# Zur Epidermis- und Saugnapfentwicklung bei Octopoden, ein entwicklungsgeschichtlicher Vergleich <sup>1</sup>

von

### Pio FIORONI \*

Mit 5 Abbildungen und 3 Tabellen

#### ABSTRACT

The development of the epidermis and the suckers in octopods, an embryological comparison.

The development of the epidermal differentiation and the suckers is described for *Argonauta argo*, *Octopus vulgaris* und *Eledone cirrosa*; these species differ greatly regarding their hatching stage.

Argonauta has — compared with the more resembling two other species — a retardation in the differentiation of the epidermis, the suckers and also the funnel gland.

On the other hand, the organs of Kölliker arise very early in *Argonauta* and are erupted and arrange in patulous rays already at hatching.

Furthermore, it is tried in the discussion to correlate these differences of the integumental development with the divergent types of development of the three species.

#### EINLEITUNG

Die Hautentwicklung sowohl der zehnarmigen (vgl. etwa Faussek 1901, Fioroni 1963, 1978, Von Orelli 1959, Yung Ko Ching 1930 u.a.) als auch der achtarmigen Cephalopoden (Tab. 1) ist relativ schlecht bekannt. Die vorliegende Arbeit ist im Rahmen von aus diesem Grund durch unsere Arbeitsgruppe auf breiterer Basis wieder aufgenommenen Untersuchungen am Tintenfisch-Integument entstanden.

Sie schildert in Ergänzung zu früheren eigenen Analysen der Hautentwicklung von Octopus vulgaris (FIORONI 1962a, b) vergleichend für 3 Octopoden-Arten (Argonauta

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Mit dankenswerter finanzieller Unterstützung durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft.

<sup>\*</sup> Zoologisches Institut, Lehrstuhl für Spezielle Zoologie, Hüfferstrasse 1, D-4400 Münster.

356

TAB. 1.

Die wichtigsten, zur Entwicklung des Octopoden-Integumentes vorliegenden Arbeiten.

A: Argonauta, E: Eledone, O: Octopus.

Epidermis:	Fioroni 1962 <i>a</i> (O)
Hoylesches Organ:	FIORONI 1962a (O), VON ORELLI 1959 (O)
Trichterdrüse:	FIORONI 1962a (O)
Köllikersche Organe:	Von Boletzky 1966, 1973, 1977/78 (O, E), Brocco-O'Clair-Cloney 1974 (O), Chun 1902 ff. (Bolitaena), Fioroni 1962b (O), Fuchs 1973 (E), Joubin 1891 ff. (A, O), Kölliker 1844 (A), Naef 1921/28 (O, Scaeurgus, Ocythoë, Tremoctopus, A, E), von Querner 1926 ff. (A, O), Portmann 1933 (O)
Saugnäpfe:	KÖLLIKER 1844 (A), NAEF 1921 (zahlreiche Arten)

argo, Octopus vulgaris, Eledone cirrosa) die Embryonalentwicklung von Epidermis, Hoyleschem Schlüpforgan, Trichterdrüse, Köllikerschen Organen und Saugnäpfen.

Dabei wird auf die Beschreibung des mit kurzen, einheitlichen Cilien versehenen, flachen Epithels des äußeren Dottersackes sowie auf Angaben der in den einzelnen Körperzonen etwas differierenden Epidermis-Struktur (z.B. sehr flaches Epithel im Innern der Mantelhöhle) verzichtet. Das Gleiche gilt angesichts der unterschiedlichen Schlüpfmusterung (vgl. z.B. Fioroni 1965, 1970, Fuchs 1973) für die an sich histologisch identisch ablaufende, aber zeitlich differierende Genese der Chromatophoren.

Angesichts des vergleichenden, den jeweiligen Entwicklungstyp (S. 370 ff.) mit einschließenden Charakters dieser Studie werden die einzelnen Entwicklungen (vgl. Abb. 2 bis 4) unter Hinweis auf die eingehende Darstellung bei Fioroni (1962 ff.) für *Octopus* nur grob umrissen; das gilt identisch für die Saugnapf-Entwicklung, über die eine detaillierte, acht- und zehnarmigen Tintenfische berücksichtigende Studie im Werden ist.

#### MATERIAL UND METHODEN

Von den drei Arten (Argonauta argo, Eledone cirrosa und Octopus vulgaris) wurden von allen in Frage kommenden Entwicklungsstadien (IX—XX) jeweils zahlreiche sagittal, frontal und quer orientierte Schnittserien ausgewertet.

Zur Fixierung diente vorwiegend wässeriger Bouin und Susa; gefärbt wurde mit Haemalaun (mit verschiedenen Gegenfärbungen), Azan, PAS, Trichrom nach Masson sowie nach den Methoden von Mallory und Prenant.

Die schematisierten Abb. 2 bis 4 sind die Auswertung von zahlreichen mit dem Visopan (Reichert) hergestellten Schnittbildern.

Hinsichtlich der Terminologie sei auf Abb. 1 sowie Fioroni (1962 ff.) verwiesen. Die Bezeichnung der Stadien richtet sich nach der Naefschen Normentafel (1921/28; Stadium XX = Schlüpfmoment) (vgl. auch Fioroni 1978).

Eledone cirrosa	X: einschichtiges kubisches Epithel (Abb. 4/1)		XVI: noch einheitliches, einschichtiges Epithel (Abb. 4/2)		XVIII: Vakuolenbildung (mit sukzessiver Vergrößerung der Lumina bis XX); periphere Stützzellen zwischen den Drüsenzellen (Abb. 4/3)	XX: kubisches Epithel mit oft stark sezernierenden Becher- und Granulazellen; Kern meist napfartig einge- dellt; periphere Epidermiszellen; Basalmembran wellenförmig (Abb. 4/4)
Octopus vulgaris	X: einschichtiges kubisches Epithel (Abb. 3/1)		XVI: erste Vakuolen (Abb. 3/2)		XVIII: Vakuolenbildung (mit sukzessiver Vergrößerung der Lumina bis XX); periphere Stützzellen zwischen den Drüsenzellen (Abb. 3/3)	XX: hochzylindrische Becher- und Granulazellen mit basalem, oft rundlichem Kern; zusätzliche kleine, periphere Drüsenzellen; periphere Epidermiszellen; Basalmembran wellenförmig (Abb. 3/4)
Argonauta argo	X: einschichtiges kubisches Epithel (Abb. 2/1)	XIII: teilweise erste Andeutungen von Vakuolen; Epithel z.T. noch einschichtig (Abb. 2/2)		XVII: intensivierte Vakuolenbildung (mit sukzessiver Vergrößerung bis XX) (Abb. 2/3)		XX: kubisches Epithel mit rund- lichen Vakuolen und relativ breiten Plasmazonen da- zwischen; Kerne rundlich; noch keine deutliche zusam- menhängende Lage peripherer Zellen;
	Epidermis (Ep)					

