© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/

Zur Rotfärbung von Soricidenzähnen

Von Christel Dötsch und W. v. Koenigswald

Eingang des Ms. 23. 8. 1977

Abstract

On the reddish coloring of soricide teeth

Demonstrated that iron is the element which produces the reddish coloring of the teeth of the genera *Sorex, Neomys,* and *Blarina.* For this teeth of *Crocidura russula, C. leucodon* as well as *Sorex araneus, Neomys fodiens,* and *Blarina brevicauda* were analysed with chemical methods and the scanning electronic microscope in connection with the X-Ray EDAX microsound. In *S. araneus* the lower incisor has the greatest quantity of Fe with $2{,}2 \cdot 10^{-3}$ mg. Iron is present only in the outer enamel zone, which also carries the pigmentation. This peculiarity is convergent to the incisors of Rodentia.

Problemstellung

Bei der Bestimmung der Spitzmäuse ist die Rotfärbung der Zähne bei einigen Taxa ein hilfreiches Merkmal. Von Simpson (1945) werden, abgesehen von den Panzerspitzmäusen, alle weißzähnigen Spitzmäuse als Crocidurinae und alle rotzähnigen als Soricinae eingestuft. Daraus könnte man folgern, daß die Rotspitzigkeit der Zähne ein einmal erworbenes Merkmal ist. Aber bei den neueren Arbeiten (Repenning 1967; Gureev 1971) wird diese einfache Gliederung nicht aufrechterhalten. Bei Repenning (1961, 1967) wird der „hypothetical soricide ancestor" als rotzähnig angenommen, und in drei der vier seiner Unterfamilien kommt es für einige Gattungen zu einer Reduktion der Pigmentierung. Dieses in systematischer Hinsicht wichtige Merkmal wird hier für verschiedene Gattungen untersucht. Dabei ergeben sich Übereinstimmungen mit den ebenfalls rot gefärbten Schneidezähnen von Nagetieren, die bereits etwas eingehender bearbeitet worden sind (z. B. Reith 1959, 1961; Halse 1972; Halse und Selvig 1972, 1973).

Material und Methoden

Diese Untersuchung basiert auf Zahnmaterial von *Crocidura russula* Hermann, 1780, und *C. leucodon* Hermann, 1780 sowie *Sorex araneus* L., 1758, und *Neomys fodiens* Pennant, 1771, die aus Gewöllen West- und Süddeutschlands stammen. Einen Schädel von *Blarina brevicauda* Say, 1823, aus dem Staate New York wurde von Prof. Niethammer, Bonn, zur Verfügung gestellt. *Crocidura* hat rein weiße Zähne, bei den übrigen Gattungen sind sie in unterschiedlicher Intensität rotspitzig.

Neben einer chemischen Analyse an mit Salzsäure gelösten Zähnen und einer quantitativen Bestimmung des für die Färbung verantwortlichen Elementes werden die Elementnachweise halbquantitativ mit der Mikrosonde an ganzen Zähnen durchgeführt. Die räumliche Verteilung der Elemente zeigt die Mikrosonde in Verbindung mit dem Raster-Elektronen-Mikroskop (REM). Für die Untersuchungen am REM werden die Zähne zunächst in Kunstharz eingegossen und angeschliffen. Um einen besseren Einblick in die Zahnstruktur zu gewinnen, werden die angeschliffenen Oberflächen 2–5 sec mit 2n HCl angeätzt. Vergleiche mit ungeätztem Material zeigen, daß diese Behandlung ohne Einfluß auf die Elementverteilung bleibt.

