© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zoologicalbulletin.de; www.biologiezentrum.at

Bonn. zool. Beitr.	Jg. 36	H. 1/2	S. 9—36	Bonn, Mai 1985

Fortpflanzung und Jugendentwicklung der Pestratte *Bandicota indica* (Bechstein)

von

Norbert Stempel

Einleitung

Zur Gattung *Bandicota* Gray, 1873, (Rodentia, Muridae, Murinae) rechnen Honacki et al. (1982) drei Arten: *B. indica*, *B. bengalensis* und *B. savilei.* Die Stellung von *Bandicota* innerhalb der Murinae ist unsicher. Misonne (1969) stellt sie zu einer *Arvicanthis*-Gruppe, Niethammer (1977) schließt sie dagegen eng an die Gattung *Rattus* an, von der *Bandicota* sich in einer Anzahl von Merkmalen rasch entfernt haben soll. Diese Vorstellung wird durch proteinelektrophoretische Vergleiche gestützt (Gemmeke & Niethammer 1984).

Die Gattung der Pestratten ist in ihrer Verbreitung auf Indien und Südostasien beschränkt. *B. indica* (Abb. 1) ist von ganz Indien und Sri Lanka bis nach Südchina und Taiwan im Osten und bis Sumatra und Java im Süden verbreitet. Die nördliche Grenze bildet der Himalaya. Sie ist eine der größten Muriden auf dem eurasischen Festland. Ihre Kopfrumpflänge erreicht 30 cm und mehr. Zum Vergleich: *Rattus norvegicus* 19 bis 26 cm (Becker 1978). Als nachtaktiver Wühler, der vornehmlich in landwirtschaftlich genutztem Gebiet vorkommt, gräbt *B. indica* ausgedehnte Bausysteme (Arjunwadkar & Gadgil 1974, Tien & Cu 1965). Über ihre Biologie und Ökologie ist fast nichts bekannt.

Die vorliegende Arbeit untersucht Fortpflanzung und Jugendentwicklung dieses Nagers in Gefangenschaft.

Material und Methoden

Ausgangstiere für meine Zucht waren 2 Wildfänge aus Thailand, die 1981 nach Bonn gelangten und im Tierhaus des Zoologischen Instituts der Universität Bonn gehalten wurden. Zuchtpaare hielt ich in Edelstahlkäfigen mit 40 x 100 cm Grundfläche und 30 cm Höhe. Jungtiere trennte ich mit 30 Tagen von der Mutter und setzte sie zu zweit in Makrolonwannen, 34 x 56 cm groß und 20 cm hoch. Als Einstreu dienten Sägespäne. Gefüttert wurde ein handelsübliches Rattenzuchtfutter und Wasser ad libitum. Trächtigen und laktierenden ♀ wurde außerdem eine Mischung aus verschiedenen Getreidesorten geboten.

Zur Bestimmung der Geschlechtsreife bei ♂ wurden die Nebenhoden frisch getöteter Tiere mit physiologischer Kochsalzlösung ausgespült. Diese Flüssigkeit wurde bei 400-facher Vergrößerung mikroskospiert. Ein Tier galt als nicht geschlechtsreif, wenn in beiden Nebenhoden keine Spermien gefunden wurden.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zoologicalbulletin.de; www.biologiezentrum.at

Zur Darstellung der Skelette der Jungtiere wendete ich ein leicht verändertes Verfahren nach Stapes & Schnell (1964) an. Die ausgenommenen, enthäuteten und weitgehend von Muskeln befreiten Tiere wurden in 70 %igem Alkohol konserviert. Zur Mazeration wurden sie für 5—10 Tage in 1 %ige Kalilauge überführt. Danach kamen sie in frische 0,5 %ige Kalilauge, der pro 100 ml 3 Tropfen 1 %iges Alizarinrot-S beigegeben wurden. Je nach Größe wurden die Tiere darin 5—10 Tage gefärbt. Anschließend wurden sie in einer Lösung aus zwei Teilen 70 %igen Alkohols, zwei Teilen Glyzerin und einem Teil Benzylalkohol ca. 7 Tage lang aufgehellt. Dann wurden sie für 5 Tage in ein Alkohol-Glyzeringemisch (1 : 1) und anschließend in Glyzerin überführt.

Alle Körpermaße wurden nach der Vorschrift bei Niethammer & Krapp (1978) ermittelt. Die Kopfrumpf- und Schwanzlänge wurde auf einen Millimeter, die Hinterfuß- und Ohrlänge mit einer Schublehre auf 0,1 mm genau bestimmt. Gewichte wurden mit einer Waage Mettler Type P 1200 mit einer Genauigkeit von 0,1 g gemessen.

Für Haarlängenbestimmungen wurden kleine Haarbüschel mit einer Pinzette ausgezogen und unter einer Lupe der Firma Zeiss mit Strichplatte ausgemessen. Der Haarwechsel wurde an lebenden Tieren untersucht. Dazu wurde durch Blasen gegen den Strich das Fell aufgerichtet und zuerst die Grenze gesucht, auf der die ersten Spitzen der neuen Haargeneration durch die Epidermis brachen, dann die Grenze, von der an alle Haare der alten Haargeneration ausgefallen waren.

Für die Bestimmung der Körpermaße und für die Haarwechseluntersuchungen war es nötig, Jungtiere ab dem 25. Lebenstag kurzfristig mit Äther zu betäuben.

Für Temperaturmessungen stand ein elektronisches Thermometer Thermophil Type 4416 mit 0,5 ° C Ablesegenauigkeit zur Verfügung.

Die rechnerische und statistische Auswertung der Ergebnisse erfolgte nach Simpson et al. (1960) und Sachs (1978).

