

- STEPHAN, H. (1954): Vergleichend-anatomische Untersuchungen an Hirnen von Wild- und Haustieren. II Die Oberfläche des Allocortex bei Wild- und Hausformen von *Epimys norvegicus* Erxl. Morph. Jb. 93, 425—471.
- (1954): Vergleichend-anatomische Untersuchungen an Hirnen von Wild- und Haustieren. III Die Oberflächen des Allocortex bei Wild- und Gefangenschaftsfüchsen. Biol. Z. Bl. 73, 95—115.
- STOCKHAUS, K. (1965): Metrische Untersuchungen an Schädeln von Wölfen und Hunden. Z. zool. System und Evol. Forsch. 3, 157—258.

*Anschrift des Verfassers:* Dr. WOLFGANG WEIDEMANN, Institut für Zoologie der Tierärztlichen Hochschule, 3 Hannover, Bischofsholer Damm 15

## Funktion und Form der Säugerzähne I

### Thegosis, Usur und Druckusur

VON RONALD G. EVERY und WALTER G. KÜHNE

*Eingang des Ms. 10. 8. 1969*

Die Beobachtungen über die Funktion und den Verbrauch der Säugerzähne und besonders der Molaren durch R. G. EVERY sind seit einigen Jahren einer Reihe von Forschern fossiler Mammalia bekannt und beginnen *commune bonum* zu werden. Aus verschiedenen Gründen ist bisher eine grundlegende Darstellung der Thegosis durch den ersten Autor (E.) noch nicht erfolgt. Nach längeren Besuchen desselben in den Universitäten Chicago und Yale hat der zweite Autor (K.) das Privileg gehabt, mit Dr. EVERY ein halbes Jahr in Berlin arbeiten zu können. Bei dieser Gelegenheit hat Dr. EVERY die Arbeitsgruppe des Berliner Lehrstuhls für Paläontologie von seinen wichtigen Beobachtungen in Kenntnis gesetzt, wofür der zweite Autor an dieser Stelle in aller Form dankt. Was der zweite Autor hier von Dr. EVERYs Beobachtungen bringt, ist nur ein kleiner, wenn auch wesentlicher Teil des Komplexes, der in EVERYs Terminologie als Thegosis gefaßt wird.

Der Vorstellung, daß der Säugerzahn einem „Abnutzungsprozeß“ unterliegt, entspricht die ständige Massenminderung durch Zahngebrauch. Weshalb dieser Abnutzung keine kontinuierliche Funktionsminderung entspricht, wurde durch EVERY entdeckt. Ihm verdanken wir den Nachweis der überraschenden Tatsache, daß ein Säugerzahn lebenslang geschärft und abgestumpft werden kann, das heißt, daß es aktiven und passiven Zahnverbrauch gibt. Aktiver Zahnverbrauch erfolgt durch Zahn-auf-Zahn-Kontakt.

Die vorliegende Arbeit erbringt den Beweis für die Richtigkeit der Beobachtungen EVERYs, indem an einem Molaren zwei Gebrauchsspuren verschiedener Gestalt und verschiedener Entstehung demonstriert werden.

Die Vorstellung, daß die für den Säuger lebenswichtige Zahnschubstanz durch das Individuum selber — und zwar quasi nutzlos — verbraucht wird, ist freilich nicht naheliegend. Würde jedoch der Schleifakt — die Thegosis — nicht bei Säugern vorkommen, könnten die durch einen solchen Akt entstandenen Facetten auch nicht vorhanden sein.

