

## Hautstrukturen als Kletteranpassungen bei *Chamaeleo* und *Cophotis*

(Reptilia: Sauria: Chamaeleonidae, Agamidae)

HANS-HERMANN SCHLEICH & WERNER KÄSTLE

Mit 12 Abbildungen

Die Arbeiten über Feinstrukturen der Reptilien-Oberhaut (zum Beispiel GANS & BARIC 1977, RUIBAL & ERNST 1965, HILLER 1968) weisen auf eine erstaunliche morphologische Vielfalt hin, deren ökologische Bedeutung aufgeklärt werden konnte. So ergab der Vergleich der Haftborsten an den Unterseiten der Zehen von Geckos und Anolis eine Reihe von Übereinstimmungen, die als konvergente Anpassungen an das Laufen auf glatten Flächen gedeutet werden. GANS & BARIC (1977) untersuchten die Strukturen auf Schuppen von Schildschlangen (Uropeltidae) und fanden sehr scharfe Abgrenzungen zwischen Hautbereichen unterschiedlicher Funktion.

Die Grundlage der vorliegenden Arbeit bilden Rasterelektronenmikroskop-Aufnahmen, die von H.-H. SCHLEICH von goldbedampften, getrockneten Alkoholpräparaten angefertigt wurden. Die Beobachtung, daß sich der Greifschwanz eines Chamäleons an der Unterseite seiner Spitze ähnlich anfühlt wie die Haftlamellen eines Geckos, führte zu der Suche nach entsprechenden Strukturen.

Wie die Abb. 1-8 zeigen, tragen die Schuppen an der Unterseite der Zehen und der Schwanzspitze dichtstehende Haftborsten. Im Gegensatz zu Geckonen sind diese aber weder verzweigt noch am Ende verbreitert. Die Haftborsten der untersuchten Chamäleons (einschließlich des nicht abgebildeten *Chamaeleo fischeri*) sind zylinder- oder kegelförmig und ähnlich denen, die am Rand der Haftpolster von Geckonen und Anolis stehen (HILLER 1968: Abb. 32). Mit einer Länge von 1,5 bis 1,7  $\mu\text{m}$  liegen sie auch in deren Größenordnung. Umklammert ein Chamäleon einen dicken Ast, so kann es sich an ihm mit seinen Krallen festhalten. An einem dünnen Zweig findet es aber nur mit Hilfe der Greifflächen Halt.

Der Widerstand, der verhindert, daß das Tier abgleitet, wird mit dem physikalischen Fachausdruck Haftreibungswiderstand bezeichnet. Er ist gleich dem Produkt aus einer Konstanten, die von der Beschaffenheit der Oberflächen

(Zweig und Chamäleonhaut) abhängig ist und der Kraft, mit der der Gegenstand auf die Unterlage gedrückt wird (Normalkraft):

$$\text{Haftreibungswiderstand} = \text{Haftreibungskoeffizient} \times \text{Normalkraft.}$$

Es gibt demnach zwei Möglichkeiten, den Haftreibungswiderstand zu erhöhen: Vergrößerung des Koeffizienten oder Vergrößerung der Normalkraft. Für eine kletternde Echse bedeutet das entweder die Änderung der Hautstruktur oder die Verstärkung der Muskelkraft, mit der die Finger und Zehen gegen die Unterlage gedrückt werden. Die zweite Methode ist für das Tier „kostspieliger“, da die Muskelarbeit Energie verbraucht, wodurch sich der Nahrungsbedarf erhöht. Die Ausbildung von Hafteinrichtungen hilft also Energie sparen. Dadurch gewinnt eine Art Vorteile gegenüber den Konkurrenten, die mit den verfügbaren Nährstoffen weniger „haushälterisch“ umgehen können. Es werden zum Beispiel Hungerzeiten besser überstanden oder mehr Nachkommen produziert. Derartige Überlegungen spielen in neuerer Zeit bei der Deutung von Evolutionsvorgängen eine wichtige Rolle (BONIK & al. 1977).

---

Abb. 1. *Chamaeleo pumilus*. Schuppen der Zehenunterseite; Mitte der Zehenfläche mit Kletterpolster.

*Chamaeleo pumilus*. Scales on the under surface of digits with scansorial pads.

Abb. 2. *Chamaeleo pumilus*. Kletterborsten; Ausschnitt aus Abb. 1.

*Chamaeleo pumilus*. Setae; section from fig. 1.