Eledone cirrosa		XII: leicht erhöhtes einschichtiges Epithel	XIII: zweireihiges Epithel (Abb. 4/5)		XV: in drüsiger Differenzierung (Abb. 4/6)	XVI: entspricht in etwa dem Schlüpfzustand; deutliche periphere Epidermis- zellen (Abb. 4/7)	
Octopus vulgaris			XIII: zwei- bis (gel.) dreireihiges Epithel (Abb. 3/5)	XIV: erste Fermentgrana (Abb. 3/6)		XVI: große, feingranulöse Vakuolen, noch durch bis zur Basalmembran reichende Plasmabezirke getrennt (Abb. 3/7)	XVIII: entspricht in etwa dem Schlüpfzustand
Argonauta argo	Becherzellen, z.T. stark sezernierend; Granulazellen relativ selten, aber groß; oft Ausbuchtungen der Basalmembran (Abb. 2/4)	XII: zweireihiges Epithel (Abb. 2/5)	XIII: Zellen zylindrisch, in drüsiger Differenzierung (Abb. 2/6)				XVIII: entspricht in etwa dem Schlüpfzustand (Abb. 2/7)
		Hoylesches Schlüpforgan					ruic dem

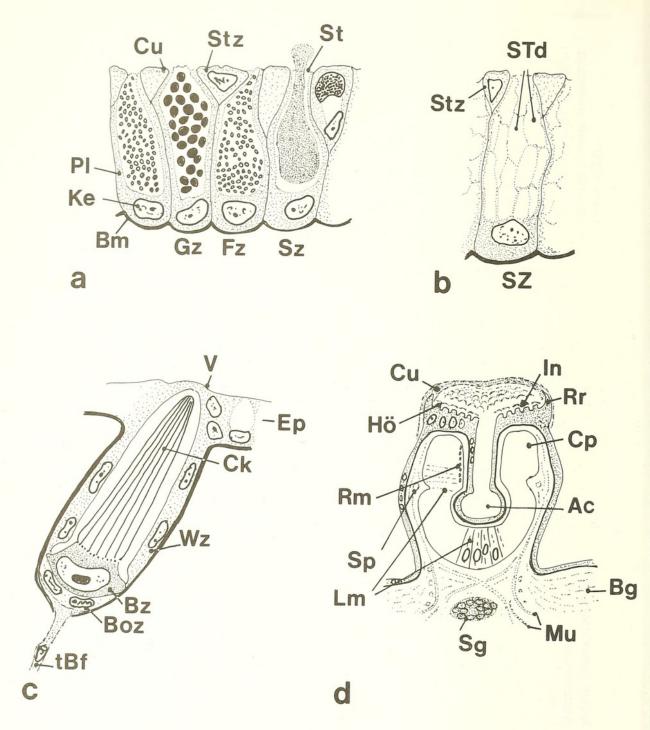
XX: Fermentzellen mit relativ niederen Vakuolen; viele periphere Epidermis- zellen; HO relativ deutlich von übrigen Epidermiszellen getrennt		XIV: erhöhtes einschichtiges Epithel (Abb. 4/8)	XV: Kerne sukzessive sich in zwei Reihen schiebend (Abb. 4/9)	XVI: zweireihige Kerne hochoval (Abb. 4/10)	XVII: erste, noch schmale Vakuolen im zweireihigen Epithel (Abb. 4/11)	XVIII: hohe Schleimzellen; typische Stützzellen (Abb. 4/12)
XX: hochzylindrische Fermentzellen; viele periphere Epidermiszellen; HO infolge der dazwischengeschobenen übrigen epidermalen Drüsenzelltypen nur unscharf von übriger Epidermis getrennt (Abb. 3/8)	XIII: sich zur Bildung eines zwei- reihigen Epithels auseinander- schiebende Kerne (Abb. 3/4)	XIV: zweireihiges Epithel (Abb. 3/10)				XVIII: erste, noch kleine Vakuolen (Abb. 3/11)
XX: relativ niedrige Vakuolen der Fermentzellen (mit feinen Grana), durch relativ breite Plasmazonen getrennt; flache basale Kerne; HO relativ deutlich von übrigen Epidermiszellen getrennt		XIV: erhöhtes, einschichtiges Epithel	XV: einreihige Kerne hochoval (Abb. 2/8)			XVIII: zweireihiges, noch nicht drüsiges Epithel; Stützzellkerne flachgestellt (Abb. 2/9)
	Trichterdrüse (Td)					

Eledone cirrosa	XX: relativ hohe, sehr schmale Schleimzellen, z.T. sezernierend; kleine periphere Stützzellen (Abb. 4/13)			sal- zelle (mit großem Nucleolus) schwach aus Epidermis gegen das Bindegewebe vorgewölbt (Abb. 4/14)	len XIII: großkernige Basalzelle sich aus Epidermis detachierend und kleinen Hohlraum gegen Epidermis bildend (Abb. 4/15)
Octopus vulgaris	XX: sehr breite und hohe Schleimzellen; kleine periphere Stützzellen			XII: großkernige prospektive Basalzelle sich aus Epidermis detachierend (Abb. 3/13)	XIII: Anlage der ersten Wandzellen (Abb. 3/14)
Argonauta argo	XX: wie im Stadium XVIII	X: großkernige prospektive Basalzelle (mit großem Nucleolus) schwach aus Epidermis gegen das Bindegewebe vorgewölbt; prospektive Wandzellkerne schräg gestellt (Abb. 2/10)	XI: KO halbkugelförmig; apikales Basalzell-Plasma dunkel angefärbt; z.T. tiefe Bindegewebsfaser (Abb. 2/11)	XII: Bodenzellen angelagert; beginnende Abknickung des KO in Längsrichtung (Abb. 2/12)	XIII: Basalzelle und Wandzellen in Verwachsung (Abb. 2/13)
		Köllikersche Organe (KO)			