Ergebnisse

Geschlechtsreife

Zur Bestimmung der Geschlechtsreife der ♂ wurden insgesamt 31 Tiere in 5 Altersstufen abgetötet und auf Spermien hin überprüft. Der Anteil geschlechtsreifer und nicht geschlechtsreifer ♂ und die Hodengewichte sind aus Tab. 1 zu ersehen. Mit 90 Tagen ist kein, ab 200 Tagen sind alle ♂ geschlechtsreif. Mit 150 Tagen liegt der Anteil geschlechtsreifer ♂ bei 50 %. Tab. 2 vergleicht Gewicht, Kopfrumpflänge und Hodengewicht der geschlechtsreifen mit den noch nicht geschlechtsreifen Tieren je einer Altersgruppe. Es zeigt sich, daß innerhalb einer Altersgruppe zunächst die kleineren ♂ geschlechtsreif werden, und daß dieser Trend mit zunehmendem Alter verlorengeht. So waren nicht geschlechtsreife ♂ mit 120 Tagen 50 % schwerer als geschlechtsreife, mit 150 Tagen 17 % und mit 180 Tagen nur noch 4 %. Bei ♀ wurde der Beginn der Geschlechtsreife anhand des Alters Erstgebärender ermittelt. Es betrug bei insgesamt 12 ♀ einmal 130 Tage, je zweimal 165, 180 und 190 Tage und je einmal 205, 240, 250, 330 und 415 Tage. Bei einer Tragzeit von 20 Tagen (siehe unten) hat demnach die erste erfolgreiche Kopula mit 110 Tagen stattgefunden, mit 160 Tagen sind 50 % der ♀ belegt.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zoologicalbulletin.de; www.biologiezentrum.at

Abb. 1: *Bandicota indica*, ausgewachsenes Männchen.

Tabelle 1: Anzahl, prozentualer Anteil und Hodengewicht in g geschlechtsreifer (⊕) und nicht geschlechtsreifer (⊖) ♂ von *Bandicota indica.*

Alter	⊕ n	⊕ %	⊕ Ho	⊖ n	⊖ %	⊖ Ho
90	0	0	—	7	100	0,7
120	3	100	1,6	0	0	—
150	3	50	1,8	3	50	1,1
180	7	70	1,9	3	30	0,8
200	5	100	3,5	0	0	—

Tabelle 2: Vergleich von Gewicht (G), Kopfrumpflänge (KR) und Hodengewicht (Ho) geschlechtsreifer (⊕) und nicht geschlechtsreifer (⊖) ♂ von *Bandicota indica.* + + + = hoch signifikant ($p \leqq 0.001$), + + = signifikant ($p \leqq 0.01$), + = schwach signifikant ($p = 0.05$), n.s. = nicht signifikant.

Alter	G ⊕	G ⊖	G p	KR ⊕	KR ⊖	KR p	Ho ⊕	Ho ⊖	Ho p
120	614	919	+ + +	25.1	27.1	+ +	1.6	—	—
150	892	1046	+ +	27.9	28.4	n.s.	1.8	1.1	+
180	1039	1082	n.s.	28.7	29.3	n.s.	1.9	0.8	+

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zoologicalbulletin.de; www.biologiezentrum.at

Tragzeit und Geburt

Es ist mir in keinem Fall gelungen, die Tragzeit exakt zu bestimmen, d. h. Kopula und Geburt auf den Tag genau festzulegen.

Ein ♀ warf 21 Tage, ein anderes 22,5 Tage nach Zusammensetzen mit dem ♂. Bei beiden ♀ war es der dritte Wurf. Im zweiten Fall handelte es sich um zwei sich fremde Tiere, die 24 Stunden lang sehr unverträglich waren, so daß ich in beiden Fällen eine Tragzeit von 20 bis 21 Tagen annehme.

Eine Geburt mit 7 Jungen konnte ich vom 4. Jungtier an beobachten. Das ♀ saß mit nach vorn gestreckten Hinterbeinen auf der Schwanzwurzel und ergriff im Augenblick der Geburt das Junge mit Vorderpfoten und Schnauze. Darauf folgte die Nachgeburt, die es sofort fraß. Nach dem Abnabeln begann das ♀ das Junge kräftig abzulecken. Die übrigen drei Jungtiere folgten in 10minütigem Abstand. Dabei wurde mit einer ersten Wehe jeweils der Kopf herausgedrückt, dann folgte nach einer Pause von 2 bis 3 Sekunden der Körper. Die Geburt selbst dauerte nur ca. 5 Sekunden.

Wurfabstände

Wie Tab. 3 zeigt, variieren die Abstände zwischen zwei Würfen sehr stark. Zwischen den beiden ersten Würfen scheinen sie etwas größer zu sein als bei den nachfolgenden. Der Unterschied ist nicht signifikant. Der Mindestabstand beträgt 40 Tage, auch dann, wenn nach der Geburt die Jungtiere entfernt wurden und ♂ und ♀ zusammenblieben. Ein Postpartum-Östrus lag also wohl in keinem Fall vor.

Tabelle 3: Wurfabstände bei *Bandicota indica* (in Tagen).

Abstand zw. Wurf Nr.:	Einzelwerte (Tage)						$\bar{x}$
1 u. 2	40,	60,	70,	70,	100,	140	80
2 u. 3	40,	45,	50,	80,	105		64
3 u. 4	55						55

Wurfgröße

Bei insgesamt 25 Würfen mit 171 Jungtieren betrug die durchschnittliche Wurfgröße 6,84 ± 0,52, das Minimum 2 und das Maximum 13 Jungtiere. In je einem Wurf waren 2, 9, 10 und 13 Junge, in je 2 Würfen 5 und 11 und in 3 Würfen 6 Jungtiere. 8 Neugeborene waren in 4 Würfen und 4 und 7 Junge jeweils in 5 Würfen.

