©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

Ann. Naturhistor. Mus. Wien	78	485—494	Wien, Dezember 1974

Der Sohlenhaftmechanismus von *Dryomys laniger*[1])

I. Teil: Makroskopische Untersuchung
F. SPITZENBERGER[2])

II. Teil: Mikroskopische Untersuchung
G. EBERL-ROTHE[3])

(Mit 3 Tafeln)

Manuskript eingelangt am 28. Juni 1974

I. Teil

Makroskopische Untersuchung

1966 wurde im Kohu Dağ (W-Taurus, Türkei) ein naher Verwandter des Baumschläfers entdeckt. Obwohl zunächst nur ein Exemplar zur Verfügung stand, konnte er als eigene Art — *Dryomys laniger* FELTEN & STORCH 1968 — erkannt und beschrieben werden. Mittlerweile liegen von 4 Fundorten im südanatolischen Taurus-Gebirge insgesamt 27 Exemplare dieses interessanten Schläfers vor (SPITZENBERGER 1973). Nach kritischem Vergleich mit allen beschriebenen Baumschläferrassen läßt sich *D. laniger* wie folgt charakterisieren: Es handelt sich allem Anschein nach um einen Endemiten des Taurus, der in weitaus höherem Grad als sein Gattungsverwandter an das Leben in felsigen Biotopen angepaßt ist. Die bisher bekannten Fundorte liegen ausnahmslos in Karstgebieten, wo *D. laniger* in Felsspaltensystemen lebt. Häufig sind die von ihm bewohnten Biotope fast oder ganz vegetationsfrei. Als spezialisierter Bewohner extremer Karstlandschaften weist *D. laniger* erwartungsgemäß morphologische Anpassungen auf. So kennzeichnet ihn sein silbergraues weiches Fell schon äußerlich als Felsbewohner. Daß er darüber hinaus einer der spezialisiertesten Felskletterer unter den Säugetieren ist, entdeckte ich durch Zufall, als ich einen Felsenschläfer, wie ich das Tier deutsch nennen möchte, in seiner natürlichen Umwelt beobachten konnte. Mit den als Adaption zum Klettern auf Fels interpretierbaren anatomischen und histologischen Merkmalen beschäftigt sich die vorliegende Arbeit.

---

[1]) Herrn Prof. Dr. Alfred PISCHINGER zum 75. Geburtstag gewidmet.

[2]) Dr. Friederike SPITZENBERGER, Säugetiersammlung, Naturhistorisches Museum Wien, Burgring 7, Postfach 417, A-1014 Wien.

[3]) Prof. Dr. Gertrude EBERL-ROTHE, Histolog.-Embryolog. Institut der Universität Wien, Schwarzspanierstr. 17, A-1090 Wien.

©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

1. Beobachtung

Am 31. Juli 1970 entdeckten meine Begleiter und ich gegen 19 Uhr 30 bei starker Dämmerung in einer etwa 2000 m hoch gelegenen Halbhöhle im Mittleren Taurus S von Madenköy (Vil. Nigde) ein langschwänziges Tier, das flink mit platt an den Felsen gedrücktem Körper zuerst mit nach unten gekehrtem Rücken die Decke der Halbhöhle querte und dann auf der senkrechten Felswand bald nach unten, bald nach oben lief und in Rissen und Höhlungen der Wand kurz verweilte. Die Geschwindigkeit und Sicherheit der Bewegung, besonders aber auch die reptilienhafte Haltung des Körpers, der beim Laufen immerzu flach an den Felsen gedrückt wurde, sodaß die Füße seitlich daneben aufsetzten, ließen mich zunächst an einen Gecko oder eine Agame denken. Im Lichte der Taschenlampe entpuppte sich der gewandte Kletterer jedoch als *Dryomys laniger*.

2. Beschreibung der Volarhaut der Hände und Füße

Taf. 1, Fig. 1 und 2 zeigen die Sohlenflächen eines linken Vorder- und eines linken Hinterfußes von *D. laniger*. Die Aufnahmen stammen von in Formol fixiertem Material, das im Vergleich zum Zustand am lebenden oder frischtoten Tier bereits eine gewisse Schrumpfung und Verhärtung aufweist. Dennoch lassen sich die wesentlichen Merkmale gut erkennen.

Die interdigitalen oder basalen Pelotten erfüllen gemeinsam mit Thenar und Hypothenar die Fläche der Palma fast zur Gänze und sind so angeordnet, daß sie einen fast vollständig geschlossenen Kranz bilden. Die Fläche der Planta ist größer und wird nicht einmal zur Hälfte mit Pelotten bedeckt. Die 4 distalen Ballen schließen ein proximal geöffnetes Dreieck zwischen sich ein, Thenar und Hypothenar stehen allein. Die einzelnen Pelotten sind mächtig entwickelte, durch tiefe Furchen voneinander getrennte Kissen. Am frischtoten Schläfer sind sie äußerst weich und fast durchscheinend, lassen sich beliebig verformen und erinnern an flüssigkeitsgefüllte Bläschen. Die Haut zwischen den Pelotten, besonders gut am Fuß zu sehen, ist nicht glatt, sondern ebenfalls in weiche, jedoch kleine und unregelmäßig geformte Schwielenpolster unterteilt.

Jede Zehe ist unterseits mit einem dicken weichen Sohlenkissen ausgestattet. Es ist bei allen Zehen nach folgendem Muster gegliedert: Von einer sich über die gesamte Zehenlänge erstreckenden Längsfurche gehen in fast regelmäßigen Abständen nach links und rechts Seitenfurchen aus. Dieses Muster erinnert an jenes, das die lamellenförmigen Schuppen auf der Zehenunterseite der Halbfingergeckos (*Hemidactylus*) bilden.

