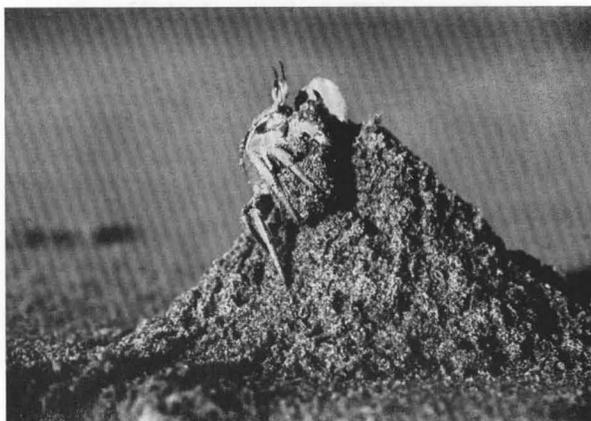


Fig. 2. Das Männchen beim Aufschütten der Sandpyramide. Der Hausherr errichtet mit körperfremdem Material ein optisches Signal vor dem Höhleneingang. Die Höhe der Pyramiden beträgt im Mittel 14 cm

indem sie situationsspezifisch verschiedene Höhlen graben: Schlafhöhlen, Freßhöhlen, Wohnhöhlen, Häutungshöhlen, Bruthöhlen und Kopulationshöhlen. In feuchter Umgebung — die Höhlen reichen oft bis zum Grundwasser oder zumindest in sehr feuchten Sand — können die Krabben hier Ruheperioden verbringen und wichtige Handlungen, die längere Zeit beanspruchen, ausführen.

Die *Kopulationshöhlen* verdienen besonderes Interesse. Sie werden ausschließlich von Männchen mit vollentwickelten Gonaden erbaut. Das ganze Jahr über unternehmen Männchen und Weibchen in Gruppen von 10 bis 200 Individuen gemeinsame Beutezüge. Zu Beginn der Fortpflanzungszeit (in Ägypten Ende März/Anfang April) verlassen zunehmend mehr Männchen die Freßgesellschaft und bauen eine spiralförmige Höhle. Diese Höhle wird mit einem optisch auffallenden Aushängeschild markiert: Ungefähr 40 cm vom Höhleneingang entfernt errichtet der Besitzer eine *Signalpyramide*, die er aus feuchtem Sand aufschichtet (Fig. 1 und 2). Diese Pyramiden, die der Wind täglich (zumindest teilweise) einebnet, werden über viele Tage hin vom gleichen Männchen an derselben Stelle immer wieder errichtet; der Sand stammt nur aus der eigenen Höhle, niemals von außerhalb. Von der Pyramide zur Höhle führt ein schmaler Pfad, der vom Männchen von Zeit zu Zeit mit den Scheren und den Dactylopoditen der Schreitbeine festgestampft wird. Männchen, die sich eine fertige Kopulationshöhle erobern wollen (s. unten), und paarungsbereite Weibchen marschieren — durch das optische Signal angelockt — meist bis zum Fuß der Pyramide, dann gehen sie darum herum bis sie auf den Pfad stoßen; sie verfolgen ihn taktil und finden an seinem Ende den Eingang.

Die Pyramiden haben dreifache soziale Funktion:

1. *Vorhandene Pyramiden stimulieren baulustige Männchen, in der Nachbarschaft neue Pyramidenbauten anzulegen.* So entstehen ausgedehnte Pyramidenstädte, die schon von weitem als Ansiedlung kopulationsbereiter Männchen zu erkennen sind. In einer etwa 3 km langen Kolonie zählten wir an die 5000 bewohnte Pyramidenbauten. Diese stimulierende Wirkung der Pyramidenansammlung ist experimentell belegt: Errichtet man zu Beginn der Fortpflanzungszeit künstliche Pyramiden auf leerer Sandfläche, dann wirken diese wie Kristallisationskeime; ringsherum entstehen bald neue Pyramiden, und man kann so den Bauplatz neuentstehender Städte geradezu vorschreiben. Unter natürlichen Bedingungen sind es die ersten baulustigen Männchen, die mit ihren Pyramiden den Grundstein legen. Die Pyramiden haben aber nicht

nur eine anlockende, sondern auch eine abstoßende Wirkung auf das Männchen: Der baulustige Nachbar muß mit seiner Pyramide eine Mindestdistanz von etwa 1 m wahren. So wird auf einfachste Weise die Siedlungsdichte in Grenzen gehalten.