Eine Abhängigkeit der Wurfgröße vom Gewicht des ♀ läßt sich nicht feststellen. Dagegen besteht eine Korrelation der Wurfgröße mit der Wurfzahl und

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zoologicalbulletin.de; www.biologiezentrum.at

dem Alter des ♀. Der erste Wurf ist immer der kleinste, bei 67 % ist der dritte Wurf am größten. Der Unterschied zwischen dem ersten und zweiten Wurf ist signifikant ($p = 0.01$). Des geringen Materials wegen ist die Altersabhängigkeit nicht sehr deutlich. Bei einer groben Einteilung der ♀ bis 300 und über 300 Tage alt ist die Wurfgröße $\bar{x} : \bar{x} = 6.0$ ($n = 15$) für ♀ jünger als 300 Tage und $\bar{x} = 8.1$ ($n = 10$) für ♀ 300 Tage und älter. Der Unterschied ist schwach signifikant ($p = 0.05$).

Geschlechterverhältnis

Von insgesamt 171 Jungtieren waren 93 ♂ und 78 ♀, das entspricht 54,4 % und 45,6 %. Auf ein ♀ kamen 1.19 ♂.

Geburtszustand

Als Nesthocker werden junge *B. indica* sehr unselbständig geboren, sie sind taub, blind und nackt. Unmittelbar nach der Geburt besitzt ihre Haut eine milchigweiße Farbe, doch bereits 5 Minuten später wird sie so stark durchblutet, daß sie rosa ist. Mit Ausnahme der Ohrmuscheln ist sie unpigmentiert. Im Bereich des Bauches schimmern die Eingeweide, vor allem die Leber und nach dem ersten Säugen der weiße Magen durch. Die Jungen sind mit Ausnahme der Vibrissen unbehaart. Die Augäpfel schimmern dunkel durch die verwachsenen Lider. Die Ohrmuscheln sind nach vorne über die Gehörgänge geklappt und mit der Kopf-

Tabelle 4: Gewichte und Körpermaße von 77 ♂ und 65 ♀ neugeborener *Bandicota indica*. G = Gewicht in g, KR = Kopfrumpflänge in cm, S = Schwanzlänge in cm, HF = Hinterfußlänge in mm, V = Vibrissenlänge in mm.

		x	s^2	min.	max.	p
G	♂	10.54 ± 0.15	1.799	7.1	13.9	$p < 0.0001$
	♀	9.43 ± 0.14	1.218	6.6	12.5	
KR	♂	5.50 ± 0.03	0.075	4.9	6.2	$p < 0.0001$
	♀	5.20 ± 0.04	0.087	4.0	5.9	
S	♂	1.98 ± 0.02	0.023	1.6	2.3	$p < 0.02$
	♀	1.91 ± 0.02	0.029	1.4	2.3	
HF	♂	10.38 ± 0.06	0.248	9.0	11.4	$p < 0.001$
	♀	10.08 ± 0.06	0.200	9.0	11.0	
V	♂	2.74 ± 0.06	0.216	1.7	3.6	$p < 0.01$
	♀	2.50 ± 0.06	0.205	1.6	3.8	

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zoologicalbulletin.de; www.biologiezentrum.at

haut noch verbunden, sie sind auf der Außenseite pigmentiert. Die Zehen sind alle vollständig miteinander verwachsen, die Krallen bereits ausgebildet aber noch biegsam und weich. Die Mobilität Neugeborener ist sehr gering. Sie können sich um ihre eigene Längsachse drehen, z. B. von der Rücken- in die Bauchlage, vorwärts kriechen können sie dagegen nicht.

Tab. 4 zeigt die Geburtsgewichte und Körpermaße von 77 ♂ und 65 ♀ aus 20 Würfen. Neugeborene ♂ sind signifikant größer als ♀, sie sind 12 % schwerer und ihre Kopfrumpflänge übertrifft die der ♀ um 6 %.

Das Skelett

Der Geburtszustand des Skeletts und die Skelettentwicklung bis zum Alter von 25 Tagen wurden an 33 Ratten untersucht. 15 Tiere davon hatte ich 0-tägig abgetötet, 3 mit 2 Tagen, je zwei mit 4, 6, 8, 10, 15 und 20 Tagen und drei mit 25 Tagen. Die enthäuteten und ausgenommenen Ratten wurden wie beschrieben gefärbt und anschließend bei 10—25 facher Vergrößerung untersucht. Bei der folgenden Darstellung der Ergebnisse soll sofort auf die Unterschiede zum Skelett von *Rattus norvegicus* hingewiesen werden. Die Daten zu *Rattus* entstammen der Arbeit von Schröter (1981).

Schädel: Mit Ausnahme der Ohrregion sind bei *B. indica* alle den Schädel nach außen begrenzenden Knochen bei der Geburt vorhanden (Abb. 2). Dorsal existiert eine große Fontanelle zwischen den Parietalia und den Frontalia. Tab. 5 gibt die Verwachsungszeiten der dorsalen Schädelknochen an. In der Ohrregion sind bei der Geburt die spätere Bulla tympani als halbkreisförmiger Knochenring und der Malleus vorhanden. Bei 2 der 15 untersuchten Tiere fehlte der Malleus (wie bei *Rattus*). 4 Tiere (27 %) besaßen zusätzlich bereits ein kleines Verknöcherungszentrum des Perioticums. Incus und Stapes erscheinen mit 4 Tagen. Während der ersten 10 Tage wächst das Perioticum bis zur relativen Endgröße, das Tympanicum hat in dieser Zeit einen Entwicklungsstillstand. Vom 10. Tag an vergrößert sich das Tympanicum und umschließt halbkugelförmig

Tabelle 5: Verwachsungszeiten der dorsalen Schädelknochen bei *Bandicota indica* und *Rattus norvegicus* (in Tagen; Angaben zu *Rattus* aus Schröter 1981).