Am apicalen Zehenteil sitzen mächtige, vor allem an den Zehen des Fußes besonders stark entwickelte Digital- oder Nagelballen. Diese sind beim lebenden oder frischtoten Tier von kugelförmiger Gestalt, besitzen dieselbe weiche Beschaffenheit wie die weiter proximal gelegenen Ballen und sind so groß, daß, von der Sohlenfläche her betrachtet, der schwache, wenig ge-

©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

krümmte Nagel nicht zu sehen ist. Daß diesen Nägeln eine Funktion beim Klettern, bzw. Laufen auf stark geneigten oder senkrechten Felsplatten zukommt, ist also gar nicht möglich.

3. Überlegungen zur Mechanik des Haftkletterns.

Müheloses Laufen auf stark geneigten glatten Flächen ohne Gebrauch von Krallen ist von Vertretern mehrerer Säugetierordnungen bekannt geworden. Schon BRUCE (1790) entdeckte und beschrieb die merkwürdige, durchaus an die oben beschriebenen Verhältnisse bei *D. laniger* erinnernde Beschaffenheit des Klippschliefer-(*Hyrax*)-Fußes. SCHWEINFURTH (1874) berichtete von der Fähigkeit von *Hyrax*, auf senkrechten Felsplatten geschickt umherzulaufen, und beschrieb, daß ein verwundeter Schliefer, den er von der glatten Granitplatte nehmen wollte, erstaunlich fest daran haftete. DOBSON (1876) bildete den Fuß einer sich häufig quadruped fortbewegenden und gut kletternden neuseeländischen Fledermaus, *Mystacina tuberculata*, ab. Der Bau der Zehenunterseite gleicht in verblüffender Weise dem der Felsenschläferzehen. Die überaus bemerkenswerten Haftscheiben an den Extremitäten zweier anderer Fledermausgattungen (*Thyroptera* und *Myzopoda*) wurden ebenfalls schon sehr früh bekannt. Während man den Gebrauch dieser Organe als Kletterhilfe bei *Thyroptera* kennt, gibt es noch keine Beobachtungen über die Funktion der Haftscheiben bei *Myzopoda*. Eine moderne Bau- und Funktionsanalyse dieser Gebilde lieferte erst jüngst SCHLIEMANN (1970). MOHNIKE (1879) beobachtete diverse ostasiatische Makakenarten beim Klettern auf glatten und stark geneigten Flächen und postulierte nach dem Studium der Sohlenflächen anderer (felsbewohnender) Makaken und einiger Halbaffen, daß auch diese zum Klettern mittels „atmosphärischen Druckes" imstande wären. Ungefähr gleichzeitig beschrieb MILNE EDWARDS (1868—74) die enorm vergrößerten Pelotten an den Füßen von *Nectogale elegans*, einer tibetischen aquatisch lebenden Spitzmaus. Sie dienen offenbar dazu, das Tier an Steinen und Felsen anzuheften oder ermöglichen, über derlei Ufersteine wieder an Land zu klettern. SCHAFFER (1905) erwähnte in seiner dem Sehnenapparat verschiedener Säugetierordnungen gewidmeten Arbeit erstmals, daß *Dryomys nitedula* einen im Sinne MOHNIKES (1879) ideal als Saugnapf gestalteten Vorderfuß besäße. Das erste Nagetier, an dem Klettern ohne Krallenhilfe tatsächlich auch beobachtet wurde, war der Siebenschläfer. KAHMANN (1931), dem diese Mitteilung zu danken ist, betonte allerdings, daß *Glis* nicht imstande ist, an glatten, senkrechten Flächen hinaufzulaufen. Er erwog auch, daß sich nach Bau der Pelotten auch einige kletternde Beuteltiere der „Haftmethode" bei der Fortbewegung auf steilen Flächen bedienen könnten.

Schon diese kurze und sicher nicht vollständige Übersicht zeigt, daß die Fähigkeit unter Verwendung eines aus vergrößerten Pelotten gebildeten Haftsystems zu klettern, in bemerkenswert vielen Säugetierordnungen vorhanden ist. Sie tritt bevorzugt bei solchen Arten auf, die in felsigen Ökosyste-

©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

men leben. Die haftkletternden Arten können erstaunlich groß sein (*Hyrax*, *Macaca*). Schon die ersten Beschreiber von nach diesem Funktionsprinzip kletternden Säugetierarten haben Überlegungen zur mechanischen Erklärung angestellt, die in groben Zügen auch heute noch gelten. Nur in wenigen Fällen (*Thyroptera* und *Myzopoda* — SCHLIEMANN 1970) liegen moderne Analysen vor, die jedoch die früher gewonnenen Ansichten im wesentlichen bestätigen.

Die fast ausnahmslos vertretene Meinung ist die, daß die vergrößerten und verformbaren Pelotten, die in ihrer Anordnung oft einen Saugnapf bilden, und mit einer feuchten Oberfläche ausgestattet sind, durch Adhäsion sowohl als auch durch Erzeugung von Unterdruck zwischen Pfote und Unterlage den Halt an der geneigten Felswand herstellen. Trotz seiner erwähnten Beobachtung an *Dryomys nitedula* deutete SCHAFFER (1905) jedoch die Sohlenballen zunächst einmal als Trittdämpfer, später (1940) als Duftträger. Daß jedoch den Sohlenballen auf jeden Fall auch eine Rolle beim Klettern zukommt, wird schon durch den Umstand bewiesen, daß die krallenkletternde Katze beim Erklettern von in einem bestimmten Grad geneigten Flächen reflektorisch die Ballenoberfläche mit Drüsensekret befeuchtet.