Z. Säugetierkunde 43 (1978) 65—70
© 1978 Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin
ISSN 0044—3468/ASTM-Coden ZSAEA 7

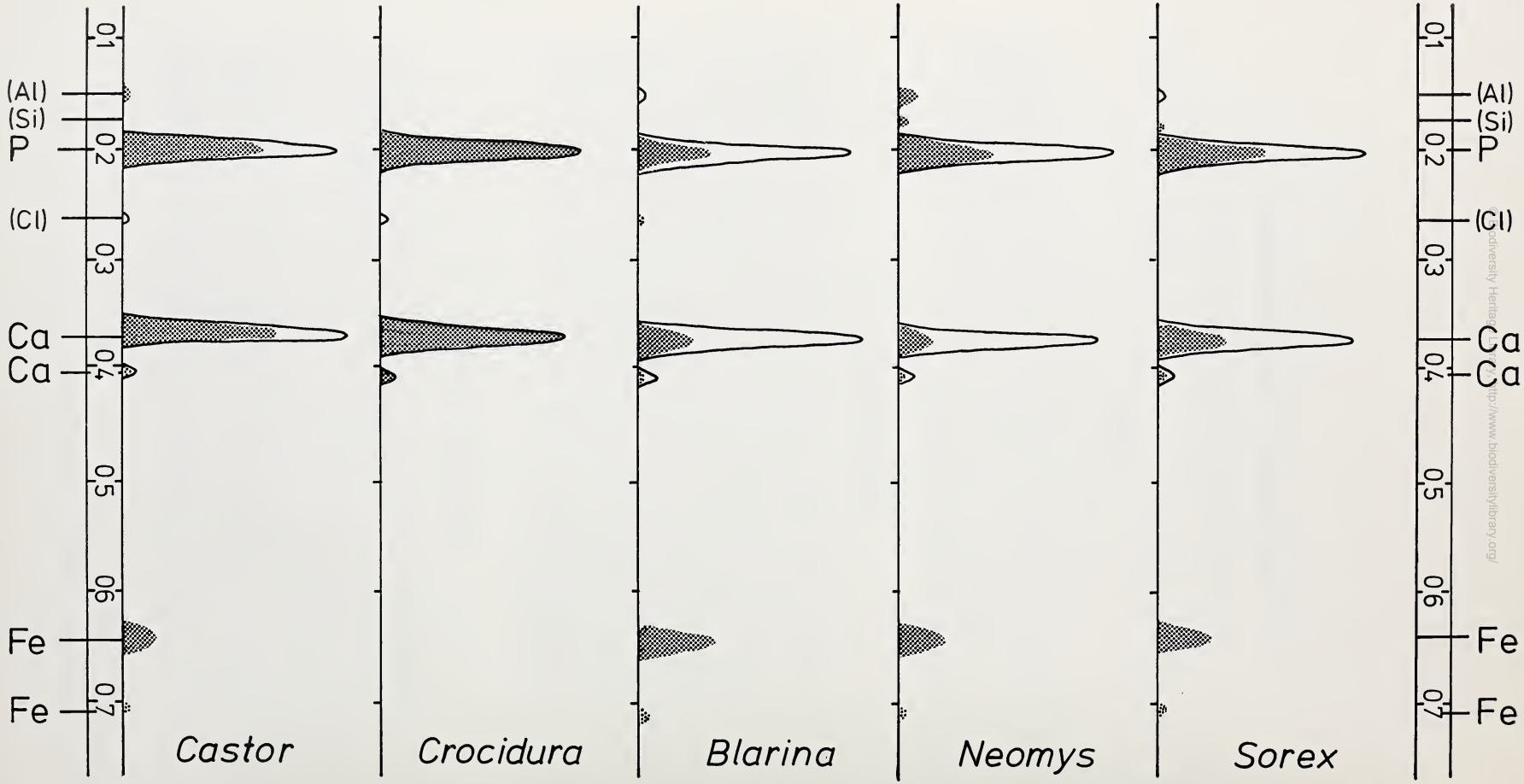

Abb. 1. Vergleich von äußerem, meist pigmentiertem (gerasterte Fläche) und innerem, stets unpigmentiertem Schmelz (umrandete Fläche) bei einigen Insectivoren und einem Rodentier *(Castor)* nach Messungen mit der Mikrosonde. Abszisse = Kanalnummern der X-Ray EDAX Mikrosonde; Ordinate = Anzahl der gemessenen counts. Für die Rotfärbung ist allein das Eisen verantwortlich.

Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/

Um die für die Zahnfärbung verantwortlichen Elemente zu identifizieren, werden in der Mikrosonde gefärbte und ungefärbte Schmelzpartien des gleichen Zahnes miteinander verglichen (Abb. 1). Dabei können allerdings nur die Elemente, die im Atomgewicht über dem von Na liegen, erfaßt werden. Die leichteren dagegen, wie O, der für die Oxidationsstufen interessant wäre, werden in der Analyse nicht erfaßt.

Neben der regelmäßigen Verteilung von P, Ca und Fe wurden unregelmäßig Al, Si und Cl nachgewiesen. Hierbei handelt es sich um Artefakte. Al und Si stammen aus dem Karborund-Schleifmittel, und Cl dürfte auf die Ätzbehandlung mit HCl zurückgehen. Diese Elemente brauchen im folgenden nicht mehr berücksichtigt zu werden. In der Mikrosonde werden einige Elemente durch zwei nebeneinanderliegende Peaks dargestellt (Ca und Fe).

Ergebnisse

Der Vergleich von äußerem Schmelz, der bei den untersuchten Gattungen bis auf *Crocidura* pigmentiert ist, und dem inneren, stets unpigmentierten Schmelz wird in Abb. 1 dargestellt, wobei die Analyse des äußeren Schmelzes durch eine gerasterte, die des inneren durch eine umrandete Fläche dargestellt ist. Bei *Crocidura* gibt es keinen Unterschied in der chemischen Zusammensetzung zwischen den beiden Schmelzbereichen. Dagegen weisen alle gefärbten Schmelzpartien deutlich Fe auf, während dieses Element im inneren, unpigmentierten Schmelz nicht oder nur minimal nachzuweisen war. Da bei keinem anderen Element signifikante Unterschiede auftraten, ist es wahrscheinlich, daß unter den hier erfaßten Elementen allein das Eisen für die Färbung verantwortlich ist.

Zu diesem Bild passen auch die Beobachtungen von Miles (1963, 919), abgesehen davon, daß er auch bei *Crocidura* etwas Eisen fand, was wir nicht bestätigen können. Lunt und Noble (1975) wiesen Eisen in den Zähnen von *Sorex minutus* durch Neutronenaktivierung nach.

Der hohe Fe-Gehalt der rotspitzigen Zähne bei *Sorex* gegenüber den weißen bei *Crocidura* läßt sich zwar auch mit der Berliner-Blau-Reaktion, der Turnbull-Blau-Reaktion wie auch als Eisenthiocyanat nachweisen, allerdings ist hier der Ausschluß anderer Elemente als Ursache der Rotfärbung nicht möglich.

Es hat den Anschein, als stiege mit dem Gehalt an Eisen die Intensität der Rotfärbung. Allerdings sind die vorliegenden halbquantitativen Daten nicht ausreichend, um diese Frage zu klären. Auf der anderen Seite wäre es denkbar, daß die unterschiedliche Färbung durch verschiedene Fe-Verbindungen verursacht wird. Die Pigmentverteilung ist außerordentlich fein. Auch bei stärkster Vergrößerung (10 000-fach) konnten keine Farbkörner festgestellt werden.

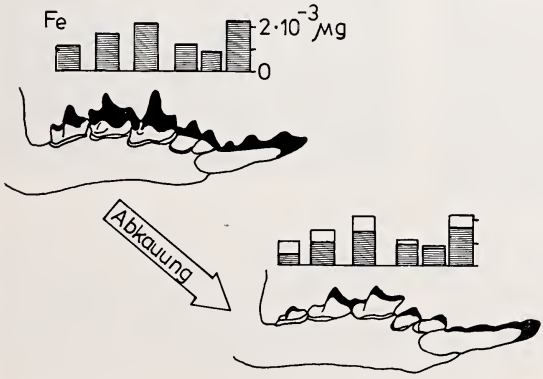

Abb. 2. Eisengehalt in Zähnen von *Sorex araneus* (schraffierte Säulen; oben im unabgenutzten, unten im abgekauten Gebiß). Weiße Flächen = durch Abkauung verlorenes Eisen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/