Thegosis — θηγώσις — vom Griechischen Schleifen, ist der Zahnverbrauch, der mit der Usur (nach EVERY auf englisch attrition) ein durch Korrelation verbundenes Begriffspaar darstellt. Thegosis ist der einseitige Kontakt der Beahnung, bei dem obere

und untere occludierende Zahnflächen geschärft werden. Thegosis ist ein, besonders bei Säugetieren auftretender Schärfakt, der zur Bildung von Schneidkanten führt. Usur, die Folge des Zahngebrauches bei der Zerkleinerung der Nahrung, ist ein Abstumpfungsvorgang, der zur Verrundung von Schneidkanten führt. Thegosis und Usur folgen aufeinander, so lange ein Säugerzahn bzw. eine Säugerbezahnung funktioniert. Beide sind leicht an Facetten bzw. Verrundungen der Gebrauchsfläche des Zahnes zu erkennen und zu unterscheiden. Thegosis erfolgt unbewußt.

Jeder Kontakt zwischen Zahn und Nahrung führt zur Verrundung, zum Stumpfwerden der Zahnformen. Wo immer Scher- oder Schneidkanten vorhanden sind, verdanken sie ihre lebenslängliche Existenz nicht der ontogenetisch angelegten Zahnform, sondern der Thegosis. Zahnverbrauch muß auf Grund des vorher Gesagten in aktiven Zahnverbrauch durch Thegosis und passiven Zahnverbrauch durch Usur (attrition = Zahn-Nahrungskontakt) differenziert werden.

Die phylogenetischen Anfänge der Thegosis liegen im Schleifkontakt der Innenseite der Oberkieferbezahnung mit der Außenseite der Unterkieferbezahnung bei orthaler Kieferbewegung. Es ist wahrscheinlich, daß eine Anzahl von Reptilien entsprechende Schleifspuren an den Zähnen erkennen lassen. Bevor aus solcher sekundären Folge der Kieferbewegung und des Zahnverbrauchs Thegosis wird, müssen einige Voraussetzungen realisieren:

1. Der Schmelz muß dicker werden als er es im allgemeinen bei Reptilien ist<sup>1</sup>.
2. Im Gebiet der durch Thegosis geschärften Zähne muß Zahnwechsel unterbleiben, der die Phalanx der Zähne durch Lücken unterbrechen würde (dieser Zustand ist bereits bei Therapsiden der Trias realisiert).
3. Mesiale Wanderung (englisch „mesial drift“) muß für lebenslänglichen Kontakt der durch Thegosis geschärften Zähne sorgen, sie ist die Ursache der Druckusur („interdental wear“, auf Grund eines Vorschlages von Prof. A. E. W. MILES, London) an den Berührungsflächen der Elemente einer Zahnreihe (Druckusur findet sich auch bei dem Ornithischier *Stegosaurus* nach unserer Beobachtung). Mesiale Wanderung garantiert die Bedingungen, unter denen allein Thegosis mehrerer Zähne erfolgen kann: das Einpassen durch Thegosis entstandener Zahnflächen erfolgt ausschließlich durch

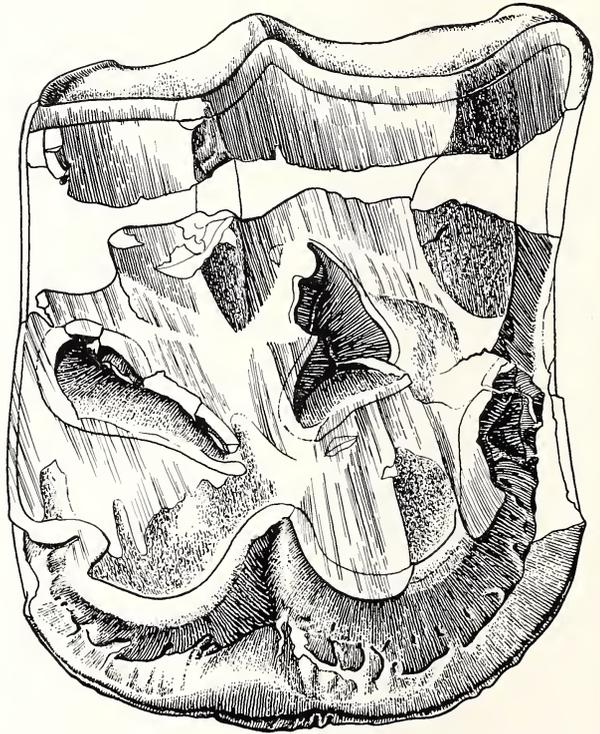


Abb. 1. *Palaeotherium* sp., Obereozän von Sosis, Katalonien. M<sup>1</sup> dex. x 3,5, del. P. BERNDT

<sup>1</sup> Sauropode Dinosaurier haben Schmelz, der maximal 0,5 mm dick ist.

sie, und ein Nicht-Passen durch mögliches Auseinanderweichen der Zahnphalanx unterbleibt.