Innerhalb der Schläfer ist die Fähigkeit zu klettern und die Anpassung für diese Fortbewegungsweise weit verbreitet. OGNEW (1959) stellte eine dem Lebensformentypus (bodenlebend zu arboreal) entsprechende Reihe in der Ausbildung der Sohlenballen fest. GAMBARJAN & ARAKELOWA (1973) konnten in einer anatomischen Untersuchung zeigen, daß sowohl die mehr bodenlebenden als auch die kletternden Schläfer der westpaläarktischen Gattungen *Eliomys*, *Glis*, *Dryomys* und *Muscardinus* (eine Untersuchung des sehr seltenen *Myomimus* steht noch aus) einen sonst nur für Monotremen und primitive Marsupialia typischen, äußerst primitiven Bau des Musculus flexor digitorum tibialis aufweisen. Er endet bei den genannten Gruppen in einer breiten Sehnenplatte und entsendet Partien zu allen 6 Pelotten. Es ist anzunehmen, daß dieses Bauprinzip der Flexorenmuskulatur in Verbindung mit der oben besprochenen Gestaltung der Pelotten und deren histologischem Aufbau *Dryomys laniger*, den einzigen für Felsklettern extrem spezialisierten Gliriden, zu seinen Kletterleistungen befähigt. Bezüglich der Pelottenmorphologie weist *D. laniger* das denkbar vollständigste Ensemble hochentwickelter Anpassungsmerkmale an flinkes Bewegen im Fels auf.

1. Mächtige Entwicklung der Digitalballen, die in Aussehen und Wirkungsweise an Laubfrosch-Haftscheiben erinnern. Die Ähnlichkeit zwischen diesen beiden Organen erstreckt sich auch darauf, daß die Hautoberfläche durch zahlreiche ausmündende Drüsen feucht gehalten wird, doch besteht ein wesentlicher Unterschied zwischen Frosch und Nagetier darin, daß bei jenem die Oberflächenfeinstruktur aus distal freien, nur proximal miteinander verbundenen Einzelzellen besteht (NOBLE & JAECKLE 1928), während bei *Dryomys* die Hautoberfläche glatt ist. (Für herpetologische Literaturhinweise danke ich Herrn Hofrat Dr. J. EISELT.) Die Digitalballen bewirken — vermutlich durch Sekretadhäsion — das erste Haften des Schläferfußes an der Unterlage.

©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

2. Bildung eines Saugnapfes durch die kranzförmig angeordneten enormen Pelotten der Palma. Beim Andrücken der Pfote an die Unterlage entweicht die eingeschlossene Luft, durch leichtes Aufwölben der Pfote bilden die elastischen Pelotten einen geschlossenen ringförmigen Wall, der durch den dünnen Sekretfilm, der ihre Oberfläche bedeckt, noch zusätzlich abgedichtet wird. Der so entstandene Unterdruck heftet die Hand wie einen Saugnapf an die Unterlage. Es ist sogar denkbar, daß ein solcher aus mehreren Elementen aufgebauter „segmentierter Saugnapf" rascheres An- und Abheben ermöglicht als ein geschlossener, perfekter, wie etwa von *Thyroptera*.

3. Schwielenpolster der Zehenunterseite. Auf den ersten Blick weniger ins Auge springend als die vergrößerten Nagelballen und die Struktur der Sohlenballen, erweist sich auch die Struktur der Phalangenunterseite als funktionell. Sie ähnelt oberflächlich dem Lamellenmuster der Zehenunterseite der Halbfingergeckos (*Hemidactylus*). Eine tiefergreifende Übereinstimmung mit dem Haftapparat kletternder Echsen (wie Geckos oder Anolis), besteht jedoch nicht. Der Schläfersohle fehlen die feinen z. T. verästelten Härchen (Setae) der Oberhaut, die bei diesen Reptilien auf elektrostatischem Wege für den Halt an der Unterlage sorgen (Bellairs 1969). Die Zweiteilung der einzelnen Zehenpolster durch die (beim Siebenschläfer bereits angedeutete, bei *D. laniger* aber wie alle Sohlenstrukturen stärker betonte) zentrale Längsfurche sollte auch die Haftfähigkeit dieser relativ bescheidenen Anteile an der Gesamtsohlenfläche vergrößern. Zunächst wird durch die Gliederung der Zehenunterseite in solche Kleinpolster eine optimale Nutzung aller Unebenheiten der Kletterfläche gewährleistet; darüber hinaus bietet sie aber vielleicht sogar die Möglichkeit einer abschnittweisen Wirkung nach dem Prinzip des „segmentierten Saugnapfes".

Aus dem unterschiedlichen Bau von Hand und Fuß scheint hervorzugehen, daß die Haltefunktion primär der Hand zukommt, während der Fuß, der auf einer relativ langen Fläche mit voneinander isolierten Hafteinrichtungen ausgestattet ist (was ein Abrollen ermöglicht) für den Schub verantwortlich ist. Es darf nicht übersehen werden, daß die Struktur der Hände und Füße zwar sicherlich die wirkungsvollste, bestimmt aber nicht die einzige Kletterhilfe für *D. laniger* ist. Wie ich schon oben ausführte, war die Haltung des kletternden Felsenschläfers überaus auffällig. Er machte den Eindruck, als wäre der Körper abgeplattet und zwischen den Extremitäten aufgehängt an den Felsen geklebt. Die Vorteile einer solchen Körperhaltung sind evident: Der Schwerpunkt des Körpers wird in größtmögliche Nähe zur Kletterfläche gebracht und außerdem wird ein Maximum an Reibung erzeugt.