Abkauung und Fe-Gehalt der Zähne von Sorex

Wenn das Fe auf den rotgefärbten Zahnteil beschränkt ist, muß der Gesamteisengehalt eines Zahnes abnehmen, wenn der Zahn abgekaut wird, da zunächst der rot gefärbte Zahnteil der Abkauung zum Opfer fällt. Um dies zu überprüfen, werden Einzelzähne aus je 20 unabgekauten und stark abgenutzten Ober- und Unterkiefern von *Sorex araneus* miteinander verglichen. Das Fe wird dazu mit HCl extrahiert und als Eisenthiocyanat (Fe [SCN] 3) photometrisch gemessen.

In Abb. 2 ist die Eisenabnahme für die Unterkieferzähne dargestellt, wobei in die Berechnungen die Mittelwerte eingingen. Die stärkste Abnahme des Eisens ist bei den Molaren zu beobachten, die auch der stärksten Abrasion unterliegen. Im Oberkiefer sind es die Schneidezähne, die fast ebenso stark abgenutzt werden.

Die größte Fe-Menge überhaupt liegt im unteren Schneidezahn mit $2{,}2 \cdot 10^{-3}$ mg vor. Das sind 0,11 % vom gesamten Zahngewicht, das neben dem Schmelz auch das Dentin und die Zahnwurzel einschließt.

Verteilung des Eisens auf die Schmelzschichten und Vergleich zu den Nagetieren

Bereits bei 50facher Vergrößerung sieht man in Querschnitten durch rotgefärbte Zahnspitzen, z. B. bei *Sorex,* daß nur der äußere Teil des Zahnschmelzes eine rote Pigmentierung trägt (in Abb. 3 schwarz), während der innere weiß ist wie die ungefärbte Kronenbasis. Die rote Schicht nimmt 1/3 bis 1/2 der Schmelzdicke ein. Diese

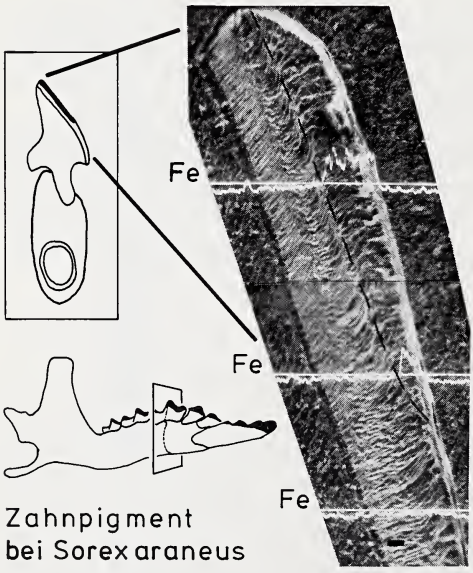

Abb. 3. Bei *Sorex araneus* ist im Line-Scan Eisen nur in der äußersten prismenlosen Schicht nachzuweisen, die auch makroskopisch rot gefärbt ist. Die weißen Linien sind Fe-Verteilungskurven. Sie zeigen nur im roten Schmelz (rechts von der Strichellinie) eine deutliche Erhebung über die Basis. Maßstab entspricht 0,01 mm.

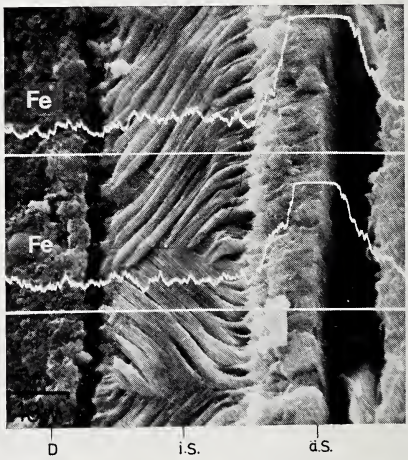

Abb. 4. Querschnitt durch einen Schneidezahn von *Sciurus vulgaris.* Die weißen Linien sind Fe-Verteilungskurven (Line-Scan). Das Eisen, das die Färbung bewirkt, liegt in der äußeren Hälfte des prismenlosen Schmelzes (ä. S.). Darunter liegt Lamellenschmelz (i. S.). D = Dentin