XIV: Anlage der ersten Wandzellen; Basalzellplasma dunkler angefärbt (Abb. 4/16)  XV: Bodenzellen angelagert; KO von dicker Membran umgeben (Abb. 4/17)  XVI: Basalzelle und Wandzellen	verwachsen; z. T. tiefe Bindegewebsfaser (Abb. 4/18)	XVIII: Chitinkegel ausgebildet (Abb. 4/19)	XX: KO von Epidermisoberfläche vorstehend oder gelegentlich durchgebrochen; Wandzellen stark abgeflacht (Abb. 4/20)
XIV: Bodenzellen angelagert (Abb. 3/15)		XVIII: Abscheidung des Chitin- kegels (unter sukzessiver Verlängerung des KO)	XX: KO von Epidermisoberfläche vorstehend; Wandzellen abgeflacht (Abb. 3/17)
	XVII: Beginn der Abscheidung des Chitinkegels (unter sukzessiver Verlängerung des KO); KO von dicken Membranen umgeben (auch gegen Hohlraum um Chitinkegel) (Abb. 2/14)	XIX: KO stark von Epidermis- oberfläche vorstehend (Abb. 2/15)	XX: KO oft durchgebrochen; Wandzellen in Reduktion (Abb. 2/16)

	Argonauta argo	Octopus vulgaris	Eledone cirrosa
Saugnäpfe (Sn)	XII: flache Papille (Abb. 2/17) 2—3 Sn/Arm	XII: flache, rasch höher werdende Papille (Abb. 3/18) 3 Sn/Arm	XII: sehr flache Papille (Abb. 4/21) 1—3 Sn/Arm
	XIII: erhöhte Papille (Abb. 2/18)		XIII: verdicktes Epithel als Anlage des Acetabulums (Brachialnerv deutlich) (Abb. 4/22)
		XIV: Einsenkung des Acetabulums; Cupula vom Bindegewebe abgesetzt (Abb. 3/19)	XIV: bis 5 Sn/Arm
	XV: verdicktes Epithel als Anlage des Acetabulums (Abb. 2/19)	XV: Acetabulum stark eingesenkt; Cupula becherförmig; Epidermis des Infundibulums erhöht (Abb. 3/20)	XV: leichte Einsenkung des Acetabulums; Cupula angedeutet (Abb. 4/23) bis 6 Sn/Arm
	XVI: Cupula vom Bindegewebe abgesetzt (Brachialnerv deutlich) (Abb. 2/20)	XVI: Epidermis des Acetabulums PAS-positiv (→ Sekretion der Cuticula) (Abb. 3/21)	XVI: Cupula (mit Ringmuskulatur) scharf vom Bindegewebe abgegrenzt; Acetabulum stark in becherförmige Cupula eingesenkt (Abb. 4/24)

leichte Einsenkung des  Acetabulums (Abb. 2/21)  : Acetabulum stark einge- senkt;		XVIII: Sn deutlich in Acetabulum und Infundibulum gegliedert; Anlage des peripheren Sphincters; erste Sekretion der Cuticula; Subacetabularganglion deutlich (Abb. 4/25) bis 7 Sn/Arm	XIX: 8 Sn + mehr/Arm	XX: Cupula mit sehr deutlicher Ring- und Längsmuskulatur; Epidermis des Infundibulums mit sezernierten Höckern; intensive Sezernierung der Cuticula (Abb. 4/26) 8—10 Sn/Arm
leichte Einsenkung des Acetabulums (Abb. 2/21)  : Acetabulum stark eingesenkt; Epidermis sekretorisch aktiv (→ Cuticula) (Abb. 2/22)  Epidermis des Infundibulums erhöht; aber noch keine Gliederung in Acetabulum und Infundibulum; noch keine differenzierte Muskulatur (Abb. 2/23) 2—3 Sn/Arm		XVIII: Sn deutlich in Acetabulum und Infundibulum gegliedert; sezernierte zarte Cuticula; laterale, periphere Eindellung des Sn; Bindegewebsmuskulatur; Subacetabularganglion deutlich (Abb. 3/22)		XX: wie im Stadium XVIII 3 Sn/Arm
XX XX	XVII: leichte Einsenkung des Acetabulums (Abb. 2/21)	XVIII: Acetabulum stark einge- senkt; Epidermis sekretorisch aktiv (→ Cuticula) (Abb. 2/22)		XX: Epidermis des Infundibulums erhöht; aber noch keine Gliederung in Acetabulum und Infundibulum; noch keine differenzierte Muskulatur (Abb. 2/23) 2—3 Sn/Arm

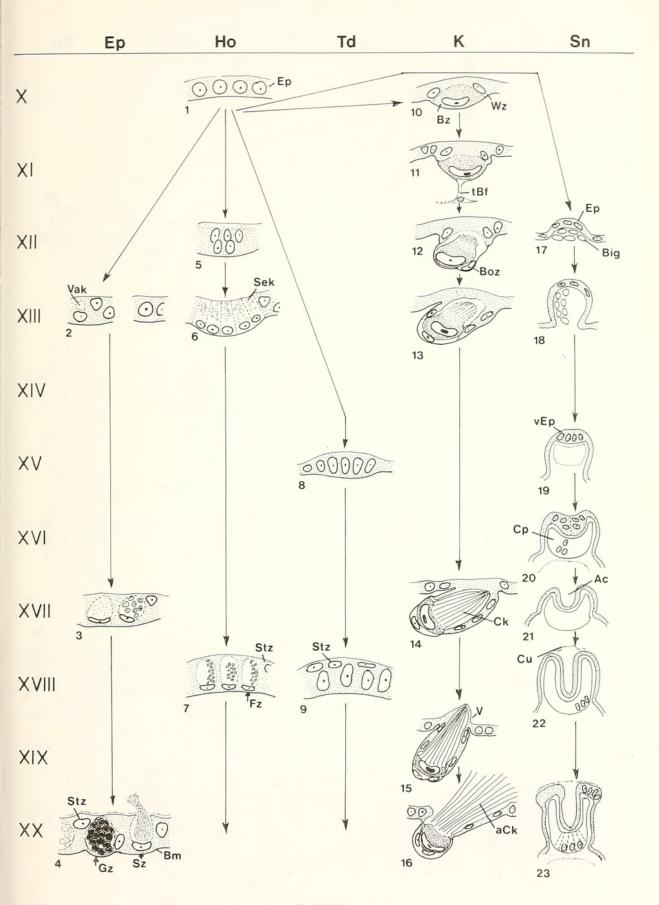


Авв. 1.