Abschließend darf festgehalten werden, daß von keinem anderen Säugetier außer von *Thyroptera* bekannt geworden ist, daß es sich, ohne die Hilfe von Krallen oder Greifhänden in Anspruch zu nehmen, an der Decke eines Raumes aufhalten kann. Die Haftscheiben der Fledermäuse *Thyroptera* und *Myzopoda* stellen zweifelsohne die am weitesten spezialisierte Anpassung dar und man muß annehmen, daß diese Saugnäpfe den festesten Halt an der

©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

Unterlage und somit eine ideale Verankerung für die Ruhelage garantieren. Als Haftmechanismus, der rasche Fortbewegung an steilen, senkrechten oder gar horizontalen Flächen ermöglicht, scheint jedoch der bei *D. laniger* verwirklichte unter den Säugetieren unübertroffen.

II. Teil

Mikroskopische Untersuchung

Jene Differenzierungen, die im Zusammenhang mit dem Sohlenhaftmechanismus bei den verschiedenen mit *Dryomys* verwandten Formen, aber auch bei anderen Tieren auftreten, wurden längst von SCHAFFER (1905) und KAHMANN (1931) sowie einigen anderen Autoren eingehend untersucht, wie auch aus Teil I zu ersehen ist.

Dryomys laniger zeigt in dieser Hinsicht jedoch noch einige erwähnenswerte Besonderheiten, nicht nur makroskopisch, wie SPITZENBERGER feststellen konnte, sondern auch mikroskopisch. Es weist auch das histologische Bild Abweichungen und feine Details gegenüber den bisherigen Feststellungen bei den verschiedenen anderen Schläfern auf.

Das Auffallendste sind zunächst die in den Pelotten eingelagerten Drüsen. Ob palmar oder plantar gelegen, sind die Sohlenballen von Drüsenpaketen — das Ausführungssystem einbezogen — erfüllt. Diese Drüsenpakete sind viel größer als z. B. bei *Glis* oder *Muscardinus*, sowohl im Thenar wie im Hypothenar, in den Interdigitalpelotten, wie in den Sohlenkissen der Finger und Zehen, inklusive der apikalen Digital- oder Nagelballen. Man kann diese Drüsen in ihrer Gesamtheit ohneweiteres, der Einteilung der Hautdrüsen nach SCHAFFER entsprechend, als Palmar- bzw. Plantarorgan bezeichnen (Taf. 2, Fig. 3).

Die von SPITZENBERGER betonte Weichheit und Verformbarkeit der Pelotten am frischtoten Tier läßt sich vielleicht durch die Anwesenheit dieser Drüsenpolster erklären, denn das relativ geringe Bindegewebe und das spärliche Fettgewebe kann kaum der Grund dafür sein.

Die Epidermis ist wie bei den anderen nahestehenden Formen an der Kuppe der Ballen besonders verstärkt und fällt gegen den Ballenrand rasch ab. Auch dieser Umstand läßt ein Einfalten an dieser dünnen Randstelle leicht zu, sodaß dadurch die Pelotten verformt und an ihre Unterlage angepreßt werden können. Die Oberfläche der Epidermis ist auffallend glatt. Auch KAHMANN (1931) hebt hervor, daß es z. B. bei *Glis* keine Andeutung eines stratum disjunctum gibt. Es ist aber nicht nur das stratum corneum verdickt, sondern auch ein sehr breites stratum germinativum vorhanden. An den wenigen Stellen, an denen keine Drüsen ausgebildet sind, sind die Epithelleisten der Epidermis entweder sehr kurz oder überhaupt nicht vorhanden, dementsprechend auch keine Papillen und die Basis der Epidermis glattrandig (Taf. 2, Fig. 3).

SCHAFFER (1940) betrachtet die Ballendrüsen als „ein Bindeglied zwischen

©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

den Schweißdrüsen", d. h. also zwischen den apokrinen Duft- und den ekkrinen Schweißdrüsen." Sie zeigen bei höheren Säugetieren mehr Ähnlichkeit mit den Schweißdrüsen." Bei *Dryomys laniger* sind sie stark gewundene, dichtgeknäuelte Schläuche mit etwa isoprismatischem Epithel. Nur die im Nagelballen liegenden Drüsen bestehen aus lockeren in Schlingen liegenden Endstücken (Taf. 3, Fig. 4). Ihre Ausführungsgänge verlaufen beinahe gestreckt, um zwischen den Papillen in die Epidermis einzumünden. Die Ausführungsgänge aller übrigen Drüsen weichen insoferne von der Norm ab, als sie sich kaum am Endknäuel beteiligen und nur innerhalb der Epidermis — wie die der Nagelballen — gewunden sind. Ihr einschichtiges Epithel ist niedriger als das der Endstücke. Ihr Lumen ist regelmäßig und nicht sehr weit. Sie verlaufen in der Ballenmitte fast senkrecht, sonst radiär nach außen geneigt zur Oberfläche. Sie sind relativ kurz, dementsprechend liegen die Endstücke sehr oberflächennahe, stellenweise knapp unter der Epidermis. Vermutlich eine Einrichtung, die dazu beiträgt, das Sekret möglichst rasch nach außen gelangen zu lassen. KAHMANN erwähnt ähnliche, aber nicht so extreme Verhältnisse für die Haselmaus. Eine Orceinfärbung zeigt außerdem, daß ein besonders dichtes elastisches Fasernetz die Gänge bis zur Epidermis begleitet (Taf. 3, Fig. 5). An den Vorderpfoten besteht zusätzlich eine elastische Hülle um das ganze Drüsenpaket. Eine Gitterfaserfärbung nach RIO HORTEGA läßt erkennen, daß an den Digitalpelotten der Vorderpfote die Drüsenausführungsgänge im Bereich des Coriums auch noch von einem besonders starken Gespinst silberimprägnierbarer Fasern umgeben sind, während im Bereich der Endstücke kaum solche aufscheinen. Die gleichen Drüsen der Hinterpfoten sind hingegen an ihren dicht beisammenliegenden Endstücken von Gitterfaserscheiden umhüllt.