Name	*Bandicota*	*Rattus*
Frontalia mit Parietalia	2	6
Parietalia mit Squamosum	4	
Nasalia mit Frontalia	6	10
Interparietale mit Supraoccipitalia	10	2
Praemaxillare mit Frontale	15	5
Frontalia untereinander	20	16
Parietalia untereinander	20	17
Interparietale mit Parietalia	20	12

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zoologicalbulletin.de; www.biologiezentrum.at

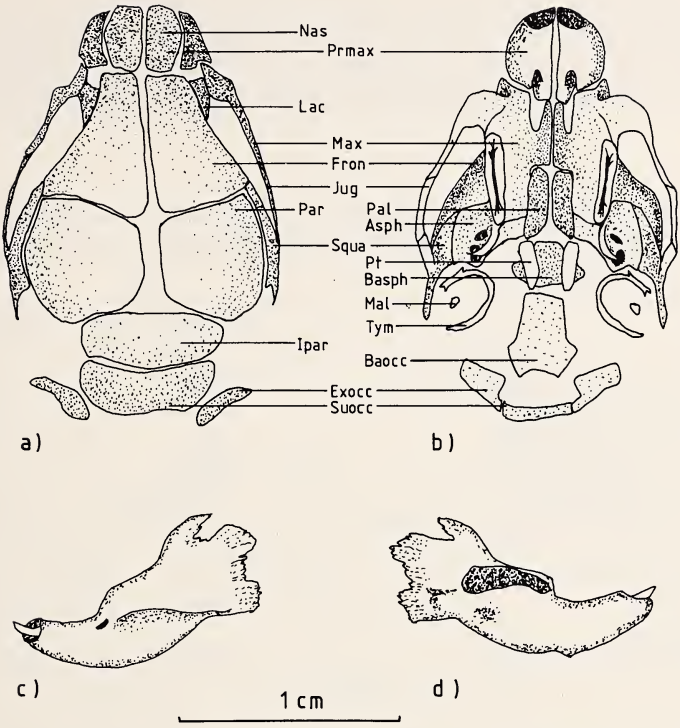

Abb. 2: Geburtszustand des Schädels bei *Bandicota indica*; a) dorsal, b) ventral, c) Dentale lateral, d) Dentale medial. Asph = Alisphenoid, Baocc = Basioccipitale, Basph = Basisphenoid, Exocc = Exoccipitale, Fron = Frontale, Ipar = Interparietale, Jug = Jugale, Lac = Lacrimale, Mal = Malleus, Max = Maxillare, Nas = Nasale, Pal = Palatinum, Par = Parietale, Prmax = Praemaxillare, Pt = Pterygoid, Squa = Squamosum, Suocc = Supraoccipitale, Tym = Tympanicum.

die Gehörknöchelchen. Am 15. Tag haben Malleus, Incus und Stapes ihre endgültige Gestalt erreicht und bilden eine funktionsfähige Übertragungseinheit. Der Schädel ist jetzt nach allen Seiten knöchern abgeschlossen. Das Dentale ist bei der Geburt caudal noch nicht ausdifferenziert (Abb. 2c, d). Der Nagezahn des Unterkiefers ragt schon über das Dentale hinaus.

Extremitäten und ihre Gürtel: Der Schultergürtel von *Bandicota* besteht aus der Scapula und der Clavicula, die beide bei der Geburt vorhanden sind (Abb. 3a). Ein Epicoracoid, das später mit der Scapula verwächst, tritt am 8. Tag auf (bei *Rattus* am 3. Tag).

Ober- und Unterarm bestehen bei der Geburt aus den Diaphysen von Humerus, Ulna und Radius, die Hand aus den Diaphysen der Metacarpalia II—V

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zoologicalbulletin.de; www.biologiezentrum.at

und der Phalangen. Lediglich die 2. Phalangen der Strahlen I und V fehlen (bei *Rattus* die der Strahlen I—V). Zwei Tiere (13 %) besaßen die 2. Phalangen II—IV noch nicht, bei 5 Tieren (33 %) war die 2. Phalange V bereits vorhanden. Tab. 6 gibt das Auftreten der Epiphysen des Arms und der Handknochen an.

Tabelle 6: Entstehungszeiten der Epiphysen des Arms und der Handknochen bei *Bandicota indica* und *Rattus norvegicus* (in Tagen; Angaben zu *Rattus* aus Schröter 1981).

Name	*Bandicota*	*Rattus*
proximale Humerusepiphyse	8	9
distale Humerusepiphyse	10	10
proximale Ulnaepiphyse	10	14
distale Ulnaepiphyse	10	9
proximale Radiusepiphyse	20	11
distale Radiusepiphyse	10	9
Handwurzelknochen	10—15	9—15
Metacarpale I	6	11
Epiphysen Metacarpalia I—V	10—15	11
2. Phalange V	2	3
2. Phalange I	6	9
Epiphysen der Phalangen	15—20	13—14

Tabelle 7: Entstehungszeiten der Epiphysen des Beines und der Fußknochen bei *Bandicota indica* und bei *Rattus norvegicus* (in Tagen; Angaben zu *Rattus* aus Schröter 1981).

Name	*Bandicota*	*Rattus*
proximale Femurepiphyse	20	20
distale Femurepiphyse	10	10
proximale Tibiaepiphyse	8	10
distale Tibiaepiphyse	8	9
proximale Fibulaepiphyse		27
distale Fibulaepiphyse	15	13
Calcaneusepiphyse	20	15
Talus	2	3
Cuboid	10	11
1. Cuneiforme	15	11
2. Cuneiforme	15	15
3. Cuneiforme	15	12
Tibiale	20	18
Naviculare	20	14
Epiphysen Metatarsalia I—V	15—20	13—16
2. Phalangen I—V	2	3
Phalangenepiphysen	20	15—18

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zoologicalbulletin.de; www.biologiezentrum.at

Die Knochen des Beckengürtels Ilium, Ischium und Pubis sind bei der Geburt vorhanden aber nicht miteinander verwachsen (Abb. 3b). Während bei *Rattus* am 22. Tag das Os acetabuli entsteht und sich am 24. Tag Ischium und Pubis distal verbinden, erfolgt bei *Bandicota* die Bildung des Os acetabuli und die Verwachsung der Beckengürtelknochen erst nach dem 25. Tag.

