Abh. u. Ber. Naturkundl. Mus. „Mauritianum" Altenburg | 9 | 1976 | S. 153—161

Algorithmische Identifizierung von Fundhaaren heimischer Kleinsäugetiere in der Feldforschungsarbeit

Herbert Appelt

0. Problemstellung

Am 3. 5. 1975 wurden mir von den Herren Kopsch (Falkenhain) und Münch (Wurzen) Rupfungshaare unbestimmter Herkunft zur Provenienzbestimmung übergeben. Die Haare wurden am Waldrand des Wermsdorfer Forstes, etwa 1 km von der nächsten Ortschaft entfernt, aufgefunden. Es lag ein Haarstapel von 0,23 g vor.

Um rationell und gleichzeitig unter sparsamsten Haareinsatz vorzugehen, wurden Habitus- und mikroskopische Längs- und Querschnittuntersuchungen vorgenommen. Appelt, H. (1973): cf. „Rekonstruktionsquerschnitt spezieller Haaruntersuchungen". Abh. u. Ber. Naturkundl. Museum „Mauritanum" Altenburg 8, 89—109)

1. Voruntersuchungen

In der visuellen Voreinschätzung und Habitusuntersuchung der Haare wurde festgestellt, daß die Zuordnung durch den geringen Probenumfang äußerst erschwert war. Es konnte festgestellt werden, daß die 13 mm langen Unterhaare mit längeren bis 16 mm langen Grannen- und Leithaaren durchsetzt waren. Aus dieser Voreinschätzung ergab sich der Aufbau des Untersuchungs-Algorithmus (Tafel 1). Es konnten folgende Haare ausklassiert werden, und zwar:

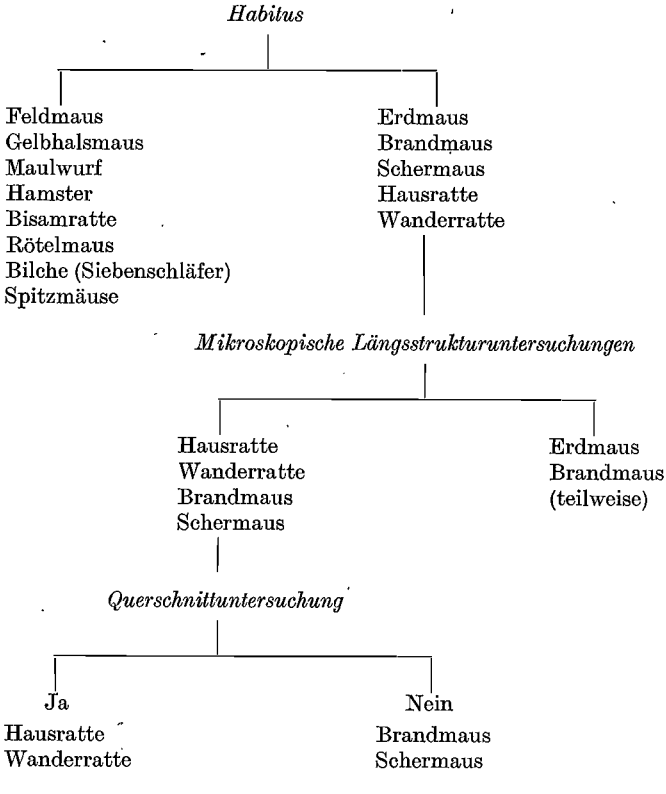
Feldmaus	Farbstellung abweichend
Gelbhalsmaus	Farbe und Länge abweichend
Maulwurf	Farbe abweichend, Grannen fehlen
Hamster	Farbe abweichend
Bisamratte	Haarkonstruktion abweichend
Rötelmaus	Farbe abweichend

Alle heimischen Spitzmäuse schieden ebenfalls aus. Diese besitzen eine Haarlänge von 5, maximal 6,5 mm und erreichen nur etwa 1/3 der Länge der Fundhaarprobe. Hinzu kommt, daß Spitzmaushaare sich durch äußerste Feinheit auszeichnen, die von den vorliegenden Haaren nicht erreicht wurde.

Tafel 1

Algorithmus

(Ja-Nein-Methode)



Haare von Bilchen, wie dem Siebenschläfer und der Haselmaus, schieden allein durch die völlig abweichende Farbstellung aus.

