

Zum Feinbau der Haftscheiben von *Hyla cinerea* (SCHNEIDER, 1799)

(Salientia: Hylidae)

MICHAEL LINNENBACH

Mit 4 Abbildungen

Abstract

The digital pads of *Hyla cinerea* have been studied by scanning electron microscopy. Morphometric calculations reveal that the adhesive disc of the third digit consists of 14 900 (mean value) subunits. These subunits themselves show a pentagonal respectively hexagonal tubelike structure. Between single tubes, gaps of different width are prominent. At the periphery of the adhesive discs a clear demarcation to ordinary epidermal cells is recognizable.

Einleitung

Haftapparate sind im Tierreich weit verbreitet. So findet man sie zum Beispiel bei Fischen (BARGMANN 1973), Krebsen (LINNENBACH & HAUSMANN 1983), Würmern (BÖCKELER & DREYER 1982) und sogar bei Einzellern (HAUSMANN & HAUSMANN 1981). Die Anwendung der Elektronenmikroskopie deckte hierbei zahlreiche, hoch differenzierte Feinstrukturen auf, die, trotz gleicher Funktionalität, einen sehr unterschiedlichen Aufbau aufweisen. Diese strukturelle Formenvielfalt ist selbst bei Tieren gleicher Klasse anzutreffen. Ein Beispiel hierfür sind die zahlreichen Haft- und Hautstrukturen der Reptilien (BÖHME 1971, EIJSDEN 1983, GANS & BARIC 1977, HILLER 1968, MERTENS 1964, RUIBAL & ERNST 1965, SCHLEICH & KÄSTLE 1979, 1982).

Durch die Arbeiten von WELSCH & STORCH (1973) und WELSCH et al. (1974) ist diese strukturelle Vielfalt auch für die Amphibien erkennbar geworden. Die hier vorliegende Arbeit soll ein Beitrag dazu sein, das Verständnis für diese Feinstrukturen zu erweitern und zu vertiefen. Mit Hilfe der REM-Technik und erstmalig unter Hinzunahme der Morphometrie wird ein Einblick in den Feinbau der Haftscheiben von *Hyla cinerea* gegeben. Die dabei erlangten Daten ergänzen die von ERNST (1973 a, b) bereits publizierten Ergebnisse, die allerdings nur auf Untersuchungen mit dem Transmissionselektronenmikroskop — (TEM-Auswertung von Ultradünnschnitten) — basieren.

Material und Methoden

Die für 4 Stunden in 3,5 %igem Glutaraldehyd fixierten Gewebestückchen wurden in einer aufsteigenden Alkoholreihe (50 %/70 %/90 %/100 %iges Ethanol) entwässert und anschließend in einem Critical Point Dryer (BALZERS — Liechtenstein) getrocknet. Nach Befestigung auf Objektträgern wurden die Präparate mit Gold bedampft. Für die Untersuchungen stand ein SEM 505-PHILIPS-Rasterelektronenmikroskop zur Verfügung. Die morphometrischen Berechnungen erfolgten nach folgenden Formeln:

Oberfläche der Haftscheiben: $\frac{\pi \times D^2}{4}$, D = Durchmesser

Oberfläche der Untereinheiten: $\frac{3}{2} r^2 \times \sqrt{3}$

Ergebnisse

Die Haftscheiben-Oberflächen von *Hyla cinerea* stehen nur in geringfügiger Abhängigkeit zu der unterschiedlichen Fingergröße (siehe Tabelle 1). Abbildung 1 zeigt die Unterseite des 3. Fingers der rechten Vorderextremität in der Übersicht. Auffällig ist hierbei die Abgrenzung der Haftscheibe von der übrigen Fingerepidermis. Dies ist besonders im Fingerspitzenbereich erkennbar (Abb. 2). Bei höherer Auflösung erweist sich die Oberfläche des Haftapparates als ein komplexer Zusammenschluß zahlreicher kleiner Untereinheiten, die vom ersten optischen Eindruck her an ein wabenartiges Muster erinnern (Abb. 3). Da diese Substrukturen alle eine relativ einheitliche Oberfläche besitzen ($63 \mu\text{m}^2$), kann

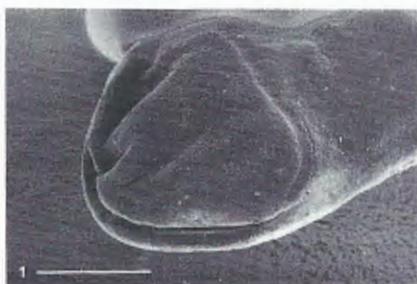


Abb. 1. Haftscheibe des 3. Fingers von *Hyla cinerea* in der Übersicht. Vergr.: 60 \times . Maßstrich = 0.5 mm.

Topographical survey about the digital pad of the third finger of *Hyla cinerea*. Magn.: 60 \times . Bar = 0.5 mm.