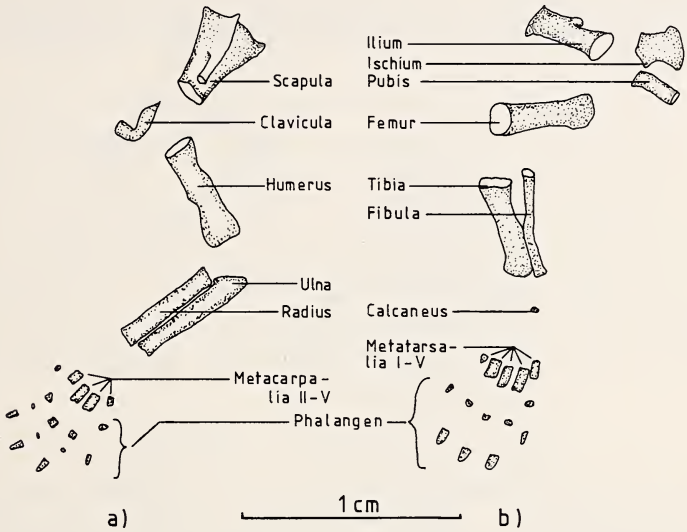

Abb. 3: Geburtszustand der a) linken Vorderextremität und des Schultergürtels und der b) linken Hinterextremität und des Beckengürtels bei *Bandicota indica*.

In Ober- und Unterschenkel sind im Geburtszustand die Diaphysen von Femur, Tibia und Fibula vorhanden. Das Skelett des Fußes besteht wie bei *Rattus* aus dem Calcaneus, den Metatarsalia und allen 1. und 3. Phalangen. Bei 2 Tieren (13 %) fehlte der Calcaneus, bei zweien war der Talus bereits angelegt. 6 Tiere (40 %) besaßen zusätzlich die 2. Phalangen. Tab. 7 gibt die Entstehungszeiten der Epiphysen des Beines und der Fußknochen an.

Axialskelett: Das Axialskelett einer neugeborenen *B. indica* ist in Abb. 4 dargestellt. Vom Atlas sind neben den Neuralbögen das Hypozentrum I, das später mit den Neuralbögen den Atlasring bildet, und das Pleurozentrum I vorhanden, das als Processus odontoides mit dem Wirbelkörper des Epistropheus verwächst (Abb. 4b). Von den Halswirbeln II—VII sind die Neuralbögen und Wirbelkörper vorhanden. Bei *Rattus* fehlen bei der Geburt noch das Pleurozentrum I und der Wirbelkörper des Epistropheus. Bei *B. indica* verschmelzen die Neuralbögen der Halswirbel I—III am 20., die restlichen erst nach dem 25. Tag. Bei *Rattus* ist die dorsale Verwachsung aller Halswirbel am 24. Tag abgeschlossen. Von den 13 Brustwirbeln sind bei der Geburt jeweils die Neural-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zoologicalbulletin.de; www.biologiezentrum.at

bögen und der Wirbelkörper angelegt. Dorsal verwachsen die Neuralbögen mit Ausnahme des 1. Wirbels bis zum 20. Tag (*Rattus* 18. Tag), ventral verschmelzen sie erst nach dem 25. Tag (bei *Rattus* bis zum 24. Tag). Die dorsalen Hauptstücke der Rippen sind bei der Geburt verknöchert, die Bildung der ventralen Sternalteile beginnt mit 20 Tagen. Das Brustbein besteht bei der Geburt aus dem Manubrium und 5 Sternebrae (Abb. 4c). Bei 6 Tieren (40 %) war die 4. Sternebra paarig angelegt. Von den 6 Lendenwirbeln sind bei der Geburt ebenfalls die Neuralbögen und der Wirbelkörper angelegt. Die Neuralbögen ver-

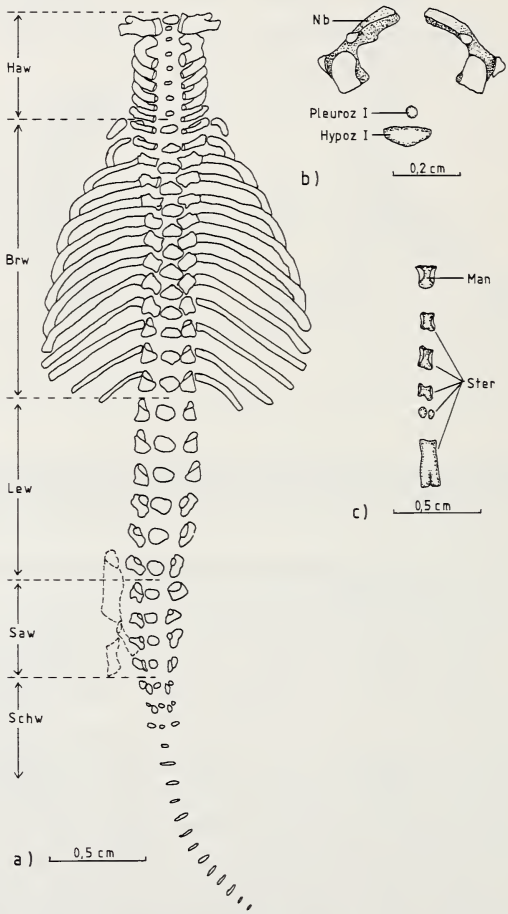

Abb. 4: Geburtszustand des Axialskeletts bei *Bandicota indica*; a) Dorsalansicht, b) Atlas von cranial, c) Sternum von ventral. Brw = Brustwirbel, Haw = Halswirbel, Hypoz I = Hypozentrum I, Lew = Lendenwirbel, Man = Manubrium, Nb = Neuralbogen, Pleuroz I = Pleurozentrum I, Saw = Sacralwirbel, Schw = Schwanzwirbel, Ster = Sternebrae.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zoologicalbulletin.de; www.biologiezentrum.at