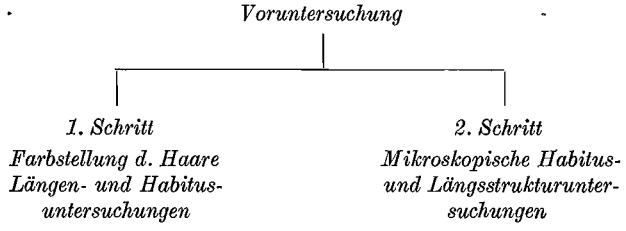
Wie die Tafel 1 zeigt, konnten bereits im Habitus durch abweichende Farbstellungen der Haare, Feinheitsvergleiche, Haarlängenunterschiede,

Grannenanteile, basale Bogigkeit u. dgl. mehr ähnliche und analoge Tierhaare von Kleinsäugern ausgesondert werden.

Die verbleibenden, d. h. in Frage kommenden Tierhaare wurden im zweiten Schritt der weiteren zielgerichteten Habitus-, Längs- und Querschnittuntersuchung unterworfen.

Bereits in der Voruntersuchung wurde nach einer bestimmten Methode vorgegangen. Sie wird in Tafel 2 dargestellt:

Tafel 2



Die vorliegende Haarprobe diente als Vergleichsobjekt, so daß in Tafel 3 folgende Merkmale der Voruntersuchung zusammengefaßt werden können. Die 13 mm langen Körper- oder Wollhaare besitzen 2—3 mm lange, braun gefärbte Spitzenzonen. Es schließt sich der relativ dunkle, fast schwarz erscheinende Mittelschaft an. Dieser geht in eine dunkelgraue Basalzone über. Die bis 16 mm langen Grannen sind durch die typisch lanzettförmig ausgebildete Grannenfahne und die stark verjüngte basale Haarsektion gekennzeichnet. Die Grannenfahne und verjüngte Basalzone nehmen etwa gleiche Länge, d. h. jeweils 7—8 mm ein. Die Grannenfahne ist dunkel, fast schwarz, während die verjüngende Basalzone grau bis hellgrau erscheint. Das graue Aussehen der basalen Haarzonen tritt bei fast allen Kleinsäugetiern auf und ist auf die Luftkammerung dieser Sektionen zurückzuführen. Die schwarze oder braune bis gelbbraune Haarfärbung der Spitzen oder Grannenfahnen wird durch die entsprechende Pigmenteinlagerung bewirkt. Hinzu kommt die Lichtbrechung durch die ebenfalls vorhandenen Luftkammern. Diese sind in der Regel perlschnurartig hintereinandergereiht. In der basalen Haarzone sind die Luftkammern bei den meisten Kleinsäugetieren einzeln hintereinander, d. h. einreihig angeordnet. Die Mittelschaft und Grannenfahnensektionen sind vielfach 2-, 3- und 4-reihig gekammert. Dabei ist zu beachten, ob die Kammern gleichmäßig nebeneinander oder im schwachen Winkel versetzt angeordnet sind.

Tafel 3

	Länge mm	Farbe der Körperhaarenden	Grannen	Basalzone Körperhaar Farbe	Struktur
(Feldmaus (*M. arvalis*)	7—11	bräunlich	ja	grau	schwach gezahnt
Gelbhalsmaus (*A. flavicollis*)	8—12	bräunlich	ja	grau	schwach gezahnt
Maulwurf (*Talpa europaea*)	10—12	grau	nein	grau	sägezahnart
Rötelmaus (*C. glareolus*)	8—11	mittelbraun	ja	grau	schwach gezahnt
Hamster (*Cricetus cricetus*)	10—14	bis Mittelschaft gelbbraun	ja	grau	gezahnt
Bisamratte (*Ondatra zibethica*)	8—12—14—18	bräunlich	weit überstehend	grau	schwach gezahnt
Erdmaus (*M. agrestis*)	bis 17	dunkelbraun schwarzbraun	Grannenfahnen ausgeb.	grau	stark gezahnt
Brandmaus (*A. agrarius*)	7—11/12	braun-gelb	ja	grau	stark gezahnt
Schermaus (*Ar. terrestris*)	ca. 15	gelb-braun kurze Zone	ja	grau	schwach gezahnt
Wanderrate (*Rattus norvegicus*)	12—16	bräunlich	weit überstehend	grau	schwach gezahnt
Hausratte (*Rattus rattus*)	10—14/15	schwarz-braun	überstehend	grau	schwach gezahnt

Um eine Wiederholung zu vermeiden, wurden auch die im Algorithmus auftretenden Besonderheiten gleichzeitig in die Tafel 3 aufgenommen.