Abb. 3. *Chamaeleo pumilus*. Unterseite der Schwanzspitze; Grenze des Kletterpolsters (Unterseite nach oben).

*Chamaeleo pumilus*. Under surface of tail tip; border of scansorial pad (upside down).

Abb. 4. *Chamaeleo pumilus*. Ausschnitt aus Abb. 3.

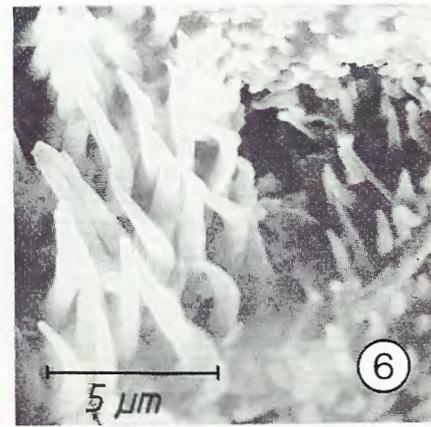
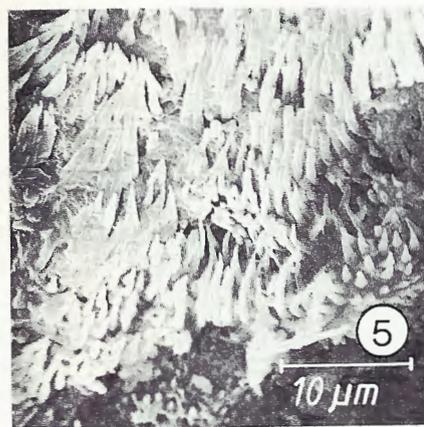
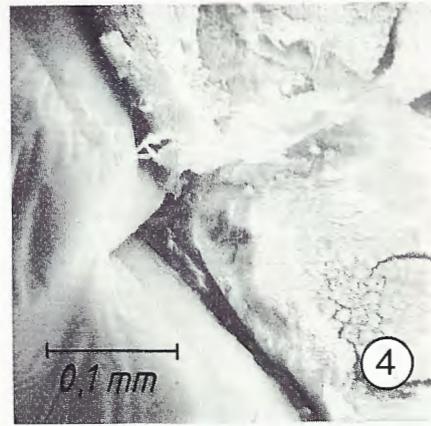
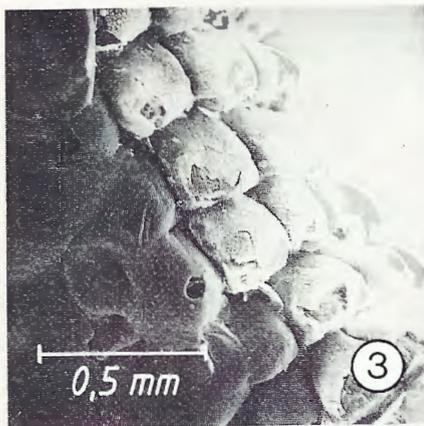
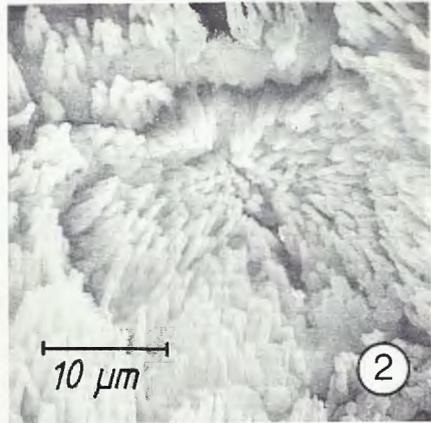
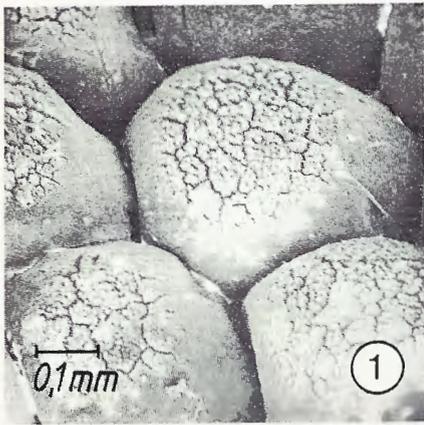
*Chamaeleo pumilus*. Section from fig. 3.