schmelzen dorsal zwischen dem 10. und 20. Tag, ventral verwachsen sie mit dem Wirbelkörper nach dem 25. Tag (bei *Rattus* dorsal zwischen dem 14. und 18., ventral zwischen dem 18. und dem 20. Tag). Bei den 4 Sacralwirbeln erfolgt die Verschmelzung der Neuralbögen untereinander und mit dem Wirbelkörper innerhalb der ersten 10 Tage (*Rattus* 15 Tage), also erheblich früher als bei den übrigen Wirbeln. Bei *B. Indica* ist mit 25 Tagen die Pars lateralis des Sacralwirbels I mit dem Ilium verwachsen. Die Verschmelzung der Sacralwirbel zum Sacrum erfolgt viel später (bei *Rattus* mit 62—89 Tagen). Die Schwanzwirbelzahl adulter Pestratten betrug bei 3 vollständigen Skeletten je einmal 27, 28 und 29 Wirbel (*Rattus* 27). Bei den 15 Neugeborenen waren durchschnittlich 16, 4 ± 1,0 Wirbel vorhanden, minimal 10 und maximal 21. *Rattus* besitzt bei der Geburt 7 Schwanzwirbel. Mit 20 Tagen sind bei *B. indica* alle Wirbel angelegt *(Rattus* 17 Tage). Bei den Schwanzwirbeln I und II sind bei der Geburt neben den Neuralbögen und dem Wirbelkörper noch 2 gesonderte Knochenkerne der Processus transversi vorhanden. Sie bestehen also aus 5 Knochenkernen, die mit 2 Tagen bereits untereinander verschmolzen sind. Schwanzwirbel III besteht aus den Neuralbögen und dem Körper, ab Nummer IV sind nur noch die Wirbelkörper ausgebildet. Zuletzt sei noch erwähnt, daß die ♂ vom 4. Tag an einen Penisknochen besitzen.

Körperliche Entwicklung

Merkmale der körperlichen Entwicklung sind bei jungen Ratten neben der später zu behandelnden Gewichts- und Größenzunahme, die quantitativ faßbar sind, qualitative Veränderungen wie Zehentrennung, Ohren- und Augenöffnung, Zahndurchbruch und Veränderungen von Verhaltensmustern, wie der Bewegungsweise

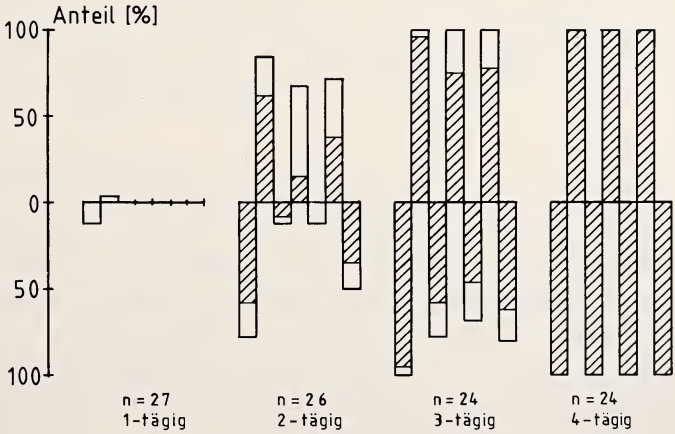

Abb. 5: Zehentrennung bei *Bandicota indica* am linken Vorder- und Hinterfuß; schraffiert = vollständig getrennt, unschraffiert = unvollständig getrennt, weitere Erläuterungen siehe Text.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zoologicalbulletin.de; www.biologiezentrum.at

oder der Nahrungsaufnahme. Die qualitativen Entwicklungsprozesse sind Inhalt dieses Kapitels.

Die Zehentrennung beginnt bei einem Teil der eintägigen Tiere und ist mit 4 Tagen bei allen abgeschlossen. Abb. 5 zeigt den Verlauf. Dabei symbolisieren die jeweils nach oben orientierten Balken die drei Zwischenräume der vier Vorderzehen, die nach unten zeigenden Balken die der fünf Hinterzehen. Der linke Balken stellt den Zwischenraum der beiden äußeren Zehen dar, also zwischen Strahl V und IV, der rechte Balken den der beiden inneren Zehen, also zwischen Strahl III und II vorne und II und I hinten. In der Ordinate ist der prozentuale Anteil der Tiere mit Zehentrennung aufgetragen. Sie beginnt an der Außen- und Innenseite eher als in der Mitte und läuft an der Hand schneller ab als am Fuß. Im Alter von 4 Tagen ist sie immer abgeschlossen.

Das Aufrichten der Ohrmuscheln beginnt mit 2 Tagen und ist ebenfalls mit 4 Tagen beendet (Abb. 6). Die äußere Öffnung des Gehörganges ist aber bis zum 20. Tag verschlossen.

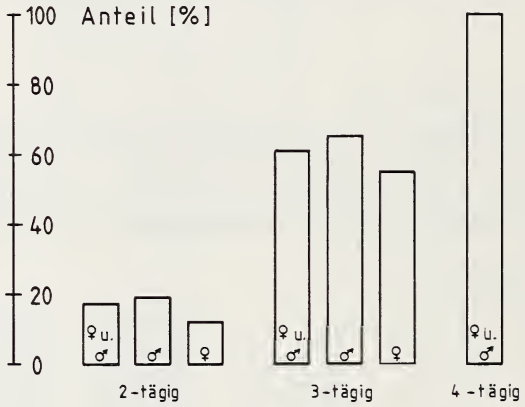

Abb. 6: Prozentualer Anteil aufgerichteter Ohren bei *Bandicota indica* (n = 53).