Zur Terminologie der Hautdifferenzierungen im Schlüpfmoment bei Octopoden. a: Die unterschiedlichen, in der Epidermis bzw. dem Hoyleschen Schlüpforgan sich findenden Zelltypen; b: Zelltypen der Trichterdrüse; c: Bau der noch nicht durchgebrochenen Köllikerschen Organe; d: Bau der Saugnäpfe.

Ac: Acetabulum (Saugkammer), Bg: Bindegewebe, Bm: Basalmembran (Basallamelle), Boz: Bodenzelle (mesodermal), Bz: Basalzelle (ektodermal), Ck: Chitinkegel (als Abscheidung der Basalzelle), Cp: Cupula (mit Bodenteil und "Wandring"), Cu: Cuticula, Ep: Epidermis, Fz: Fermentzelle (des Hoyleschen Organes), Gz: Granulazelle (Epidermis), Hö: Höcker, In: Infundibulum (Haftring), kDz: kleine Drüsenzelle (Epidermis), Ke: Kern, Lm: Längsmuskulatur, Mu: Muskelfasern im Bindegewebe, Pl: Plasma, Rm: Ringmuskulatur, Rr: Randring, Sg: Subacetabularganglion, Sp: äussere Einkerbung des Sphincters, St: Stoma (Öffnung) der Drüsenzelle, STd: Sekret der Trichterdrüse, Stz: Stützzelle (= oberflächliche, periphere Epidermiszelle), SZ: Schleimzelle (Trichterdrüse), Sz: Schleimzelle (Becherzelle; Epidermis), tBf: tiefe Bindegewebsfaser, V: Vorwölbung des Chitinkegels über die Epidermis, Wz: Wandzelle (ektodermal).

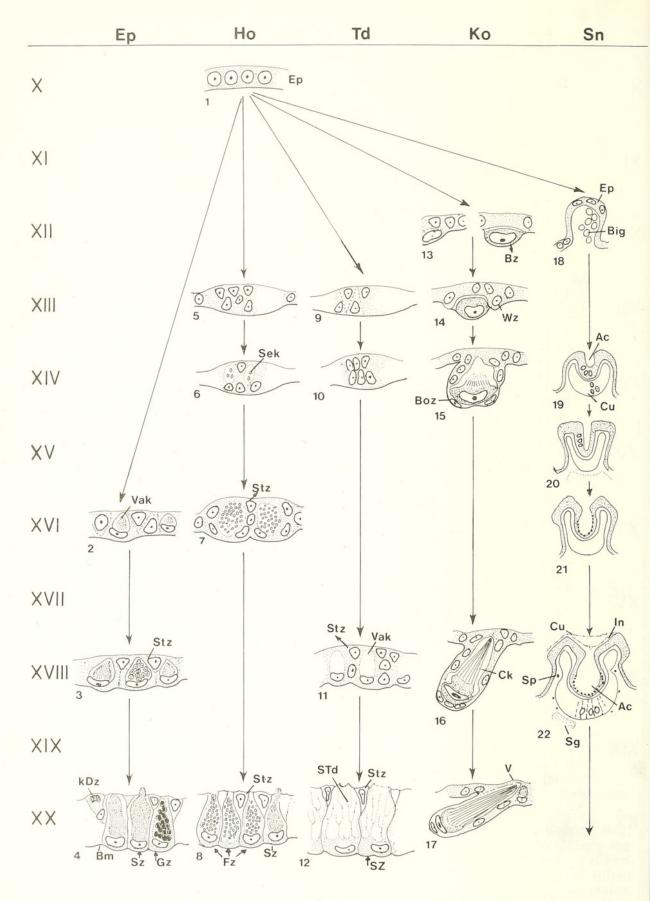
Illustrative rasterelektronenmikroskopische Bilder zur Struktur der Köllikerschen Organe finden sich bei Brocco et al., (1974) bzw. zum Saugnapfbau bei Graziadei & Gagne (1976) oder Nixon-Dilly (1977).



Авв. 2.

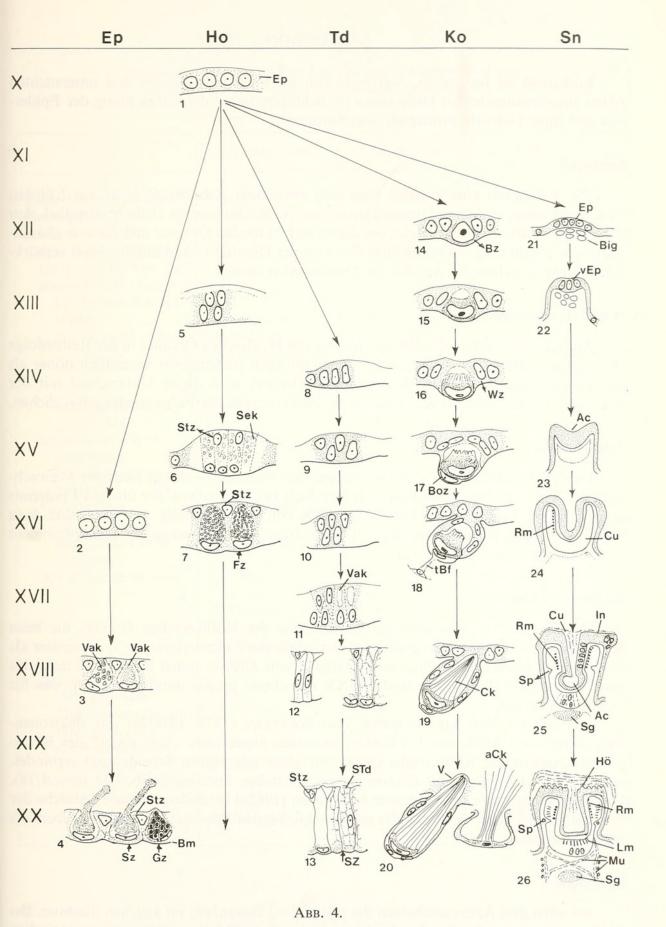
Entwicklung der Hautorgane von Argonauta argo (schematisch).