4. Die Zahnform muß es erlauben, daß der Schärffakt zur Entstehung von Schneidkanten führt — das ist beim im Querschnitt runden oder biconvexen Reptilzahn nur bedingt möglich, dagegen beim Trigon und Trigonid aufweisenden Zahn primitiver Säuger unbedingt der Fall.
5. Eine ausschließlich orthale Kieferbewegung, die beidseitig simultan funktioniert, muß einer einseitig wirkenden Kieferbewegung weichen (wie bei primitiven Säugern) oder — vom Tertiär an — einer gleitenden oder schwingenden. Im

ersten Fall ist die lockere Symphysis mandibulae die *conditio sine qua non*, im letzteren ist die sekundär wieder starre Symphysis mandibulae der Regelfall. Auch eine orthale Kieferbewegung mit senkrechten Thegosisflächen ist bei rezenten und tertiären Säugern möglich, z. B. bei Felidae.

Thegosis bewirkt ebene oder einfach gekrümmte, scharf begrenzte Flächen, die in einer Schneidkante enden. Durch Thegosis entstandene Flächen sind von parallelen Riefen (Striae) bedeckt, die durch Bewegung von Zahn auf Zahn unter Druck entstehen.

Obwohl unzählige Zeichner an rezenten und fossilen Zähnen die Thegosisstriae beobachtet haben müssen, kamen diese offenbar nie zur graphischen Darstellung<sup>2</sup>; ihre Signifikanz wird in der vorliegenden Arbeit erwiesen. EVERY hat die Thegosis zuerst bei *Homo sapiens* beobachtet. Obwohl *Homo* bunodont ist, erfolgt auch bei ihm, wie bei den meisten bunodonten und herbivoren Säugern, Thegosis. Ausgerüstet mit einer Abdruckmasse wie Rasierseife, Plastilin, Paraffin- oder Bienenwachs etc., ist jeder Mensch in der Lage, Negative seiner eigenen Thegosisflächen herzustellen und sich bei geeigneter optischer Vergrößerung von der Riefung der Thegosisflächen zu überzeugen.

Die einfach gekrümmten Thegosisflächen werden durch die Usur — dem Kontakt Nahrung-Zahn — zerstört. Usurflächen sind mehrfach gekrümmt, napf- oder buckelförmig. Sie verklingen unmerklich an Zahnflächen, die der Usur nicht unterliegen, und zeigen mikroskopisch ein wirres Muster von gekrümmten Kratzern. Verrundung der