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/

beiden Schichten unterscheiden sich nicht nur in der Färbung, sondern auch in ihrem Ätzverhalten. Während die rote Schicht fast unverändert bleibt, wird die weiße stark angeätzt. Dieser Umstand erlaubt es, die pigmentierte Zone auch unter der Mikrosonde und im REM wiederzuerkennen, obwohl diese Geräte keine Farbunterschiede wiedergeben können. Das Line-Scan zeigt in der Verteilungskurve für Fe nur im rotgefärbten äußeren Schmelz einen Ausschlag (Abb. 3).

Diese Beobachtung gilt für alle untersuchten roten Soricidenzähne, die also konvergent zu den ebenfalls rotgefärbten Nagezähnen der Rodentia pigmentiert sind. Halse (1972) zeigt, daß in Incisiven von *Rattus* die Eisenverteilung sich mit der dünnen, pigmentierten Außenschicht des Zahnschmelzes deckt. Eigene Untersuchungen bestätigen diesen Sachverhalt für zahlreiche andere Nager (z. B. *Sciurus*, Abb. 4). Allerdings ist die Farbschicht bei den Nagetieren im Vergleich zu den Soriciden erheblich dünner.

Eine weitere Parallele liegt im Ätzverhalten. Der pigmentierte Schmelz wird im Gegensatz zum unpigmentierten von HCl kaum verändert und bleibt erhaben stehen. Aus diesem unterschiedlichen Ätzverhalten wollen wir aber keine Rückschlüsse auf die biologische Bedeutung der Zahnfärbung ziehen.

Auch im Schmelzaufbau scheinen auf den ersten Blick Parallelen zwischen den Nagetieren und den Soriciden vorzuliegen. Sie sind aber sehr oberflächlich.

Bei den Soriciden liegt unter dem pigmentierten (prismenlosen) Schmelz ein prismatischer Schmelz, der bei *Sorex* zweischichtig, bei *Neomys* und *Blarina* aber dreischichtig zu sein scheint. In diesem Schmelz wurden keine Hunter-Schreger-Bänder beobachtet. Bei den Nagetieren haben die Schneidezähne der Sciuromorpha und Myomorpha (letzte Zusammenfassung Wahlert, 1968) unter dem prismenlosen Schmelz, der allerdings nur in seiner äußeren Zone gefärbt ist, auch einen prismatischen Schmelz. Der Lamellenschmelz ist aber ein höchst symmetrisches Geflecht aus Schmelzprismen und interprismatischer Substanz in drei Raumrichtungen (Koenigswald 1977). Solch ein komplizierter Schmelz ist bei den Insectivoren unbekannt.

Es bleibt somit offen, ob die Pigmentierung des Schmelzes ganz allgemein an „prismenlosen" Schmelz gebunden ist, oder ob diese Konvergenz zufällig ist.

Danksagung

Herrn Prof. Niethammer, Bonn, der einen Teil der Studie als Staatsexamensarbeit betreut hat, danken wir auch für die Hilfe bei der Materialbeschaffung.

Der Sonderforschungsbereich 53, „Palökologie", an der Universität Tübingen ermöglichte uns die Arbeit am REM und der Mikrosonde. Frau Klett sei herzlich für die technische Beratung gedankt.

Zusammenfassung

An Vertretern der Gattungen *Sorex*, *Neomys* und *Blarina* wird Eisen als das für die rote Zahnfärbung verantwortliche Element nachgewiesen. Zum Vergleich wurden Zähne von *Crocidura russula*, *C. leucodon* sowie von *Sorex araneus*, *Neomys fodiens* und *Blarina brevicauda* mit chemischen Methoden und dem Rasterelektronenmikroskop in Verbindung mit der X-Ray EDAX Mikrosonde untersucht. Bei *S. araneus* liegt im unteren Schneidezahn die größte Fe-Menge mit $2{,}2 \cdot 10^{-3}$ mg vor.