KAHMANN fand auf der Carpometacarpalpelotte bei *Glis glis* 60 Drüsenausmündungen auf dem mm^2, also 60 mal so dicht wie beim Menschen, bei *Muscardinus* 40 mal so viel und bei verschiedenen anderen Säugern ähnlichen Verhaltens wesentlich weniger.

Ich habe eine solche Fläche nicht ausgezählt, es ist aber aus Taf. 2, Fig. 3 und besonders aus Taf. 3, Fig. 5 zu ersehen, daß fast zwischen jeder Coriumpapille ein Ausführungsgang in die Epidermis einmündet. Außerdem zeigt diese Menge von Ausführungsgängen — sie sind unverzweigt — daß die einzelnen Drüsenpakete nicht aus sehr langen, starkgewundenen Schläuchen bestehen, die große Endknäuel bilden, sondern relativ kurze, aber sehr viele sekreterzeugende Abschnitte aufweisen müssen, jeder mit seinem eigenen Ausführungsgang.

Trotz der dichten Anordnung der ausführenden Drüsenteile ist zu vermuten, daß nicht nur die Masse des Sekretes, sondern auch dessen Konsistenz für seine Aufgabe — KAHMANN spricht von „Sekretadhäsion" — ausschlaggebend ist. Aus Materialmangel konnte keine histochemische Untersuchung vorgenommen werden, sie bleibt einer späteren Arbeit vorbehalten. Im Interferenzkontrast (Taf. 3, Fig. 6a und b) zeigen sich beim Vergleich mit einer echten Schweißdrüse (menschliche Sohlenhaut) eine viel dichtere und gröbere Granulation des Sekretes und besonders zahlreiche myoepitheliale Elemente. Auch

©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

einige Spezialfärbungen, wie z. B. Alcianblau bzw. die Alcianblau-Pass-Reaktion oder eine Färbung nach Pasini bringen einige Unterschiede der beiden Vergleichsobjekte.

Die Lumina der Endstücke sind nicht immer regelmäßig, bedingt durch die, die secernierende Oberfläche vergrößernden intercellularen Sekretkapillaren.

Für eine apokrine Sekretion fehlen alle Merkmale.

Schließlich ist noch ein reichlich verzweigtes Kapillarnetz, mit dem alle Drüsen ausgestattet sind, zu bemerken.

In die am Grunde der großen Pelotten befindliche Muskulatur, es handelt sich um Partien des Musculus flexor digitorum tibialis, reichen die Drüsenpakete tief hinein, bzw. die Muskulatur durchsetzt das gesamte Drüsenlager und teilt es in einzelne Pakete auf (Taf. 3, Fig. 7 u. 8), wie auch schon Schaffer für die gleichen Drüsen von *Glis* feststellte. Myoepitheliale Elemente sind an den Endstücken dieses Drüsenteiles außerdem zahlreich vorhanden (Taf. 3, Fig. 8, siehe auch Taf. 3, Fig. 6b).

Nun möchte ich noch auf einige Eigentümlichkeiten hinweisen, die die mikroskopischen Befunde im Hinblick auf das hier aufgeworfene Problem erkennen lassen. Sie sind vielleicht nicht direkt am Haftmechanismus beteiligt, haben aber sicher mit der funktionellen Anpassung an die Fortbewegungsart dieses Tieres etwas zu tun. Da ist zunächst das etwas abweichende Verhalten der Sehnen und bestimmter Knorpelteile des hier beschriebenen Gebietes.

Es sind uns von verschiedenen Vögeln und Fledermäusen Eigentümlichkeiten in dieser Hinsicht bekannt, besonders die funktionelle Beanspruchung betreffend. Aber auch bei Schläfern oder Bilchen sind Besonderheiten gegenüber den vorher erwähnten Formen durch Schaffer aufgedeckt worden. Ihre Spezialisierung stellt sich auf die Eigenschaft der schnellen Fortbewegung und das Klettern auf mehr oder weniger glatten harten Flächen ein. So wurde bei *Dryomys nitedula* eine viel geringere Überknorpelung bei den Interphalangeal- und Metacarpophalangealgelenken beobachtet als bei *Sciurus*, wo starke Stoßpolster ausgebildet sind. Es sind aber doch kleine halbkugelige Erhebungen am Pfannen- wie am Gelenkknorpel vorhanden. Diese sind auch bei *Dryomys laniger* deutlich feststellbar, ein bis zwei Reihen von „Knorpelhöckerchen", wie sie Schaffer nennt, nur sind sie vielleicht noch kleiner als diese von *nitedula*.

Den von Schaffer festgestellten Sehnenring, der an der Grundphalanx der Zehen von *Glis* entspringt, konnten wir aus Materialmangel nicht freipräparieren, aber es ist anzunehmen, daß er ähnlich dem von *Glis* ausgebildet ist. Umsomehr, als an jener Stelle, die von Schaffer erwähnten Knochenhöcker auch am Schnittpräparat zu finden sind.

Bei den Siebenschläfern beschriebene Sesamknoten konnten bei *Dryomys l.* ebenfalls festgestellt werden, ebenso das Fehlen solcher an der dorsalen Seite der Insertion der langen Beugesehne. Der bei *Glis* beschriebene Sesamknorpel, der dem ventralen elastischen Band der Beugesehne zum Ansatz dient und die ganze Breite der Sehne einnimmt, ist bei *Dryomys l.* besonders

©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

stark entwickelt und bildet auch die dort leichte Wölbung hier ganz besonders auffallend aus (Taf. 3, Fig. 9). Das Präparat wurde zur Darstellung des mächtigen elastischen Bandes mit Orcein gefärbt, es zeigt aber trotzdem den Sesamknorpel an den Ausläufern der elastischen Fasern des Bandes, wenn auch sehr blaß, so doch so weit erkennbar, daß man die kleinen runden Zellen wahrzunehmen vermag.