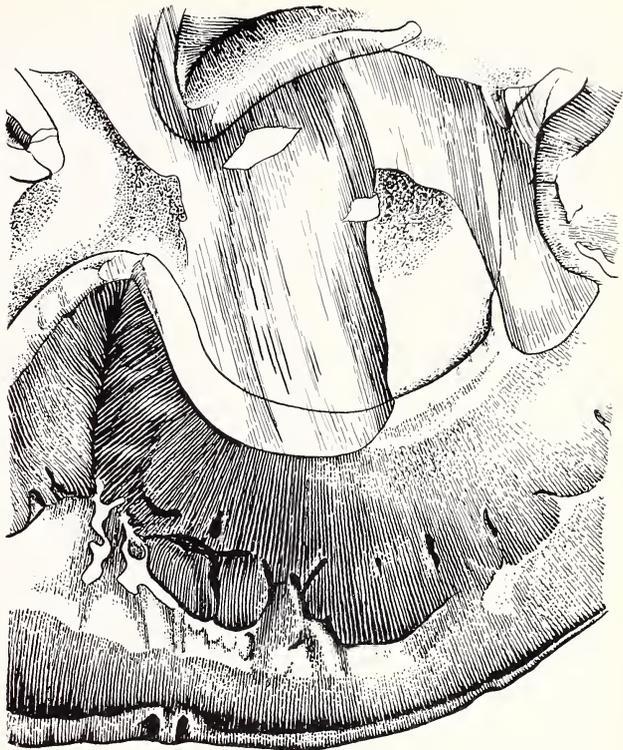


Abb. 2. *Palaeotherium* sp., Obereozän von Sosis, Katalonien.  
x 7,5, del. P. BERNDT

<sup>2</sup> Diese Aussage verlangt eine Einschränkung; BUTLER und MILLS (1959) stellen die Thegosisstriae von *Oreopithecus* dar.

Kanten und Politur der Flächen ist das Charakteristikum der Usur. Ein spätes Stadium der Usur läßt ein Herausragen gerundeter Schmelzrippen im ausgehöhlten Dentin erkennen. Diesem Stadium folgt zeitlich Thegosis, die neben der Herstellung der Schneidkanten eine Egalisierung der von Schmelz und Dentin gebildeten Gebrauchsfäche des Zahnes bewirkt. Die Auslöschung der Thegosisfläche durch die Usurfläche und umgekehrt erfolgt partiell. Die Usur, die dem Thegosisakt unmittelbar folgt, superponiert ungerichtete Gebrauchskratzer auf die parallelen Striae der Thegosis.

Die Oberkiefermolaren des obereozänen *Palaeotherium*, Ordnung Perissodactyla von Sosis (Katalonien) zeigen Thegosis und Usur mit großer Deutlichkeit. Die Außenseite von Paracon und

Metacon wird von einer senkrechten Schmelzwand gebildet, die durch Thegosis horizontal abgeschnitten und angeschärft ist. Sie bildet die Hauptschneidkante des Zahnes (Abb. 1). Der Protocon (Abb. 2, 3) zeigt an seiner lingualen Seite auf einer kleinen Partie Usur. Hier überragt die gerundete Schmelzleiste das weichere und rascher verbrauchte Dentin. Hinter und vor ihr ist das Dentin durch Thegosis gerieft, und der Schmelz – mit weniger deutlichen Riefen wegen seiner Härte – ist auf dasselbe Niveau wie das Dentin gebracht. Zwar liegt die Hauptschneidkante des Zahnes buccal, aber wo Thegosis den Protocon erfaßt hat, bildet sich zwischen der verrundeten Innenwand und der horizontalen Thegosisfläche des Protocons eine deutliche Kante.

Der dritte Terminus der Überschrift – Druckur – ist nicht nur ein Modus mechanischen Zahnverbrauchs, sondern, wie oben schon dargelegt, eine wesentliche Komponente der durch Thegosis funktionsfähig, d. h. scharf erhaltenen Säugerbezaehlung. Das mikroskopische Bild der Druckur wird nicht durch lineare Elemente, wie bei Usur und Thegosis bestimmt, sondern durch unregelmäßig runde Vertiefungen und Erhabenheiten. Druckur beginnt punktförmig an der Kontaktfläche zweier hintereinanderstehender Zähne im Moment des Funktionsbeginns derselben. Die Facetten der Druckur wachsen mit dem Altern des Individuums derart, daß nicht nur eine Verkürzung der von der mesialen Wanderung betroffenen Gebißteile erfolgt, sondern auch der Schmelz durchgescheuert werden kann. Druckur erfolgt durch Kontakt von Zähnen,



Abb. 3. *Palaeotherium* sp., Obererozän von Sosis, Katalonien. x 7. Photo: J. SEIFERT