2. Die Pyramidenstadt zeigt den Weibchen den Weg zu den Kopulationsplätzen. Eine genaue Analyse dieser spezifischen Signalfunktion der Pyramiden und des weiteren Balzverhaltens der Art steht noch aus. Doch konnte schon mehrfach beobachtet werden, daß Weibchen gerichtet Pyramiden anliefen und von dort aus den entsprechenden Höhleneingang aufsuchten. Mehrmals wurden Paare aus Kopulationshöhlen ausgegraben. Niemals konnte auch nur der Versuch einer Kopulation außerhalb der Höhle beobachtet werden.

3. Die Pyramiden fordern zum Rivalenkampf heraus. Dadurch werden die schwächeren Männchen zur Auswanderung gezwungen. Die Pyramidenbauer bewohnen ihre Höhle etwa 6 bis 10 Tage, dann verlassen sie sie freiwillig, oder — was sehr oft der Fall ist — sie werden schon eher von fremden Eindringlingen vertrieben. Ein unterlegener Herausforderer versucht sein Glück bis zu zwanzigmal an verschiedenen Pyramidenbauten, bevor er sich eine eigene Kopulationshöhle — mit dem zugehörigen Aushängeschild — baut.

Eine vergleichbare aktive optische Markierung des Kopulationsplatzes, die eine dauernde Signalisierung durch das

Individuum selber überflüssig macht, wurde meines Wissens bisher bei Arthropoden noch nicht beobachtet\*).

Hummeln<sup>3)</sup> (auch andere Hymenopteren, Dipteren und Lepidopteren) wählen eine artspezifisch verschieden strukturierte optische Umgebung für ihre Kopulationsplätze, die sie sich aber nicht selbst schaffen. Zwar markieren auch Hummelmännchen ihren Balzplatz aktiv durch chemische Signale, doch verwenden sie dazu keine fremden, sondern körpereigene Substanzen.

Für Anregungen danke ich Herrn Professor Dr. M. LINDAUER.

Zoologisches Institut der Universität, Frankfurt a. M.

Eingegangen am 30. Januar 1965

\* ) Von einigen Uca-arten [z.B. *Minuca latimana*<sup>2)</sup>, *Minuca stenodactyla* und *terpsichores*<sup>4)</sup>] weiß man, daß sie gelegentlich Bauten an ihren Höhleneingängen anlegen. Da die Funktion dieser Bauten — die anscheinend von keiner Art regelmäßig errichtet werden — bisher noch nicht untersucht wurde [vgl. <sup>1)</sup>], läßt sich noch keine Aussage darüber machen, ob es sich um analoge optische Signale handelt.

<sup>1)</sup> ALTEVOGT, R.: Z. Morph. Ökol. Tiere 46, 369—388 (1957). — <sup>2)</sup> CRANE, J.: Zoologica 26, 145—207 (1941). — <sup>3)</sup> HAAS, A.: Z. vergleich. Physiol. 31, a) 281—307, b) 671—683 (1949); — c) Tierpsychol. 17, 402—416 (1960). — <sup>4)</sup> PETERS, H.M.: Z. Morph. Ökol. Tiere 43, 425—500 (1955).

## Kurze Originalmitteilungen

Für die Kurzen Originalmitteilungen sind ausschließlich die Verfasser verantwortlich

### Das Infrarotspektrum des $CS_3^{2-}$ -Ions in den Kristallen von $SrCS_3$ und $BaCS_3$

Für das freie  $CS_3^{2-}$ -Ion kann nach einer Regel von ZACHARIASEN<sup>1)</sup> und in Analogie zum  $CO_3^{2-}$ -Ion die planare Gestalt, Punktgruppe  $D_{3h}$ , angenommen werden. Im Schwingungsspektrum sind dann eine nicht infrarotaktive Grundschwingung  $\nu_1$  (totalsymmetrische CS-Streckschwingung) und drei infrarotaktive Grundschwingungen,  $\nu_2$  ( $CS_3$ -Deformations-

site-Symmetrien sind beide in der Tabelle angegebenen Kombinationen mit  $\nu_4$  erlaubt.

Die Spektren wurden mit einem Spektrographen Typ IR9 der Firma Beckman Instruments mit CsJ-Austauschoptik im Bereich von 260 bis 4000  $cm^{-1}$  an KBr-Preßlingen gemessen. Eine ausführliche Beschreibung der Darstellung aller Alkali- und Erdalkalitrithiokarbonate sowie ihrer Infrarotspektren soll an anderer Stelle erfolgen.