Die verschiedenen, an sich unterschiedlich großen Organe bzw. Zelltypen sind auf gleiche Größe gebracht. Abkürzungen wie Abb. 1 sowie: aCk: büschelartig aufgesplitterter Chitinkegel, Sek: Sekretion, Vak: Vakuole, vEp: verdickte Epidermis. — Hinsichtlich der Größenbeziehungen konsultiere man Abb. 5.



Авв. 3.

Entwicklung der Hautorgane von *Octopus vulgaris* (schematisch). Abkürzungen wie in den Abb. 1 und 2. — Vgl. die Bemerkungen zu Abb. 2.



Entwicklung der Hautorgane von *Eledone cirrosa* (schematisch). Abkürzungen wie in den Abb. 1 und 2. — Vgl. die Bemerkungen zu Abb. 2.

368 PIO FIORONI

## DISKUSSION

Einleitend sei festgestellt, daß trotz den im Folgenden für die drei untersuchten Arten zusammengestellten Differenzen im Schlüpfmoment die Entwicklung der Epidermis und ihrer Derivate prinzipiell übereinstimmt.

## **Epidermis**

Die anfänglich einschichtige Oberhaut entwickelt sich bei *Octopus* am frühsten weiter und bildet im Schlüpfzustand ein extrem hochzylindrisches Drüsenzellepithel. Am stärksten retardiert ist *Argonauta*; bei dieser Art ist die für *Octopus* und *Eledone* charakteristische regelmäßige zweischichtige Struktur der Oberhaut nicht durchgehend verwirklicht und tritt zudem die Anzahl der Drüsenzellen zurück.

## Hoylesches Schlüpforgan

Andererseits beginnt die Differenzierung des Hoyleschen Organes in der Reihenfolge Argonauta — Octopus — Eledone. Das Schlüpforgan ist temporär wesentlich höher als die übrigen Epidermiszellen. Besonders bei Octopus wird dieser Unterschied mit der Zunahme der Zellhöhe im gesamten Epidermisbereich in der Folge wieder ausgeglichen.

#### Trichterdrüse

Die Trichterdrüse hebt sich bei *Octopus* am frühsten — direkt nach der Verwachsung der Trichterfalten — und etwas später auch bei *Eledone* von der übrigen Epidermis ab. Sie ist bei beiden Arten im Stadium XX voll funktionsfähig. Im Gegensatz dazu weist die erheblich später angelegte Trichterdrüse von *Argonauta* im Schlüpfmoment noch keine drüsigen Sekrete aus.

## Köllikersche Organe

Dagegen ist bei Argonauta die Entwicklung der Köllikerschen Organe, die beim Schlüpfen oft schon pinselartig aufgesplittert sind, stark akzeleriert. Die etwas später als bei Octopus angelegten Köllikerschen Organe von Eledone holen ihren Rückstand bis zum Stadium XVIII auf und sind bei XX manchmal bereits durchgebrochen, was für Octopus nicht gilt.

Erwähnt sei, daß wir die durch Von Boletzky (1973, 1978/79) mit elektronenmikroskopischen Methoden bei *Eledone moschata* abgebildete "tiefe Faser" des Bindegewebes, welche das Köllikersche Organ mit einer subkutanen Scheidewand verbindet,
ebenfalls bei *Argonauta* und *Eledone cirrosa* feststellen konnten (Abb. 2/11 bzw. 4/18).
Die von diesem Autor im Gegensatz zu Fioroni (1962a) besonders betonte Tatsache der
durchgehenden, auch die Basalzelle mit einschließenden Basalmembran konnte ebenfalls
bestätigt werden.

# Saugnäpfe

Bei allen drei Arten erscheinen die ersten 2—3 Saugnäpfe im gleichen Stadium. Bei Eledone cirrosa werden im Laufe der weiteren Entwicklung nicht nur kontinuierlich weitere Saugnäpfe angelegt, sondern sind diese im Stadium XX — auch unter Mitberück-

TAB. 2.

Vergleichende Angaben über Eigröße und Schlüpfzustand von Argonauta argo, Octopus vulgaris und Eledone cirrosa

100	Argonauta argo	Octopus vulgaris	Eledone cirrosa
Eidurchmesser (in mm) Dottergehalt Schlüpfzustand dorsale Mantellänge (in mm) (vgl. Abb. 5a) transitorische Organe: Hoylesches Schlüpf-	0,6:0,8 extrem dotterarm Larve 0,91	1,0:1,8—2,0 dotterarm Larve 1,59—1,72—1,89	3,5:6,0 dotterreich Larve 3,0—4,5
organ Köllikersche Organe	gut entwickelt büschelartig aufgesplittert	gut entwickelt nicht durch die Epidermis durch- gebrochen	gut entwickelt teilweise büschel- artig aufgesplit- tert, z.T. nicht durchgebrochen
Länge (in mm) (vgl. Abb. 5b)	40—45	50—55	50—55
transitorische Kieferzähnelung (vgl. Von Boletzky 1971)	vorhanden	vorhanden	vorhanden
Larvalmuster  zusätzliche Larval-	chromatophoren- arm Arm-Manschetten	chromatophoren- arm fehlend	mehr Chromato- phoren enthaltend fehlend
organe		Temena	Temena
Arme (Länge in mm)	sehr kurz ca. 0,3 (Ventrolateral- arm) — 0,65 (Dorsolateral- arm)	kurz 0,7	lang 2,2
Saugnäpfe Zahl pro Arm	2—3	3	8—10
Durchmesser (in μm) (vgl. Abb. 5c) Lamellen pro Halb-	45	90	190
kieme dorsale Mantellänge in % der adulten	3 (adult bis 13)	5 (adult 8—10)	9 (adult 10—12)
Mantellänge	ca. 0,5	2	3—5

370 PIO FIORONI

sichtigung der mesodermalen Muskulatur — am weitesten differenziert. Octopus zeigt einen etwa dem Stadium XVIII von Eledone entsprechenden Schlüpfzustand der Saugnäpfe, während Argonauta im Stadium XX einen dem Stadium XVI von Octopus nahekommenden Saugnapf-Bau erreicht. Entgegen Eledone weisen Argonauta und Octopus zudem den bereits durch NAEF (1921/28) festgestellten Entwicklungsstop auf, indem sie ihre Saugnapfzahl zwischen den Stadien XII bis XX nicht vermehren.