Die Streckseite zeigt eine Spaltung des elastischen Bandes, gegen das Endglied hin in zwei Teile (siehe Taf. 3, Fig. 9 rechts). Der untere inseriert mit der Strecksehne, wie bei *Glis* und *Sciurus* am Knochenrand, der obere bildet einen starken bogenförmigen Ausläufer in das Bindegewebe vom konvexen Krallenbereich. Er dient wie bei *Glis* offensichtlich der starken Dorsalflexion des Nagels, von dem wohl anzunehmen ist, daß er bei *Dryomys l.* im Zusammenhang mit der Fortbewegung keine besondere Rolle spielt. Feine, zarte Seitenausläufer in drei Fasergruppen (siehe Taf. 3, Fig. 9) dienen vielleicht dazu, die Haut hinter dem Nagel in hohe Falten legen zu helfen.

Ein Sagittalschnitt im distalen Teil der langen Beugesehne von *Dryomys l.* zeigt ähnlich wie bei *Glis* einen Sesamknoten, aber nicht wie dort mit einer überknorpelten Oberfläche, ausgestattet mit Höckern, sondern oberflächlich mit glattem Sehnenfaserrand und den typischen Sehnenplättchen. Zwischen den Sehnenfasern im Inneren der Sehne finden sich fallweise reihenartig blasige Zellen eingelagert (blasiges Stützgewebe nach SCHAFFER) (Taf. 3, Fig. 10). Es geht hier offenbar mehr um das Prinzip der Festigung und Verstärkung der Sehnen, denn um die hemmende Wirkung ihrer rauhen Oberfläche.

Das Material für diese Untersuchung (2 Hände und 2 Füße von *Dryomys laniger*) wurde in Formol, bzw. in BOUIN'schem Gemisch fixiert. Eingebettet wurde in Celloidin oder Celloidin-Paraffin. Es wurden folgende Färbungen zur Anwendung gebracht: Hämatoxylingemisch nach DELAFIELD-Eosin, Gitterfaserfärbung nach RIO HORTEGA, Orcein nach UNNA, eine Modifikation der MASSON'schen Trichromfärbung nach GOLDNER. Ferner Azan nach HEIDENHAIN, eine Färbung nach PASINI, weiters Alcianblau und die Alcianblau — PAS-Reaktion.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß sowohl der makroskopische Bau, wie die mikroskopisch anatomischen Verhältnisse der Hände und Füße von *Dryomys laniger* gegenüber den verwandten Formen Unterschiede erkennen lassen. Sie zeigen sich in Art, Größe und Anordnung der Pelotten, im Aufbau und Sekret der Drüsen in ihrem Inneren und eventuell noch an der Ausstattung der Sehnen und Bänder. Diese Varianten helfen den Sohlenhaftmechanismus bei einer extremen Bewegungsweise zu klären.

Literatur

BARGMANN, W. (1967): Histologie und mikroskopische Anatomie des Menschen. — Stuttgart (Georg Thieme).

BELLAIRS, A. (1969): The Life of Reptils. — 2 Bände, 590 pp., London.

BRUCE, M. (1790): Travels to discover the source of the Nil in the years 1768—73. — Vol. V., Edinburg (fide MOHNIKE).

©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

DOBSON, G. E. (1876): On *Mystacina tuberculata*. — Proc. Zool. Soc. London, 1876, 486—488.

GAMBARJAN, P. P. & ARAKELOWA, E. S. (1973): Peculiarities of structure of the foot flexors in Glirinae (Rodentia). — Zool. Zhurn. **52**, 104—110.

HOFFMANN, R. (1898): Über Talg- und Schweißdrüsen. — Diss. Tübingen.

KAHMANN, H. (1931): Über das Klettervermögen des Siebenschläfers (*Glis glis* L.) nebst Bemerkungen über einige andere kletternde Säugetiere. — Zool. Jahrb. Abt. Anatomie und Ontogenie der Tiere **54**, 137—158.

MILNE-EDWARDS, A. (1868—1874): Recherches pur servir á l'histoire naturelle des mammifères comprenant des considerations sur la classification de ces animaux par M. H. MILNE-EDWARDS, des observations sur l'hippopotame de Liberia et des études sur la faune de la Chine et du Tibet oriental. — 4 tom, 394 pp., Paris.

MOHNIKE, O. (1879): Über das Vermögen verschiedener Säugetiere sich vermittels atmosphärischen Druckes an glatten, mehr oder weniger senkrechten Flächen festhalten und aufwärts bewegen zu können. — Z. wiss. Zool. **32**, 388—406.

NOBLE, G. K. & M. E. JAECKLE (1928): The digital pads of the tree frogs. A study of the phylogenesis of an adaptive structure. — Jour. Morph. and Physiol. **45**, 259—292.

OGNEW, S. J. (1959): Säugetiere und ihre Welt. — 362 pp., Berlin.

SCHAFFER, J. (1905): Anatomisch-histologische Untersuchungen über den Bau der Zehen bei Fledermäusen und einigen kletternden Säugetieren. — Z. wiss. Zool. **83**, 231—284.

— (1910): Über das Verhältnis des Chordagewebes zum Knorpelgewebe. — Anat. Anz., **37**.

— (1930): Handbuch der mikroskop. Anatomie v. MOELLENDORFF. — II/2. Die Stützgewebe.

— (1940): Die Hautdrüsenorgane der Säugetiere. — Berlin und Wien (Urban & Schwarzenberg).

SCHLIEMANN, H. (1970): Bau und Funktion der Haftorgane von *Thyroptera* und *Myzopoda* (Vespertilionidae, Microchiroptera, Mammalia). — Z. wiss. Zool. **181**, 353—400.

SCHWEINFURTH, G. (1874): Im Herzen von Afrika. — Bd. 1 (fide MOHNIKE).