Im ersten Untersuchungsschritt konnten durch Habitus-, Farb- und mikroskopische Längsstrukturuntersuchungen folgende Haare- diagnostiziert werden, und zwar Feldmaus-, Gelbhalsmaus-, Maulwurf-, Rötelmaus-, Hamster- und Bisamrattenhaare. Erdmaus-, Brandmaus-, Schermaus-, Wanderratten- und Hausrattenhaare müßten einer speziellen Untersuchung zugeführt werden.

Wie in der angeführten Publikation über Rekonstruktionsquerschnitte angeführt wird, sind Längs- und Habitusuntersuchungen nur begrenzt aussagefähig. Erst das Querschnittbild (Tafel 4) gestattet einen Einblick in das innere Substanzgefüge. Nur der Querschnitt offenbart das reelle Haarprofilbild.

2. Habitus- und mikroskopische Längsstrukturuntersuchungen

In der algorithmischen Untersuchungsführung werden die Nein-Ergebnisse solange der schrittweisen Untersuchung unterworfen, bis eine Lösung des Problems erreicht wird.

Wie aus dem Algorithmus (Tafel 1) zu ersehen ist, lassen sich Erdmaus-, Brandmaus-, Schermaus-, Haus- und Wanderrattenhaare nicht identifizieren. Sie werden im zweiten Schritt der genaueren mikroskopischen Habitus- und Längsstruktur-Untersuchung unterworfen. Analoge mikroskopische Längsansichten, wie die Medullakammerung, die basale Schuppenstruktur in Form abspreizender Schuppenränder (Tafel 3) und die typische Spitzenbildung und -färbung ergaben sich bei der Brandmaus, der Schermaus und der Haus- und Wanderratte. Eine teilweise Identifizierung konnte bei Brandmaushaaren erreicht werden. Zur genaueren Haartypenbestimmung werden diese in die Querschnittuntersuchung (3. Schritt) mit einbezogen.

Es ergaben sich durch Dokumentations-Bildvergleiche folgende Diagnosen, und zwar:

Erdmaus (*Microtus agrestis*)

Erdmaushaare besitzen ab dem Mittelschaft eine verdickt auslaufende Endsektion, eine sog. Grannenfahne. Bei Rattenhaaren besitzen nur die Grannen- bzw. die Leithaare eine derartige Längsstruktur. Von den Schermaushaaren weichen sie total ab.

Brandmaus (*Apod. agrarius*)

Die Grannen sind analog ausgebildet, doch zeigen sie eine stärkere lanzettförmig ausgebildete Struktur. Der verdickte Haarschaft ist wesentlich länger und findet erst im basalen Haarabschnitt eine typische Verjüngung. Es treten Grannen- und Woll- bzw. feine Körperhaare getrennt auf. Damit unterscheiden sie sich typisch zu Erdmaushaaren und in der Länge werden sie von Rattenhaaren überragt. Eine Verwechslung kann nur bei Rattenhaaren erfolgen.

Haarabdrücke liegen nicht von allen heimischen Kleinsäugern vor, so daß kein Vergleich möglich war. Bei der Anfertigung von Haarabdrücken ist zu beachten, daß derartige Untersuchungen äußerst difizil sind und vielfach zu falschen Schlußfolgerungen führen können, da die Haare der Kleinsäuger in der Regel über den Schaft eine veränderliche Schuppenstruktur aufweisen. Es muß bei der mikroskopischen Untersuchung und Einschätzung mindestens eine Dreiteilung voregnommen werden mag, um aussagekräftige Schlußfolgerungen treffen zu können.

Der basale Teil zeigt in der Regel in der hautnahen Sektion eine Schafwollähnliche Schuppenstruktur mit über die gesamte Haardicke reichenden Schuppenrändern. Der obere Basalteil zeigt hingegen meist ab-