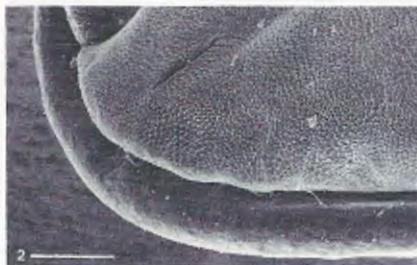


Abb. 2. Ausschnittvergrößerung von Abb. 1. Erkennbar wird die wabenartige Feinstruktur der Haftscheibe. Vergr.: 230 \times . Maßstrich = 100 μm .

Detail of Fig. 1. The honeycomb pattern of the digital pad is visible. Magn.: 230 \times . Bar = 100 μm .

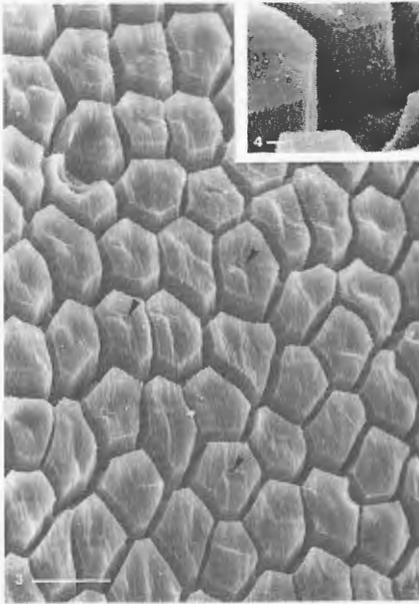


Abb. 3. Das Wabenmuster setzt sich aus pentagonalen und hexagonalen Untereinheiten zusammen. Bemerkenswert sind die kleinen Einbuchtungen (Pfeilköpfe) sowie die unterschiedlich weiten Spaltöffnungen. Vergr.: 2400 \times . Maßstrich = 10 μ m.

The honeycomb pattern consists of pentagonal and hexagonal subunits. Note the little depressions (arrowheads) and the differently spaced clefts. Magn.: 2400 \times . Bar = 10 μ m.

Abb. 4. Bei schräger Aufsicht auf die Untereinheiten werden lamellenartige, epidermale Strukturen sichtbar. Vergr.: 5 000 \times . Maßstrich = 1 μ m.

Oblique view of subunits reveals laminated projections. Magn. 5 000 \times . Bar = 1 μ m.

man mit Hilfe von morphometrischen Berechnungen auf ihre Gesamtzahl pro Haftscheibe schließen. Im Falle des hier abgebildeten Haftorgans ergibt sich daraus ein Wert von etwa 14 940 Untereinheiten. Auf Abbildung 3 erkennt man weiterhin, daß diese Feinstrukturen aus kurzen (6,5 μ m) pentagonalen und hexagonalen Säulen aufgebaut sind, die bisweilen an ihrer oberen Begrenzungsfläche kleine, im Zentrum lokalisierte Einbuchtungen aufweisen. Dieser „Säulenwald“ zeigt vermutlich aus Gründen der Stabilität eine unregelmäßige, versetzte Anordnung. Bei schräger Aufsicht in die freiliegenden Zwischenräume wird an den Säulenseiten eine lamellierte Oberflächenstruktur sichtbar (Abb. 4). Hierbei handelt es sich um winzige epidermale Ausstülpungen, über deren Funktion noch nichts bekannt ist.

Finger	Fläche d. Haftscheibe (mm ²)	Anzahl d. Untereinheiten
1	0,82	13 000
2	1,21	19 060
3	0,97	14 940
4	1,08	16 880

Tab. 1. Morphometrischer Überblick über die Flächen- und Strukturverhältnisse von Haftscheiben der rechten Vorderextremität (Mittelwerte).

Morphometrical survey about areas and numbers of subunits of digital pads (mean values).

Diskussion

Die Feinstrukturen der Haftballen von *Hyla cinerea* sind mit dem Haftballenfeinaufbau von Rhacophoriden vergleichbar. Auch die Haftscheiben von *Rhacophorus javanus*, *R. leucomystax* und *R. reinwardti* setzen sich in ihrer Substruktur aus kleinen, meist hexagonalen Elementen zusammen (WELSCH et al. 1974). Der gesamte Haftapparat weist ebenfalls eine wabenartige Strukturierung auf. Es hat aber den Anschein, daß die Adhäsionsoberflächen der einzelnen Untereinheiten um etwa $\frac{1}{3}$ kleiner sind (*R. leucomystax*, $45 \mu\text{m}^2$ — *H. cinerea*, $63 \mu\text{m}^2$). Dies würde bedeuten, daß die Haftballen von Flugfröschen im Vergleich zu den Haftballen von *H. cinerea* flächenanteilig aus noch mehr Untereinheiten zusammengesetzt sind. Bezüglich der Adhäsion wäre dadurch ein gesteigerter Wirkungsgrad denkbar.