Eisen ist ausschließlich in der äußeren Schmelzzone vorhanden, die auch die Pigmentierung trägt. Darin liegt eine Konvergenz zu den Nagezähnen der Rodentia.

Literatur

Gureev, A. A. (1971): Zemleroiki (Soricidae) fauny mira. (Soricidae of World fauna). Leningrad: Nauka.

Halse, A. (1972): An electron microprobe investigation of the distribution of iron in rat incisor enamel. Scand. J. dent. Res. 80, 26—30.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/

Halse, A.; Selvig, K. A. (1972): Mineral content and crystalsize in mature rat incisor enamel. J. ultrastruc. Res. **40**, 527—531.
Halse, A.; Selvig, K. A. (1973): Iron content of rat incisor enamel. J. dent. Res. Spec. Iss. **52**, 127.
Koenigswald, W. v. (1977): *Mimomys* cf. *reidi* aus der villafranchischen Spaltenfüllung Schambach bei Treuchtlingen. Mitt. Bayer. Staatsslg. Paläont. hist. Geol. **17**, 197—212.
Lunt, D. A.; Noble, H. W. (1975): Nature of pigment in teeth of pigmy shrew, *Sorex minutus*. J. dent. Res. **54**, 1087.
Miles, A. E. W. (1963): Pigmented enamel. Proc. Roy. Soc. Med. **56**, 32—34.
Reith, E. J. (1959): The enamel organ of the rat's incisor, its histology and pigment. Anat. Rec. **133**, 75—89.
Reith, E. J. (1961): The ultrastructure of ameloblasts during matrix formation and the maturation of enamel. J. biophys. biochem. Cytol. **9**, 825—839.
Repenning, C. A. (1967): Subfamilies and Genera of the Soricidae. Geol. Surv. Prof. Paper 565.
Simpson, G. G. (1945): The principle of classification and a classification of Mammals. Bull. Amer. Mus. Nat. Hist. **85**, 1—350.
Wahlert, J. H. (1968): Variability of Rodent incisor enamel as viewed in thin section and the microstructure of enamel in fossil and recent rodent groups. Breviora Mus. Comp. Zool. 309.

Anschriften der Autoren: Christel Dötsch, Zoologisches Institut der Universität, Poppelsdorfer Schloß, D-53 Bonn 1; Dr. Wighart v. Koenigswald, Hessisches Landesmuseum, Friedensplatz 1, D-6100 Darmstadt

Rückfunde beringter Vampirfledermäuse *Desmodus rotundus* in Mexiko

Von U. Schmidt, Christel Schmidt, W. Lopez-Forment und R. F. Crespo

Zoologisches Institut der Universität Bonn

Eingang des Ms. 17. 10. 1977

Abstract

Banding experiment on vampire bats (Desmodus rotundus) in Mexico

Reinvestigating banding experiments in mexican vampire bats it was found that *Desmodus* remains in an area for a considerable time. A number of marked individuals was caught in the same cave where banded seven years ago. The home area seems to be quite large as indicated by one *Desmodus*, found 20 km away (and about 1000 m higher up) from its banding place. 1976 one vampire bat was netted during its foraging flight at the same spot where it had been caught 1969. This may suggest that *Desmodus* is using the same flight paths for a long period of time. The recapture data suggest that female *Desmodus* are living together in small, stable groups.

Z. Säugetierkunde 43 (1978) 70—75
© 1978 Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin
ISSN 0044—3468/ASTM-Coden ZSAEA 7

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Mammalian Biology (früher Zeitschrift für Säugetierkunde)

Jahr/Year: 1977

Band/Volume: 43

Autor(en)/Author(s): Dötsch Christel, Koenigswald Wighart von

Artikel/Article: Zur Rotfärbung von Soricidenzähnen 65-70