Das in Abb. 2 und Abb. 3 dargestellte Protocon zeigt in der Mitte eine Insel usierter Zahnoberfläche mit Politur und Reliefbildung zwischen Schmelz und Dentin. Vor und hinter dieser Insel ist die Zahnoberfläche durch Thegosis gebildet. Der Reliefunterschied zwischen Schmelz und Dentin ist ausgelöscht. Die Fläche ist gerieft (striat), zwischen Thegosis- und Usurfläche bilden sich in Schmelz und Dentin scharfe Kanten.

die sich beim Gebrauch unabhängig voneinander in ihrer Alveole bewegen. Diese Bewegung ist nicht nur vertikal. Druckusur als Folge der mesialen Wanderung zeigt sich in integrierten Teilen der Bezahnung auch da, wo keine Thegosis erfolgt oder erfolgen kann, z. B. bei den Incisiven der Bovidae und Cervidae.

Bovidae und Cervidae besitzen ein großes Diastema und eine postcanine Bezahnung, die wesentlich stärker integriert ist, als etwa die von *Ursus*. Nur die Tatsache, daß die, die Thegosis bewirkende Kieferbewegung hier fast horizontal ist, erlaubt die Integration von Praemolaren, die während der Jugend gewechselt werden und von Molaren, die addiert werden, zu einer Zahnatterie. Hier sind nicht Keile in Occlusion wie bei Trigon und Trigonid der primitiven Säuger, sondern leicht gewinkelte, fast horizontale Flächen mit einer Vielzahl von vertikalen Schmelzrippen.

Die Druckusur tritt verständlicherweise bei Ornithischia auf, die eine Zahnatterie besitzen, z. B. *Iguanodon*; bei sauropoden Saurischia tritt sie auf, wo offenbar langlebige Raffzähne eine integrierte homodonte Bezahnung bilden, z. B. bei *Camarosaurus*, wo die Zähne imbrizieren, sowie bei *Brachiosaurus*.

Da die Spuren der Thegosis nur unmittelbar nach dem in größeren zeitlichen Intervallen erfolgenden Schärfakt zu sehen sind und sogleich der allmählichen Auslöschung durch Usur unterliegen, sind einige günstige Umstände nötig, um Thegosis nachweisen zu können.

Günstige Faktoren sind Größe der Zähne, direktes Licht für die Beobachtung und vor allem Tod nach oder kurz nach erfolgter Thegosis. Ungünstige Faktoren, die die Spuren der Thegosis verwischen, sind der postmortale Transport, bei dem Abschleiß oder Abrollung erfolgt, und das Anbringen eines Lacküberzuges bei Fossilien. Fossilien aus Kohleablagerungen sind daher prädestiniert, Thegosis zu bewahren. Es gibt allerdings Regionen, wo der zweite Autor stets Thegosis wahrgenommen hat, z. B. bei  $M_3$  von *Equus*.

Seit etwa 10 Jahren mehren sich Arbeiten über die Funktion von Zahn und Bezahnung. Der Standpunkt der einzelnen Autoren ist verschieden; er mag physiologisch, anatomisch, medizinisch oder paläontologisch sein. Dementsprechend sind die Aussagen verschieden, oder sie gleichen sich auch bis auf signifikante Einzelheiten. Zu dieser Diskussion, an der sich vor allem BUTLER, MILLS, HIEMAE und kürzlich CROMPTON und HIEMAE beteiligt haben, liefert die vorliegende Arbeit einen Beitrag.

### Zusammenfassung

Zahnabnutzung oder Zahnverbrauch bei Säugern wird gegliedert in aktive Thegosis, passive Usur und Druckusur zwischen benachbarten Zähnen. Durch Thegosis werden Schneidkanten aktiv geschärft, bei Usur werden Schärfen und Kanten abgerundet. Thegosis erfolgt durch Kontakt der Bezahnung eines Unterkieferastes mit der eines Oberkiefers.

### Summary

#### *Function and Form of Mammalian Teeth I*

Wear of mammalian teeth is analyzed; it consists a. of active Thegosis by means of contact of lower and upper teeth of one side, producing striated surfaces and cutting edges; b. of attrition — that is food-tooth contact — which wears off cutting edges and produces round and polished surfaces and c. interdental wear between adjoining teeth, pressed together by mesial drift.