Abb. 5. *Chamaeleo pumilus*. Ausschnitt aus Abb. 4. Haftpolster am Rand mit einzeln stehenden, kurzen Borsten, die gegen die Schuppenmitte länger werden und dichter stehen. Einzelne Borsten mit gespaltenem Ende.

*Chamaeleo pumilus*. Section from fig. 4. Scansorial pad with sparse setae on the margin. They are longer and much denser towards the scale center. Some setae show a cleft termination.

Abb. 6. *Chamaeleo pumilus*. Einzelne Borsten aus Abb. 5.

*Chamaeleo pumilus*. Single setae from fig. 5.



Einen völlig anderen Bau als bei den Chamäleons zeigen die Schuppen auf der Fuß-Unterseite der Taubagame *Cophotis ceylanica* (Abbildungen siehe KÄSTLE 1966). Diese relativ kleine Art (Kopf-Rumpflänge etwa 7 cm) lebt als langsamer Kletterer auf Gebüsch im kühlen und regenreichen Hochland Ceylons. Jede Schuppe (Abb. 9-12) trägt in der Mitte einen kegelförmigen Hornzapfen mit nach hinten gerichteter Spitze als „Steigeisen“. Der Rest der Schuppe ist mit einem wabenförmigen Muster von Hornkanten bedeckt. Hornzapfen und Kanten gewähren einen intensiven Kontakt mit Rauigkeiten der Unterlage. Auch hier ist, wie bei den Chamäleons, die Abgrenzung zu den benachbarten unspezialisierten Schuppen sehr scharf.

Taubagamen klettern anders als Chamäleons. Auf dünnen, glatten Zweigen sind sie recht unbeholfen. Am geschicktesten steigen sie auf rauhen, horizontalen Ästen herum, die die Verwendung der nadelspitzen Krallen gestatten. An senkrechten Pflanzenteilen können sie sich nur dann längere Zeit festhalten, wenn die Krallen Halt finden.

Ob die verschiedenen Oberflächenstrukturen jeweils Spezialanpassungen an etwas verschiedene Lebensweisen darstellen oder nur zwei unterschiedliche Lösungen für das gleiche Problem sind, kann nur durch weitere Untersuchungen entschieden werden. Von Interesse ist hier auch die Abwandlung der Strukturen im Lauf der Individualentwicklung oder innerhalb taxonomischer Gruppen. Es wäre denkbar, daß die Zahl der Haftschuppenreihen auf Chamäleonzehen als systematisches Unterscheidungsmerkmal verwendbar ist. Die Verwendbarkeit von Hautstrukturen für taxonomische Aussagen wurde von BÖHME (1971) bewiesen. Die Materialbeschaffung ist problemlos, da sich die Oberhaut konservierter Tiere nicht gravierend verändern dürfte.

#### Z u s a m m e n f a s s u n g

Die Schuppen auf der Unterseite von Zehen und Schwanzspitze bei Chamäleons weisen borsten- und kegelförmige Epithelialstrukturen auf, die als Kletteranpassungen zu deuten sind. Bei *Cophotis* tragen die Schuppen der Zehenunterseite einen hakenförmigen Fortsatz, der von wabenförmig angeordneten Hornkanten umgeben ist.