Kiel, Institut für anorganische Chemie der Universität (Direktor: Prof. Dr. R. JUZA)

HINRICH SEIDEL

Eingegangen am 12. Februar 1965

<sup>1)</sup> ZACHARIASEN, W.H.: J. Am. Chem. Soc. 53, 2123 (1931). — <sup>2)</sup> HERZBERG, G.: Molecular Spectra and Molecular Structure, vol. II, p. 178. New York: D. van Nostrand Comp. 1956. — <sup>3)</sup> DUVAL, R., C. DUVAL u. J. LECOMTE: Bull. soc. chim. France 10, 517 (1943). — <sup>4)</sup> WEIR, C.E., u. E.R. LIPPINCOTT: J. Research Natl. Bur. Standards 65A, 173 (1961). — <sup>5)</sup> BUIJS, K., u. C.J. SCHUTTE: Spectrochim. Acta 17, 927 (1961). — <sup>6)</sup> HALFORD, R.S.: J. Chem. Phys. 14, 8 (1946). — <sup>7)</sup> SCRUBY, R.E., J.R. LACHER u. J.D. PARK: J. Chem. Phys. 19, 386 (1951).

Tabelle. Gemessene IR-Absorptionsbanden von  $SrCS_3$  und  $BaCS_3$  (angegeben in  $cm^{-1}$ ; st = stark, m = mittel, schw = schwach)

$SrCS_3$	$BaCS_3$	Zuordnung
954 (st)	943 (st)	} $\nu_3$
922 (st)	912 (st)	
835 (Schulter)	835 (schw)	
	826 (schw)	} $\nu_1 + \nu_4$ oder $\nu_2 + \nu_4$
508 (m)	518 (m)	
334 (m)	330 (m)	} $\nu_2$
319 (m)	321 (m)	
		} $\nu_4$

schwingung aus der Ebene),  $\nu_3$  (asymmetrische CS-Streckschwingung, zweifach entartet) und  $\nu_4$  ( $SCS$ -Deformationschwingung in der Ebene, zweifach entartet) zu erwarten<sup>2)</sup>. Die vor längerer Zeit von DUVAL, DUVAL und LECOMTE<sup>3)</sup> an  $SrCS_3$  und  $BaCS_3$  gemessenen IR-Spektren sind nicht verwendbar, da damals nur verunreinigte Präparate und ein kleinerer Meßbereich als heute zur Verfügung standen.

Die Ergebnisse der jetzigen Untersuchung sind in der Tabelle zusammengefaßt. Da die Entartungen von  $\nu_3$  und  $\nu_4$  aufgehoben sind, werden die Forderungen für die Punktgruppe  $D_{3h}$  nicht mehr erfüllt. Ähnliches findet man für das  $CO_3^{2-}$ -Ion z. B. im Aragonit<sup>4)</sup> und im  $Li_2CO_3$ <sup>5)</sup>. Diese Erscheinung beruht auf der Änderung der Auswahlregeln für die Spektren der Ionen beim Übergang aus dem freien Zustand in den Kristall. Sie wird durch den Einfluß der Symmetrie des Störfeldes der unmittelbaren Umgebung der Ionen im Kristall, der site-Symmetrie, hervorgerufen<sup>6)</sup>. Eine gruppentheoretische Übersicht über diesen Einfluß auf Ionen der Symmetrie  $D_{3h}$  findet sich bei BUIJS und SCHUTTE<sup>5)</sup>. Als site-Symmetrien kommen in Betracht:  $C_{2v}$ ,  $C_2$  und  $C_s$ . Somit muß in beiden Verbindungen das auf die  $CS_3^{2-}$ -Ionen einwirkende Störfeld eine dieser Symmetrien besitzen, und eine Verzerrung der Ionen in Richtung der Symmetrie einer der in Frage kommenden Untergruppen von  $D_{3h}$  ist zu erwarten. Alle Banden sind scharf ausgeprägt, ihre Zuordnung erfolgte nach Vergleich mit dem Schwingungsspektrum von  $BCl_3$ <sup>7)</sup>, da die schwingenden Massen sich hier nur wenig von denen im  $CS_3^{2-}$ -Ion unterscheiden, sowie auf Grund der Aufspaltungen. Für die drei möglichen

### Infrared Emission Spectra of Surfaces near Ambient Temperatures

Infrared emission spectroscopy of surfaces was recently described<sup>1)</sup>. The sensitivity of conventional instruments

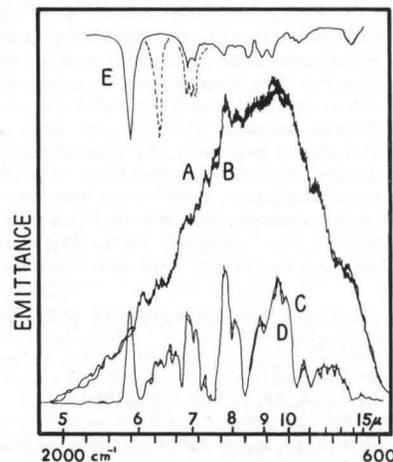


Fig. 1. Emission spectra at 36°. Each emission spectrum is the cumulative of 1000 scans. A, B: Al surface. C, D: after acid addition. E: absorption spectrum of oleic acid (solid line), with oleate bands (dotted line)