## Beziehungen der Hautorgane zum Entwicklungstyp

Diese hier für die Hautorgane umrissenen Artunterschiede müssen zum für die untersuchten Arten gleichfalls divergierenden, durch das Schlüpfstadium mit charakterisierten Entwicklungstyp (vgl. Tab. 2 sowie Fioroni 1964, 1977 ff.) in Beziehung gesetzt werden. Argonauta besitzt eine der kleinsten planktontischen Larven der Octopoden (Abb. 5a), die später in den gleichfalls pelagischen Adultzustand übergeht. Sie zeigt zu diesem die größten Unterschiede, wie dies z.B. das trotz dem später niedrigen Cerebralisationsgrad (Wirz 1959) extrem positiv allometrisch entwickelte, mit relativ riesigen Loben bzw. Ganglien versehene Nervensystem und die übergroßen Fernsinnesorgane ausweisen. Dasselbe gilt hinsichtlich des im Vergleich zum Cephalopodium sehr kleinen Eingeweidesackes mit den winzigen Kiemen (Tab. 2). Die Epidermalorgane, besonders die Trichterdrüse, entsprechen dem wenig differenzierten larvalen Zustand. Die im Inneren einer transitorischen Arm-Manschette liegenden Arme sind sehr klein und funktionell wahrscheinlich bedeutungslos; dementsprechend sind die Saugnäpfe nur wenig entwickelt. Andererseits besitzen die wohl v.a. als Auftriebshilfe dienenden Köllikerschen Organe den höchsten Ausbildungszustand. Ebenfalls das Hoylesche Organ ist wohl differenziert, da es wie bei allen Cephalopoden als Schlüpfdrüse dient.

Ein Vergleich zwischen den Larven von Octopus vulgaris und der am weitesten entwickelten, schon Tendenzen zur benthonischen Lebensweise aufzeigenden Eledone cirrosa-Larve (Abb. 5a) zeigt entsprechend für die Saugnäpfe die weiteste histologische Differenzierung bzw. Größe (Tab. 2 und Abb. 5c) bei Eledone; diese ermöglichen ein Festhaften (Von Boletzky 1977a) und gestatten voraussichtlich auch das Erbeuten von größeren Planktontern. Hinsichtlich der Ausgestaltung der übrigen Hautorgane sind im Vergleich zu Octopus nur graduelle Unterschiede da, wenn auch das teilweise frühe "planktontische" Aufbrechen der Köllikerschen Organe von Eledone zu betonen sind.

Besonders bei achtarmigen Tintenfischen ist die unterschiedliche Saugnapfzahl, die in Funktion zur Armlänge steht, ein gutes Kriterium zur Festlegung des Entwicklungstypus (vgl. Fioroni 1977 (mit weiterer Literatur)). Sie ist besonders auch innerhalb des gleichen Genus sehr signifikant.

Tab. 3 zeigt, daß die extremen "Planktonter" *Tremoctopus* und *Argonauta* die geringste Saugnapfzahl pro Arm haben, was auch für planktontische *Octopus*-Arten gilt. Mit Zunahme der Schlüpfgröße steigt die Zahl der Saugnäpfe an, die im übrigen zur dorsalen Mantellänge des Schlüpfstadiums direkt proportional ist (vgl. FIORONI 1977). Auch legt *Eledone cirrosa* — vielleicht im Sinne einer ontogenetischen Rekapitulation ursprünglicher Zustände — wie *Octopus* und *Argonauta* zuerst die typische "Dreizahl" der Saugnäpfe simultan an; nur unterbleibt dann bei ihr der für die extremen planktontischen Octopoden typische Entwicklungsstop in der Saugnapfbildung.

Auffallend ist, daß trotz der sehr unterschiedlichen Größendimension der Larven die Köllikerschen Organe bei allen Arten praktisch gleich lang sind (Tab. 2 sowie Abb. 5; vgl. auch Von Boletzky 1973).

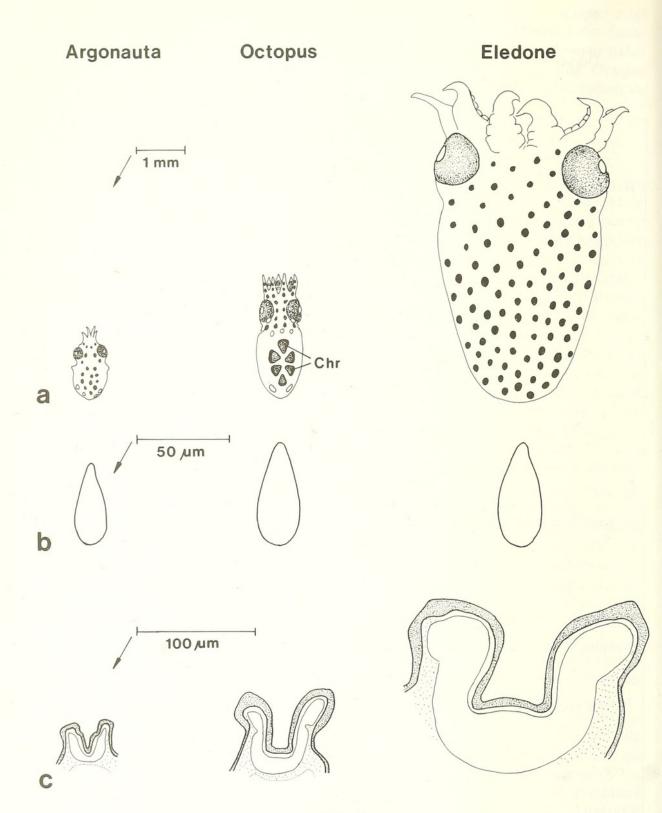
Entsprechend der Annahme der Ursprünglichkeit des planktontischen Entwicklungstypus (vgl. Fioroni 1977 ff., Jägersten 1972 u.a.) deuten wir die im Bezug zur Larven-

Tab. 3.