Wie bei *H. cinerea* besitzen auch die Haftballen-Untereinheiten der Rhacophoriden an den oberen Begrenzungsflächen kleine Einbuchtungen. In den Untereinheiten selbst wurde die Existenz kontraktiler Faserbündel (Tonofilamente) nachgewiesen (ERNST 1973 a, WELSCH et al. 1974). Die genannten Autoren weisen auch auf die unterschiedlichen Spaltlumina zwischen den Untereinheiten hin. Auf Grund des zitierten Datenmaterials und eigener Beobachtungen folgere ich, daß es sich bei diesen Untereinheiten um winzige Saugnapfindividuen handeln könnte. Sicherlich übersteigt das komplexe Zusammenspiel zigtausender Saugnäpfe unsere Vorstellungskraft. Doch das Resultat zeigt sich in der Fähigkeit eines Laubfrosches, selbst an spiegelglatten Flächen mühelos emporzuklettern.

Aller Wahrscheinlichkeit nach basieren die beachtlichen Adhäsionsleistungen von Hyliden und Rhacophoriden nicht allein auf physikalischen Effekten. Der Nachweis weitlumiger Schleimdrüsen unterhalb der Haftballen (ERNST 1973 b, WELSCH et al. 1974) sowie das Vorhandensein zahlreicher vesikulärer Strukturen im Haftballengewebe lassen auf eine zusätzliche sekretorische Unterstützung schließen. Ein Beweis hierfür steht nach meiner Kenntnis aber noch aus.

Dank

Herr Prof. Dr. N. PAWELETZ, Institut für Zell- und Tumorforschung, Deutsches Krebsforschungszentrum Heidelberg, machte die Arbeit am SEM 505-Philips-Rasterelektronenmikroskop möglich.

Zusammenfassung

Die Haftscheiben von *Hyla cinerea* werden auf ihre Feinstruktur mit Hilfe des Rasterelektronenmikroskops untersucht. Durch die Anwendung morphometrischer Berechnungen werden deren Flächen- und Strukturverhältnisse großenteils erfaßt.

Schriften

- BARGMANN, W. (1973): Zur Histologie der Saugplatte des Schiffshalters *Echeneis naucrates* L. — Z. Zellforsch., Berlin **139**: 149-170.
- BÖCKELER, W. & H.-P. DREYER (1982): Haft- und Klammerorgane von Binnenschmarotzern im rasterelektronenmikroskopischen Bild. — Mikrokosmos, Stuttgart, **9**: 257-262.
- BÖHME, W. (1971): Über das Stachelepithel am Hemipenis lacertider Eidechsen und seine systematische Bedeutung. — Z. zool. Syst. Evol.-Forsch., Hamburg, **9**: 187-223.
- EIJSDEN, E. H. T. v. (1983): Der haftfähige Greifschwanz des europäischen Blattfingergekko *Phyllodactylus europaeus* GENÉ. Salamandra, Bonn, **19** (1/2): 1-10.
- ERNST, V. V. (1973 a): The digital pads of the tree frog *Hyla cinerea*. I. The epidermis. — Tissue & Cell, Edinburgh, **5**: 83-96.
- (1973 b): The digital pads of the tree frog *Hyla cinerea*. II. The mucous glands. — Tissue & Cell, Edinburgh, **5**: 97-104.
- GANS, C. & D. BARIC (1977): Regional specialisation of reptilian scale surfaces: Relation of texture and biologic role. — Science, New York etc., **195**: 1348-1350.
- HAUSMANN, K. & E. HAUSMANN (1981): Structural studies on *Trichodina pediculus* (Ciliophora, Peritricha) II. The adhesive disc. — J. Ultrastruct. Res., New York/London, **74**: 144-155.
- HILLER, U. (1968): Untersuchungen zum Feinbau und zur Funktion der Haftborsten von Reptilien. — Z. Morph. Tiere, Berlin, **62**: 307-362.
- LINNENBACH, M. & K. HAUSMANN (1983): Die Karpfenlaus *Argulus*: Ein Ektoparasit an Fischen mit interessanten Feinstrukturen. — Mikrokosmos, Stuttgart, **3**: 70-74.
- MERTENS, R. (1964): Der Eidechschenschwanz als Haftorgan. Senck. biol., Frankfurt/M., **45**: 117-122.
- RUIBAL, R. & V. V. ERNST (1965): The structure of the digital setae of lizards. — J. Morph., Philadelphia, **117**: 271-293.
- SCHLEICH, H.-H. & W. KÄSTLE (1979): Hautstrukturen als Kletteranpassungen bei *Chamaeleo* und *Cophotis*. — Salamandra, Frankfurt/M., **15**: 95-100.
- [1982] (1984): Hautstrukturen an Zehen und Schwänzen einiger Agamiden. — Salamandra, Frankfurt/M., **18** (3/4): 322-329.
- WELSCH, U. & V. STORCH (1973): Die Feinstruktur verhornter und nicht verhornter ektodermaler Epithelien und der Hautdrüsen embryonaler und adulter Gymnophionen. — Zool. Jb. Abt. Anat. u. Ontog., Jena, **90**: 323-342.
- WELSCH, U., V. STORCH, & W. FUCHS (1974): The fine structure of the digital pads of rhacophorid tree frogs. — Cell Tiss. Res., Berlin, **148**: 407-416.

Eingangsdatum: 27. Juli 1984

Verfasser: Dipl.-Biol. MICHAEL LINNENBACH, Zoologisches Institut I (Morphologie/Ökologie); Im Neuenheimer Feld 230, D-6900 Heidelberg 1.