SPITZENBERGER, F. (1973): Zur Kleinsäugerfauna West-Anatoliens. — Teil II. — Senckenbergiana biol. **54**, 227—290.

Tafelerklärungen

Tafel 1

Fig. 1. Linke Hand, Sohlenfläche.

Fig. 2. Linker Fuß, Sohlenfläche.

Tafel 2

Fig. 3. Hand; Sagittalschnitt durch die Randzone. Formol, PASINI 32 : 1.

Tafel 3

Fig. 4. Drüsenendstücke aus dem Nagelballen. Hämatoxylingemisch nach DELAFIELD — Eosin. 630 : 1.

Fig. 5. Linke Hand, Phalangobasalpelotte. Saures Orcein nach UNNA. Elastische Fasern schwarz. 20 : 1.

Fig. 6a. Menschliche Schweißdrüse, Sohlenhaut; ungefärbt. 500 : 1.

Fig. 6b. Ballendrüse *Dryomys laniger*; ungefärbt. 500 : 1.

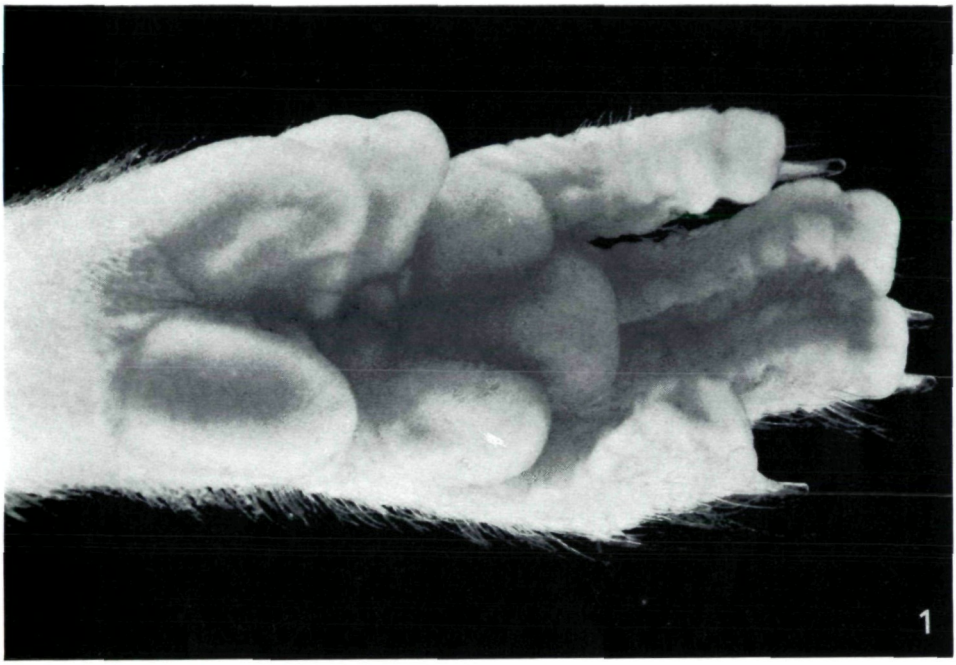
Fig. 7. Tarsometatarsalpelotte. Hämatoxylingemisch nach DELAFIELD — Eosin. 40 : 1.

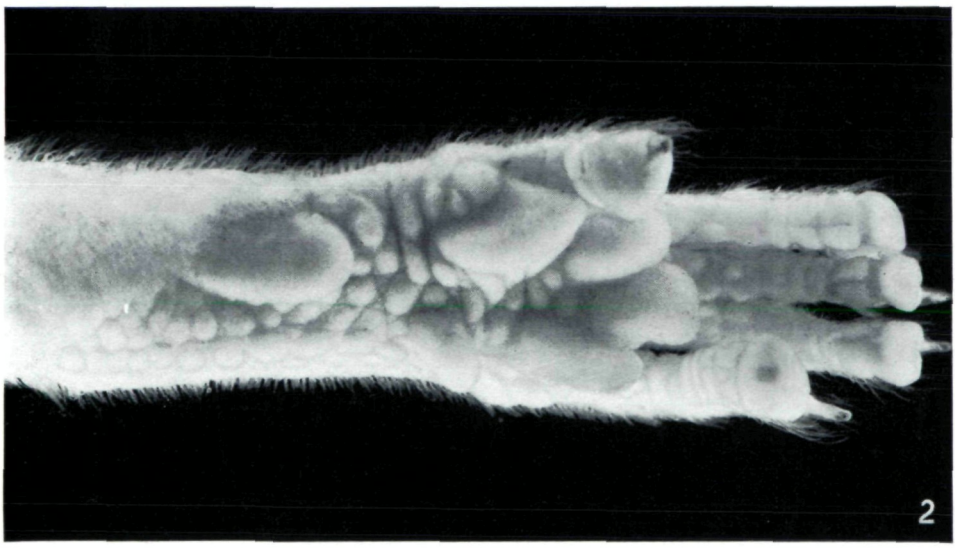
Fig. 8. Drüsen aus der Tarsometatarsalpelotte. Färbung nach PASINI. 500 : 1.

Fig. 9. Beugesehne. Saures Orcein. 20 : 1.

Fig. 10. Beugesehne, sagittal. Blasiges Stützgewebe. Hämatoxylingemisch nach DELAFIELD — Eosin. 100 : 1.