Dorsale Mantellänge (dMl; in mm), Entwicklungstyp (E; planktontisch (p) bzw. benthonisch (b)) und Saugnapfzahl pro Arm (Sn/A) bei Octopoden.

Art	dM1	Е	Sn/A	Autoren
Octopus vulgaris	1,59—1,72—1,89	p	3	Von Boletzky 1966 Naef 1928
tetricus		p	3	JOLL 1978
salutii		p	4—5	Von Boletzky 1977 <i>a</i> Mangold-Wirz-Von Boletzky-Mesnil 1976 u.a.
maorum dofleini =	4,5	ev. b	7—8	FIORONI 1977
martini		w. p	bis 14	Gabe 1979
joubini	4,5	b	25—26	Von Boletzky 1969 Von Boletzky-Von Boletzky 1969
briareus	5,5—7,5	b	35	Von Boletzky 1969
Scaeurgus unicirrhus		p	4	Von Boletzky 1977 <i>b</i>
Hapalochlaena lunulata	2,3	p	10	Von Boletzky 1977 <i>a</i> Overath-Von Boletzky
maculosa	4,2	b	20— 28	1974 Tranter-Augustine 1973
Robsonella australis	2,3	p	4	Dew 1959
Eledone cirrosa	3,0—4,5	p	8— 10	Von Boletzky 1977 <i>a</i> Fuchs 1973 Mangold-Von
moschata	10	b	ca. 30	Boletzky-Frösch 1971 Von Boletzky 1975 Naef 1928
Tremoctopus violaceus		p	1—3	Naef 1928
Argonauta argo	0,91	p	2—3	Kölliker 1844 Naef 1928

372



Авв. 5.

Vergleich der Schlüpfstadien von Argonauta argo, Octopus vulgaris und Eledone cirrosa.

a: totale Larven; b: Köllikersche Organe; c: Saugnäpfe.

Die Larven bzw. Organe sind jeweils im richtigen Größenverhâltnis dargestellt.

Chr: Chromatophore (Farbzelle).

größe relativ sehr großen Köllikerschen Organe von Argonauta als frühevolutive Anpassung im Sinne einer Auftriebshilfe, die entsprenchend auch ontogenetisch früh angelegt und differenziert wird. Trotz der sekundären Größenzunahme und anderer Abwandlungen bei den größeren Octopoden-Larven — wie eben von Octopus und v.a. Eledone — sind die ursprünglichen Larvalorgane der Köllikerschen Büschel unverändert geblieben.

Die Köllikerschen Organe können zwar auch bei größeren Larven noch büschelartig im Sinne einer Auftriebshilfe aufsplittern; dies ist außer von den sehr kleinen Ocythoë- und Tremoctopus-Larven auch von Bolitaena, diversen Octopus-Arten, Scaeurgus, Eledone-Arten und Eledonella bekannt (vgl. Fioroni 1978 mit weiterer Literatur). Doch dürfte hier unter Funktionswandel des Larvalorganes der durch Von Boletzky (1966, 1973) geforderte Einsatz als passive Schlüpfhilfe, die ein Zurückgleiten der Larve von der Schlüpfspalte in den Eiraum verhindert, in den Vordergrund treten. — Bei Octopus vulgaris brechen die Köllikerschen Organe nicht mehr durch (Fioroni 1962a u.a.) bzw. fehlen diese bei Octopus briareus und maya ganz (Von Boletzky 1973).

Die hier exemplarisch anhand der Hautorgane aufgezeigten Beziehungen zum Entwicklungstyp sollen in der Folge auch mittels anderer Organsysteme, die z.T. noch auffallendere Beziehungen aufweisen, dargestellt werden.

## LITERATUR

- BOLETZKY, S. VON. 1966. Zum Schlüpfen von Octopus vulgaris LAM. Verh. naturf. Ges. Basel 77: 165—170.
  - 1969. Zum Vergleich der Ontogenesen von Octopus vulgaris, O. joubini und O. briareus. Revue suisse Zool. 76: 716—726.
  - 1971. Mandibules denticulées chez les larves des Teuthoides et des Octopodes (Mollusca, Cephalopoda). C. r. hebd. Séanc. Acad. Sci., Paris 272: 2904—2906.
  - 1973. Structure et fonctionnement des organes de Kölliker chez les jeunes octopodes (Mollusca, Cephalopoda). Z. Morph. Tiere 75: 315—327.
  - 1975. Le développement d'*Eledone moschata* (Mollusca, Cephalopoda) elevée au laboratoire. *Bull. Soc. zool. Fr.* 100: 361—367.
  - 1977a. Post-hatching behaviour and mode of life in cephalopods. *Symp. zool. Soc. Lond.* 38: 557—567.
  - 1977b. Le développement embryonnaire de *Scaeurgus unicirrhus*: contribution à l'étude du « Macrotritopus Problem » (Mollusca, Cephalopoda). *Rapp. P.-v. Réun. Comm. Int. Explor. Mer Médit.* 24: 53—63.
  - 1978/79. Nos connaissances actuelles sur le développement des octopodes. *Vie Milieu* 28/29 (Ser. AB): 85—120.
- BOLETZKY, S. von & M. V. von Boletzky, 1969. First results in rearing *Octopus joubini* Robson 1929. Verh. naturf. Ges. Basel 80: 56—61.
- BROCCO, S. L., R. M. O'CLAIR & R. A. CLONEY, 1974. Cephalopod integument: The ultrastructure of Kölliker's organs and their relationship to setae. *Cell Tiss. Res.* 151: 293—308.
- Chun, C. 1902. Über die Natur und die Entwicklung der Chromatophoren bei den Cephalopoden. Verh. Dtsch. Zool. Ges. 12: 162—182.
  - 1904. Jugendliche Octopoden, deren gesamte Körperoberfläche einen Besatz von Borstenbüscheln aufweist. *Vehr. Otsch. zool. Ges.* 14: 243—246.
- Dew, B. 1959. Some observations on the development of two australian octopuses. *Proc. R. Zool. Soc. N. S. W.*, *Mar. Zool.* 1: 44—52.
- FAUSSEK, V. 1901. Untersuchungen über die Entwicklung der Cephalopoden. Mitt. zool. Stn. Neapel 14: 83—237.
- FIORONI, P. 1962a. Die embryonale Entwicklung der Hautdrüsen und des Trichterorgans von Octopus vulgaris LAM. Acta anat. 50: 264—295.