10-tägig bilden sich bei den ♀ die Zitzen, ausnahmslos 6 auf jeder Seite.

Die Augen öffnen sich im Alter von 15—18 Tagen (Abb. 7), beide meist am gleichen Tag, selten mit einer Differenz von bis zu 24 Stunden.

Die Incisivi brechen als erste Zähne zwischen 10 und 14 Tagen durch, die unteren vor den oberen. Die M^1 folgen zwischen 22 und 26, die M^2 zwischen 26 und 38, die M^3 zwischen 60 und 90 Tagen.

Wie bereits erwähnt sind junge *B. indica* zunächst nur in der Lage, sich um ihre Körperlängsachse zu drehen. Mit 4 Tagen beginnt die Kriechphase: auf dem

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zoologicalbulletin.de; www.biologiezentrum.at

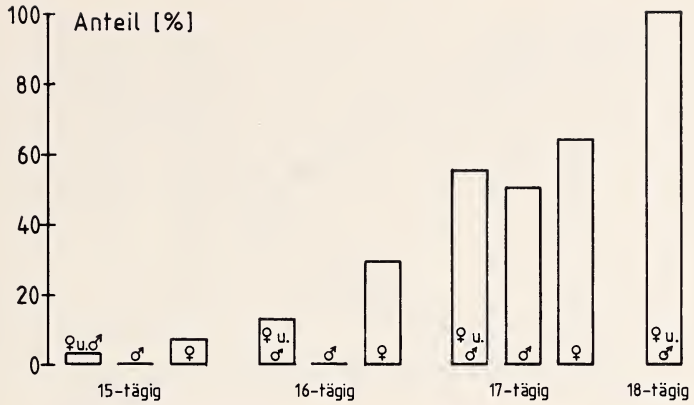

Abb. 7: Prozentualer Anteil geöffneter Augen bei *Bandicota indica* (n = 16).

Bauch liegend stoßen sie sich mit ihren Hinterbeinen vorwärts. Bei einer Störung am Nest robben sie so sternförmig auseinander und verschwinden nach kurzer Zeit in der seitlichen Neststreu. Mit 8 Tagen beginnen die Jungtiere auf 4 Beinen mit vom Boden abgehobenem Körper zu laufen, zunächst nur kurze Strecken, bald aber schnell und ausdauernd. Dabei benutzen sie ihren Schwanz nicht nur zum balancieren, sondern im Gegensatz zu Adulten beim klettern auch als Stütze und zum greifen. Mit 16 Tagen verlassen sie zum ersten Mal, ab 22 Tagen regelmäßig das Nest. In diesem Alter beginnen sie selbständig zu fressen. 24 Tage ist der letzte Termin an dem ich das ♀ noch säugend gesehen habe. Bei 3 Tieren, die ich 25-tägig abgetötet hatte, waren die Mägen prall voll Milch. Die Blinddärme, mit 20 Tagen noch sehr klein, waren nun mächtig entwickelt und mit einem grünen Brei gefüllt. Die Umstellung von Muttermilch auf feste Nahrung beginnt also mit ca. 20 Tagen und zieht sich über mehrere Tage, eventuell über eine ganze Woche hin.

Gewichtsentwicklung

Abb. 8 zeigt die Gewichtsentwicklung und die Wachstumsraten von 6 Würfen mit insgesamt 25 ♂ und 9 ♀ während der ersten 6 Monate. Bis zum 20. Tag unterscheiden sich die Gewichte der ♂ und ♀ nur wenig. Ungefähr ab dem 30. Tag werden die ♂ deutlich schwerer als die ♀, der Abstand vergrößert sich nun ständig. In beiden Geschlechtern ist die geometrische Wachstumsrate, also das prozentuale Wachstum pro Tag, in der ersten Dekade mit ca. 12 % am größten. Das Maximum des absoluten Wachstums, d. h. der Gewichtszunahme pro Tag, liegt bei den ♂ zwischen 60 und 70 Tagen bei 11,1 g/Tag, bei den ♀ zwischen 50 und 60 Tagen bei 8,4 g/Tag. Die Zunahme scheint bei ♂ mit 6 Monaten noch nicht abgeschlossen. Bei den ♀ findet ab 140 Tagen ein leichter Gewichtsrückgang statt, der auf Erstgeburten beruht.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zoologicalbulletin.de; www.biologiezentrum.at

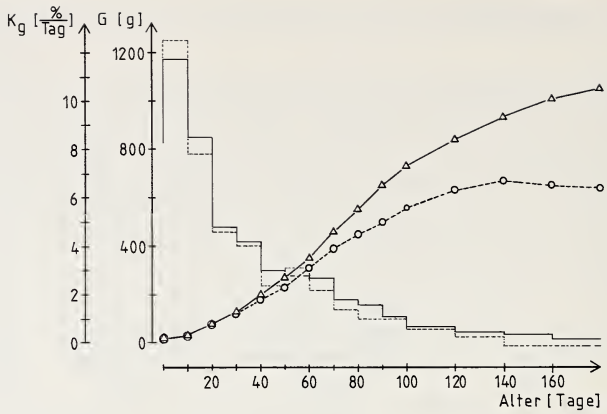

Abb. 8: Gewicht (Kurven) und geometrische Wachstumsrate (Blockdiagramm) bei *Bandicota indica*. ♂ durchgezogen, ♀ gestrichelt.

Ein Einfluß von Geburtsgewicht und Wurfgröße auf die Gewichtsentwicklung war bei den untersuchten Würfen nicht festzustellen. Ein Rückgang der absoluten Zuwachsraten oder gar ein Gewichtsverlust während der Nahrungsumstellung läßt sich, auch bei Meßintervallen von 2 Tagen, in keinem Fall feststellen. Dies liegt meines Erachtens an der relativ langen Übergangszeit, in der die Jungtiere sowohl Muttermilch als auch feste Nahrung aufnehmen.