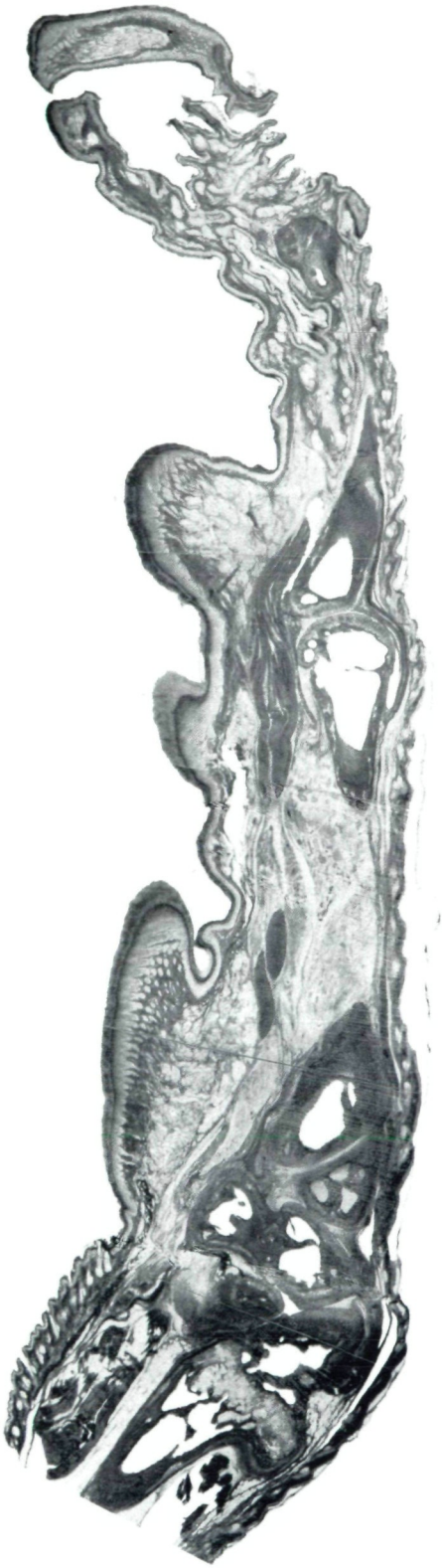
©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at





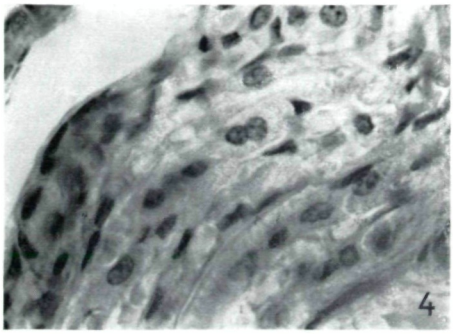
©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

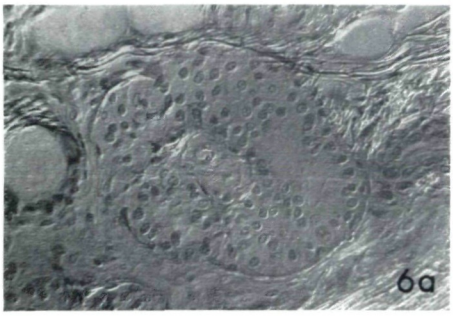
©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

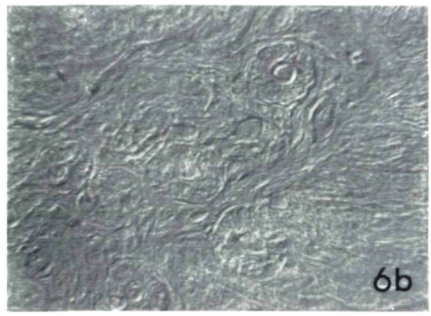


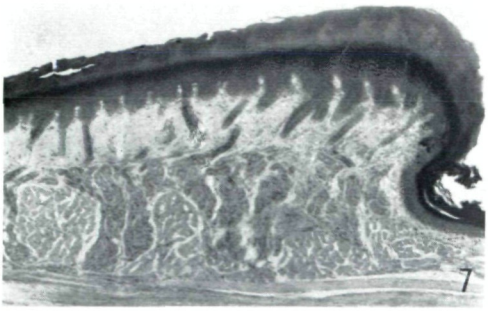
©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

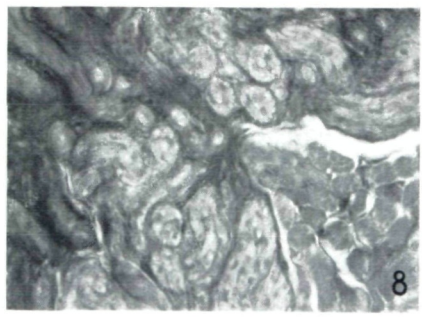
©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

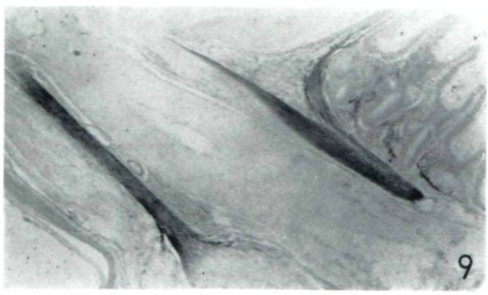


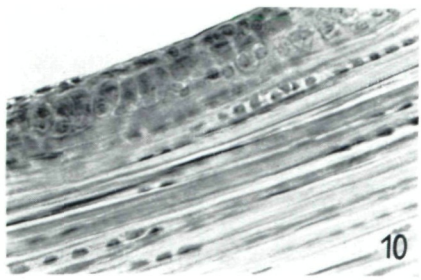












ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien

Jahr/Year: 1974

Band/Volume: 78

Autor(en)/Author(s): Spitzenberger Friederike, Eberl-Rothe Gertrude

Artikel/Article: Der Sohlenhaftmechanismus von Dryomys laniger. I. Teil: Makroskopische Untersuchung (Spitzenberger). II. Teil: Mikroskopische Untersuchung (Eberl-Rothe). 485-494