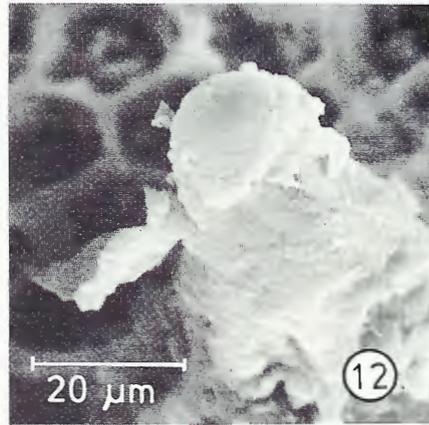
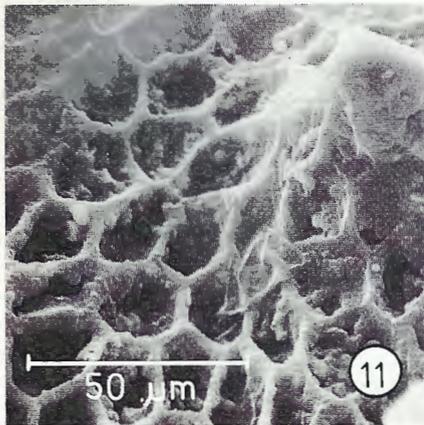
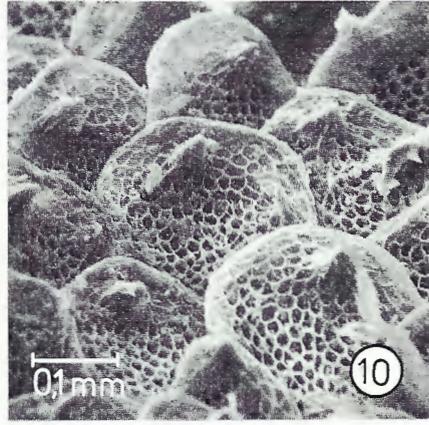
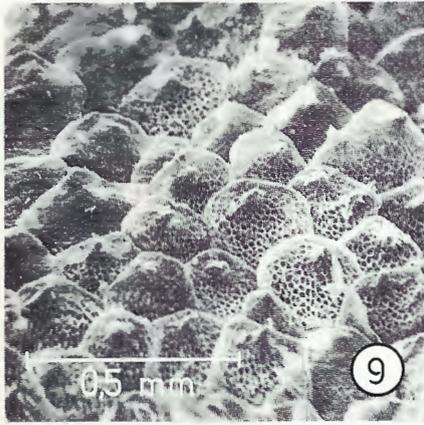
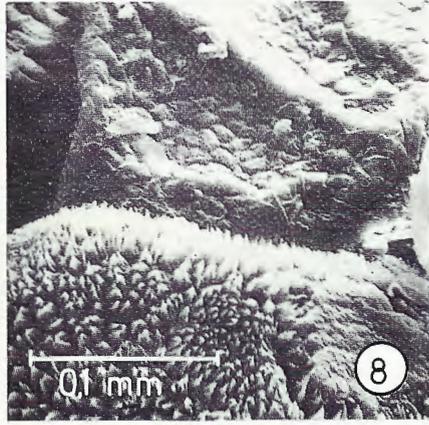
---

Abb. 7-8. *Chamaeleo bitaeniatus*. Schwanzunterseite, Grenze des Haftpolsters. Die Schuppen sind wesentlich kantiger als bei *Ch. pumilus*.

*Chamaeleo bitaeniatus*. Under surface of tail, margin of scansorial pad. The scales are more angular than in *Ch. pumilus*.

Abb. 9-12. *Cophotis ceylanica* (Agamidae). Schuppen der Fußunterseite mit Kletterhaken und Hornkanten.

*Cophotis ceylanica* (Agamidae). Scales on the under surface of foot with scansorial hook and honeycomb edges.



## Summary

The scales on the under surfaces of digits and the tail tip in chameleons are provided with bristle- and cone-shaped structures which are interpreted as scansorial adaptations. In *Cophotis* the scales on the under surface of the feet bear a crooked projection surrounded by edges in a honeycomb pattern.

## Schriften

- BÖHME, W. (1971): Über das Stachelepithel am Hemipenis lacertider Eidechsen und seine systematische Bedeutung. — Z. zool. Syst. Evol.-Forsch., 9: 187-223. Hamburg.
- BONIK, K., GUTMANN, W. F. & PETERS, D. S. (1977): Optimierung und Ökonomisierung im Kontext der Evolutionstheorie und phylogenetischer Rekonstruktionen. — Acta biotheoret., 26: 75-119. Leiden.
- GANS, C. & BARIC, D. (1977): Regional specialisation of reptilian scale surfaces: relation of texture and biologic role. — Science, 195: 1348-1350.
- HILLER, U. (1968): Untersuchungen zum Feinbau und zur Funktion der Haftborsten von Reptilien. — Z. Morph. Tiere, 62: 307-362. Berlin.
- KÄSTLE, W. (1966): Beobachtungen an ceylonesischen Taubagamen (*Cophotis ceylanica*). — Salamandra, 2: 78-87. Frankfurt am Main.
- MERTENS, R. (1964): Der Eidechschwanz als Haftorgan. — Senckenbergiana biol., 45: 117-122. Frankfurt am Main.
- RUIBAL, R. & ERNST, V. (1965): The structure of the digital setae of lizards. — J. Morph., 117: 271-293. Philadelphia.

Verfasser: Dipl.-Geol. HANS-HERMANN SCHLEICH, Institut für Paläontologie und Historische Geologie, Richard-Wagner-Straße 10, 8000 München 2.  
Dr. WERNER KÄSTLE, Pelkovenstraße 117, 8000 München 50.