Haarquerschnitt-Strukturen



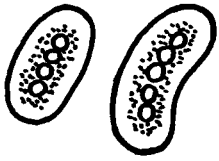
Feldmaus



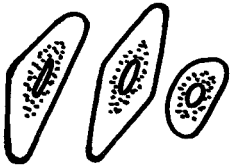
Gelbhalsmaus



Maulwurf



Hamster



Bisamratte



Rötelmaus



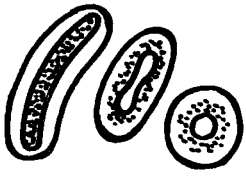
Erdmaus



Brandmaus



Schermaus



Hausratte
Wanderratte

Tafel 4

spreizende Schuppenränder oder sägezahnartig ausgebildete Schuppenstrukturen. Im Wellbogen der Haare sind die Schuppenabspreizungen meist wieder verstärkt vorhanden. Bei Maulwurfhaaren ist dieses Merkmal weniger typisch. Die Mittelschaftzonen zeigen dichte Schuppenstellungen. Die trifft auf Grannen- und Körperhaare allgemein zu. Die Schuppenränder sind dicht gestellt. Die Randbegrenzung zeigt vielfach eine feine Sägezahnstruktur.

In den Spitzensektionen sind dichte und über die Haardicke gleichmäßig verlaufende Schuppenstrukturen festzustellen, wie sie auch bei Wollhaaren zu beobachten sind und werden in den auslaufenden Haarspitzen in den Abständen weiter, so daß sie tütenartig ineinandergesteckt erscheinen. Das Fehlen eines Haaratlas der heimischen Kleinsäuger erschwert eine diagnostische Arbeit wesentlich.

3. Mikroskopische Querschnittuntersuchungen

Durch die langjährige Unterstützung mit Haarproben heimischer Kleinsäugetiere aus der Feldforschungsarbeit des Mauritianums konnte eine vergleichende Querschnittsammlung angefertigt werden. Durch die Querschnittanfertigung und den gegebenen Bildvergleich (Tafel 4) konnten zeit- und arbeitsaufwendige Längen-, Feinheits- und andere Haartypenbestimmungs-Untersuchungen entfallen. Die Querschnittuntersuchung als Schritt 3 ist als Feinuntersuchung zu verstehen.

Die Querschnitte (Tafel 4) gestatten anhand der aussagekräftigen Profilbilder eine genaue Haartypbestimmung. Strukturanalogien sind nur selten, und nur bei den Spitzmäusen problematisch. Es kann festgestellt werden, daß die verschiedenen Kleinsäuger jeweils ein für das Tier typisches Profilbild aufweisen. Die in der Tafel 4 dargestellten Haar-Querschnitt-Bilder sind zeichnerisch idealisiert, d. h., auf das Wesentliche beschränkt. Durch die algorithmische Einengung auf 4 Haartypen konnte im Bildvergleich eine rasche Querschnittidentifizierung erfolgen. Es ergaben sich folgende Diagnosen:

Brandmaus (*Apod. agrarius*)

Die Querschnitte der Grannen sind breit und einseitig eingedellt. Es treten wannen- und V-formige Haarquerschnitte auf. Die Schnitte zeigen in der Regel gelb-braun pigmentierte Profile. Bei Rattenhaaren sind nur in den Spitzensektionen gelb-braun gefärbte Pigmentierungen festzustellen. Sie treten im Querschnitt vereinzelt auf.

Schermaus (*Arvicola terrestris*)

Schermaushaare sind feiner und besitzen keine so breit ausgezogenen Mittelschaft- und Grannenquerschnittsektionen. Sie sind vorwiegend

rund, rundoval, bohnenartig, beidseitig eingedellt und im Mittel- bis Unterschaft vielfach einseitig abgeflacht. Die Pigmentation ist grauschwarz.

Erdmaus- und Brandmaushaare lassen sich durch den Querschnittvergleich einwandfrei diagnostizieren. Eine Verwechslung ist kaum möglich. Dies trifft auch auf die Rattenhaare zu.

Die zur Haartypbestimmung überreichten Haarstapel zeigten im Querschnittbild rund-ovale bis bohnenartig ausgebildete Querschnittbilder. Aufschlußreich ist, daß nur die Mittelschaft- und Haarendsektionen ein typisches Profil besitzen. Es verliert sich sowohl nach der Basalzone als auch in den auslaufenden Spitzensektionen.

Bei Einzelhaaruntersuchungen wird vorgeschlagen, diese auf eine Nitrozellulosefolie gestrafft aufzukleben, mit Nitrolack zu überschichten und nach dem Abdunsten des Lösungsmittels in Form eines schmalen Streifchens der Querschnittherstellung zuzuführen. Derartige Untersuchungen sind vor allem bei Gewölluntersuchungen von Interesse. Der Schnitt erfolgt grundsätzlich durch den oberen Haarschaftabschnitt.