- 1962b. Die embryonale Entwicklung der Köllikerschen Organe von *Octopus vulgaris* LAM. *Rev. Suisse Zool.* 69: 497—511.
- 1963. Zur embryonalen und postembryonalen Entwicklung der Epidermis bei zehnarmigen Tintenfischen. Verh. naturf. Ges. Basel 74: 149—160.
- 1964. Zum embryonalen Größenwachstum bei Tintenfischen. Revue suisse Zool. 71: 777—804.
- 1965. Die embryonale Musterentwicklung bei einigen mediterranen Tintenfischarten. *Vie Milieu* 16 (2A): 655—756.
- 1970. Die embryonale Genese der Chromatophoren bei Octopus vulgaris LAM. Acta anat. 75: 199—224.
- 1977. Die Entwicklungstypen der Tintenfische. Zool. Jb. Anat. 98: 441—475.
- 1978. Cephalopoda, Tintenfische. In: Seidel, F. (ed.): Morphogenese der Tiere. Lieferung 2: G<sub>5</sub>—I. G. Fischer, Jena.
- Fuchs, E. 1973. Zur Embryonalentwicklung von *Eledone cirrosa* LAM. (Cephalopoda, Octopoda). Eine Beschreibung der Embryonalstadien an Hand der Außenmorphologie. *Zool. Jb. Anat.* 91: 19—30.
- GABE, S. H. 1975. Reproduction in the giant octopus of the North Pacific, *Octopus dofleini* martini. Veliger 18: 146—150.
- Graziadei, P. P. C. & H. T. Gagne, 1976. Sensory innervation in the rim of the *Octopus* sucker. J. Morph. 150: 639—679.
- JÄGERSTEN, G. 1972. Evolution of the Metazoen life cycle. A comprehensive theory. *Acad. Press*, London & New York.
- Joll, L. M. 1978. Observations on the embryonic development of *Octopus tetricus* (Mollusca: Cephalopoda). *Aust. J. mar. Freshwat. Res.* 29: 19—30.
- JOUBIN, L. 1891. Sur le développement des chromatophores chez les céphalopodes. C. v. hebd. Séanc. Acad. Sci., Paris 112: 58—60.
  - 1892. Recherches sur la coloration du tégument chez les céphalopodes. *Arch. Zool. exp. gén.* (2) 10: 227—330.
- KÖLLIKER, A. 1844. Entwicklungsgeschichte der Cephalopoden. Zürich.
- Mangold, K., S. von Boletzky & D. Frösch, 1971. Reproductive biology and embryonic development of *Eledone cirrosa* (Cephalopoda: Octopoda). *Mar. Biol.* 8: 109—117.
- Mangold, K., S. von Boletzky & B. Mesnil, 1976. Biologie de reproduction et distribution d'Octopus salutii Vérany (Cephalopoda, Octopoda). Rapp. P.-v. Réun. Comm. Int. Explor. Mer Médit. 23: 87—93.
- NAEF, A. 1921/28. Die Cephalopoden. Fauna e Flora del Golfo di Napoli 35, 2 Bände.
- NIXON, M. & P. N. DILLY, 1977. Sucker surfaces and prey-capture. In: NIXON, M. & J. B. Messenger (eds.): The biology of cephalopods. *Symp. zool. Soc. Lond.* 38: 447—511.
- Orelli, M. von. 1959. Über das Schlüpfen von Octopus vulgaris, Sepia officinalis und Loligo vulgaris. Revue suisse Zool. 66: 330—343.
- Overath, H. & S. von Boletzky, 1974. Laboratory observations on spawning blue-ringed Octopus. Mar. Biol. 27: 333—337.
- PORTMANN, A. 1933. Observations sur la vie embryonnaire de la pieuvre (O. vulgaris LAM.). Arch. Zool. exp. gén. 76: 24—36.
- QUERNER, F. R. von. 1926. Neue Untersuchungen an der Haut junger Octopoden. Verh. zool.bot. Ges. Wien 74—75: 165—168.
- 1927. Die Köllikerschen Büschel jugendlicher Octopoden, nebst einigen Bemerkungen zur Histologie der Haut dieser Formen. Z. Zellforsch. 4: 237—265.
- Tranter, D. J. & O. Augustine, 1973. Observations on the life history of the blue-ringed octopus Hapalochlaena maculosa. Mar. Biol. 18: 115—128.
- Wirz, K. 1959. Etude biométrique du système nerveux des Céphalopodes. *Bull. Biol. Fr. Belg.* 93: 78—117.
- YUNG KO CHING, M. 1930. Contribution à l'étude cytologique de l'ovogénèse, du développement et de quelques organes chez les céphalopodes. *Annls Inst. océanogr. Monaco.* N. S. 7: 299—364.



Fioroni, Pio. 1982. "Zur Epidermis- und Saugnapfentwicklung bei Octopoden, ein entwicklungsgeschichtlicher Vergleich." *Revue suisse de zoologie* 89, 355–374. https://doi.org/10.5962/bhl.part.82448.

View This Item Online: <a href="https://www.biodiversitylibrary.org/item/128870">https://www.biodiversitylibrary.org/item/128870</a>

**DOI:** <a href="https://doi.org/10.5962/bhl.part.82448">https://doi.org/10.5962/bhl.part.82448</a>

Permalink: <a href="https://www.biodiversitylibrary.org/partpdf/82448">https://www.biodiversitylibrary.org/partpdf/82448</a>

## **Holding Institution**

Smithsonian Libraries and Archives

## Sponsored by

**Biodiversity Heritage Library** 

## **Copyright & Reuse**

Copyright Status: In Copyright. Digitized with the permission of the rights holder.

Rights Holder: Muséum d'histoire naturelle - Ville de Genève License: <a href="http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/">http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/</a> Rights: <a href="https://www.biodiversitylibrary.org/permissions/">https://www.biodiversitylibrary.org/permissions/</a>

This document was created from content at the **Biodiversity Heritage Library**, the world's largest open access digital library for biodiversity literature and archives. Visit BHL at https://www.biodiversitylibrary.org.