### Literatur

- BUTLER, P. M. (1952): The milk molars of *Perissodactyla* with remarks on molar occlusion. — Proc. Zool. Soc. Lond. **121**, p. 777—817.  
— and MILLS, J. R. E. (1959): A contribution to the odontology of *Oreopithecus*. — Bull. Brit. Mus., Nat. Hist., Geology, **4**, 1, p. 1—26.

- CROMPTON, A. W., and HIEMAE, K. (1969): How mammalian molar teeth work. — *Discovery* 5, 1, p. 23—34.
- EVERY, R. G. (1965): The teeth as weapons. — *Lancet*, p. 685—688.
- HIEMAE, K. S. (1965): Mechanisms of mandibular movement in the rat. — *J. dent. Res.*, 44, 1178.
- MILLS, J. R. E. (1964): The dentition of *Peramus* and *Amphitherium*. — *Proc. Linn. Soc.*, London 175, 2, p. 117.
- (1966): The functional occlusion of the teeth of Insectivora. — *J. Linn. Soc. (Zool.)*, 47, p. 1—24

*Anschrift der Verfasser:* Dr. RONALD G. EVERY, Zoological Department, University of Canterbury, Christchurch / New Zealand und Prof. Dr. W. G. KÜHNE, Lehrstuhl für Paläontologie der Freien Universität Berlin 33, Schwendenerstraße 8

## Variation and Correlation in the Genital Bones of Ranch Mink

By CHARLES A. LONG and LINDA R. SHIREK

*Eingang des Ms.* 15. 2. 1970

### Introduction

Form, function and variability of the genital bones in mammals have received scant investigation (LONG and FRANK 1968). Aside from studies on bacular development in respect to aging (ELDER 1951; LECHLEITNER 1954; PAUL 1968), variation of the genitalia in the mink (*Mustela vison*) has been scarcely investigated. LONG and FRANK (1968) reported a coefficient of variation of  $5.1 \pm 1.3$  for length of the baculum, based on a small sample of eight bones, and described the specialization and form of the mink baculum in relation to that of some other Mustelidae. LONG (1969a) described the gross morphology of the mink penis. Ranch mink provide an excellent opportunity to study phenotypic variability of bacula of given age. Furthermore, the environmental component of variation is controlled by similar environments. In this investigation the variation and correlation of dimensions and weight in large samples of bacula of ranch mink are discussed. The only description of an os clitoridis in the *Mustela* is that for *M. sibirica* by SIMOKAWA (1938), „kleiner, beinahe zylindrischer Clitorisknochen“ 0.3 mm in length and somewhat pointed at both ends. We describe below the minute mink os clitoridis, its frequency of occurrence in our sample, and its remarkable variation. This vestigial structure may be the most variable bone so far known to science.

### Methods

Fifty-nine penises from adult ("approximately one year old") mink obtained in November 1966, and March 1967, and forty penises obtained in January 1969, from Barr's Mink Ranch, Greenwood, Wisconsin, were boiled in ammonia hydroxide, and cleaned of the softened flesh. The 59 bacula were uniformly dried and then weighed on a Top Balance accurate to 0.0001 g. Dial calipers accurate to 0.02 mm were used to measure tip-to-base length, length of the „handle“ (base), and widths of the tip and handle. One angular measure proportional to the sharp bend of the baculum was obtained by the method of LONG and FRANK (1968). No significant differences (0.05 level) were observed in the two samples making up the 59 bones, and

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mammalian Biology \(früher Zeitschrift für Säugetierkunde\)](#)

Jahr/Year: 1969

Band/Volume: [35](#)

Autor(en)/Author(s): Every Ronald G., Kühne Walter Georg

Artikel/Article: [Funktion und Form der Säugerzähne I Thegosis, Usur und Druckusur 247-252](#)