Durch den mikroskopischen Querschnittvergleich ergaben sich typische Profilbilder für Rattenhaare mit folgenden Merkmalen:

Hausratte/Wanderratte (*Rattus spec.*)

Die Grannen sind glatt und weit überstehend. Die Haarenden sind bei Hausrattenhaaren meist dunkel, d. h. schwarz pigmentiert. Bei der Wanderratte hingegen treten mehr braun gefärbte Haarspitzensektionen auf. Die Unterwollhaare zeigen bei beiden Haaren verjüngende Abschnitte. Die Querschnitte sind ovalrund bis einseitig eingedellt und gleichen damit dem repräsentativen Mustermaterial. Die langen Grannenhaare sind rund, relativ kräftig (dick) und in der Grannensektion dunkel pigmentiert.

Haarabdrücke der basalen Grannensektionen zeigen für Ratten typische Wellenschuppenstrukturen. Damit stimmen die Haarabdrücke mit denen von LOCHTE im „Atlas der menschlichen und tierischen Haare" überein.

Eine weitere Vereinzelung in Haus- und Wanderrattenhaare konnte auf Grund fehlender Unterlagen nicht vorgenommen werden.

In dem Algorithmus (Tafel 1) bleiben auf der einen Seite Brand- und Schermaushaare als schlüssige Diagnose übrig, so daß sich im Ja-Befehl Hausratten- oder Wanderratten-Haare ergeben. Im Nein-Befehl treten Brandmaus- und Schermaushaare auf.

Die Haarübereinstimmung anhand vorliegender Querschnitte ist eindeutig. Eine Trennung in Haus- und Wanderrattenhaare kann nicht mehr erfolgen, da diese einmal strukturanaloge Merkmale aufweisen und zum anderen diesbezügliche Arbeiten und Veröffentlichungen fehlen.

Auch LOCHTE geht in seinem „Atlas der menschlichen und tierischen Haare" nicht auf die Unterscheidung von Rattenhaaren ein. Die basalen Schuppenstrukturen zeigen im Haarabdruck keine unterschiedlichen Merkmale.

Zur biologischen, jedoch nicht abgesicherten Bestimmung kann der Hinweis dienen, daß Wanderrattenhaare eine stärkere bräunlichgelbe Grannenhaar- und Unterhaar-Spitzenfärbung aufweisen als Hausrattenhaare. In diesen Punkt stimmen sie mit dem Fundmaterial überein.

4. Annotation

Mit dem vorstehenden Beitrag wurde der Versuch unternommen, die Tierartbestimmung anhand von Haarquerschnittstrukturen vorzunehmen, gleichzeitig in Tafel 4 eine Haarprofilübersicht der wichtigsten heimischen Kleinsäugetiere zu geben. Zukunftsweisend wäre es notwendig, Unterscheidungsmöglichkeiten für Rattenhaare zu finden. In dieser Beziehung bieten sich elektronenmikroskopische Längsstrukturuntersuchungen an. Mit dem Raster-Elektronen-Mikroskop (REM) oder der Scanning-Electron-Microscopy-(SEM)-Technik ist es möglich, stereoskopische Untersuchungen an tierischen Haaren aller Art durchzuführen. Vor allem werden diffizile Merkmale, wie sie die Schuppenstruktur im allgemeinen und die Schuppenabspreizung im Besonderen darstellen, kontrastreich abgebildet. Durch die stufenlose Vergrößerung lassen sich rationell Feinstrukturuntersuchungen vornehmen. Damit könnte das Problem zeitaufwendiger Untersuchungen auch mit anderen Mitteln gelöst werden.

Was für die tierischen Haare zutrifft, gilt auch im übertragenen Sinn für diagnostische Arbeiten auf dem Gebiet der Chemiefaseridentifizierung. Zur Zeit liegen keine algorithmischen Bestimmungsschlüssel vor, die auf dem wesentlichsten Merkmal der Chemiefasern, dem Querschnittbild, aufbauen. Mit der Orientierung auf die wesentlichen Fasermerkmale läßt sich eine starke Typeinengung vornehmen, dem sich andere, zielorientiert geführte Untersuchungen anschließen können. Eine diagnostische Arbeit läßt sich rationeller gestalten.

Literatur

LOCHTE, Th.: Atlas der menschlichen und tierischen Haare, Leipzig 1938.

Eingang: 6. 12. 1975

Anschrift des Verfassers:
HERBERT APPELT, DDR-725 Wurzen, Erich-Weinert-Str. 4