Entwicklung der Körpermaße

Zur Darstellung der Entwicklung der Körpermaße habe ich bei 19 ♂ und 6 ♀ regelmäßig die Kopfrumpf-, Schwanz-, Hinterfuß und Ohrlänge bestimmt. In den Abbildungen 9 bis 12 sind die Ergebnisse dargestellt. Wie bei der Gewichtsentwicklung ist die geometrische Wachstumsrate in der ersten Dekade am größten, bei ♀ stets größer als bei ♂. Im Gegensatz dazu verlaufen die Wachstumskurven aller Körpermaße jedoch während der ersten Lebenswochen sehr steil, um dann allmählich oder plötzlich abzuflachen. Das heißt, die absoluten Zuwachsraten, die bei der Gewichtsentwicklung zwischen 60 und 70 Tagen am größten waren, erreichen hier alle in der zweiten Dekade ihr Maximum, und zwar bei der Kopfrumpflänge 3,6 mm/Tag bei ♂ und 3,3 mm/Tag bei ♀, bei der Schwanzlänge 4,3 und 3,8, bei der Hinterfußlänge 1,3 und 1,2 und bei der Ohrlänge 0,8 mm/Tag in beiden Geschlechtern. In Bezug auf die Endgröße der Organe sind diese Werte der Hinterfuß- und der Ohrlänge sehr groß, nämlich 2,2 % bzw. 2,7 %. Entsprechend früh ist hier das Wachstum abgeschlossen. Die Hinterfüße haben mit 120 Tagen, die Ohren bereits mit 90 Tagen ihre endgültige Größe erreicht. Dabei haben die Ohren mit 30 Tagen schon 80 % ihrer Endlänge. Sie erscheinen daher für eine Altersbestimmung im ersten Lebensmonat besonders geeignet.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zoologicalbulletin.de; www.biologiezentrum.at

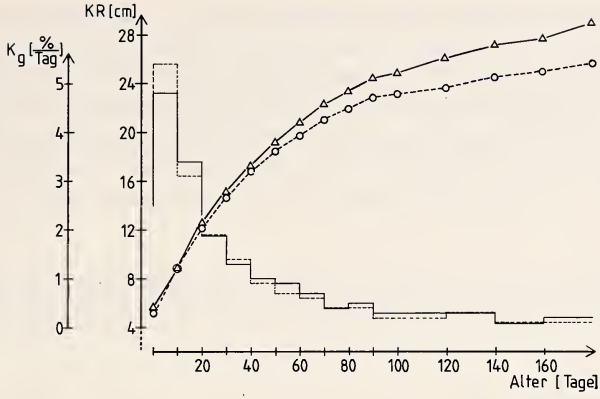

Abb. 9: Kopfrumpflänge (Kurven) und geometrische Wachstumsrate (Blockdiagramm) bei *Bandicota indica*. ♂ druchgezogen, ♀ gestrichelt.

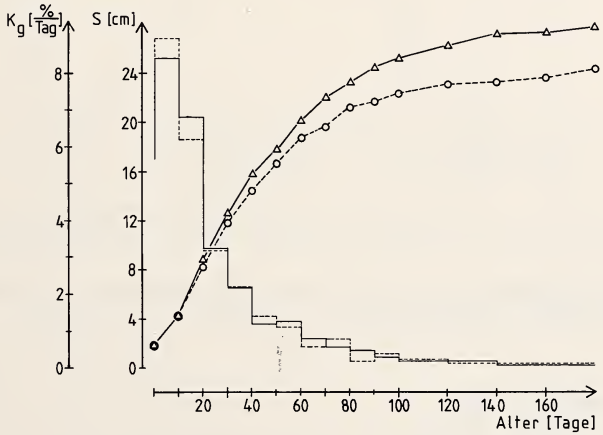

Abb. 10: Schwanzlänge (Kurven) und geometrische Wachstumsrate (Blockdiagramm) bei *Bandicota indica*. ♂ durchgezogen, ♀ gestrichelt.

Haarwachstum und Haarwechsel

Wie bereits erwähnt, sind die neugeborenen Ratten mit Ausnahme der Vibrissen unbehaart. Anzeichen für den Beginn des Haarwachstums ist die Pigmentierung der Haut, die auf der Aktivierung der Melanocyten, die die Haarwurzeln mit Melanin versorgen, beruht. Bei *B. indica* beginnt die Pigmentierung am 2. Lebenstag im Nacken und dehnt sich von dort nach caudal und cranial aus. Bei 3-tägigen Tieren zieht sich ein ca. 1 cm breites, pigmentiertes Band von der Nasenspitze über Kopf und Rücken bis zur Schwanzwurzel. Die Ränder dieses

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zoologicalbulletin.de; www.biologiezentrum.at

Streifens wandern langsam nach ventral, so daß 12 Tage alte Tiere nur noch auf dem Bauch unpigmentiert sind 4-tägig brechen auf der Rückenlinie, vom 6. Tag an in der gesamten pigmentierten Zone die ersten Haarspitzen durch. Sie sind noch unpigmentiert, fast durchsichtig und stehen sehr spärlich. Vom 8. Tag an brechen die Haare massenhaft durch. Sie besitzen nun alle Melaninein lagerungen. Zuletzt erfolgt der Haardurchbruch auf dem Bauch zwischen dem 12. und 14. Tag. Die Bauchhaut ist fast unpigmentiert, die Haare sind hellgrau.

Das Jugendfell besteht zum größten Teil aus Grannen- und Wollhaaren. Leithaare stehen vereinzelt im Rückenbereich, sie sind meist kürzer oder genauso

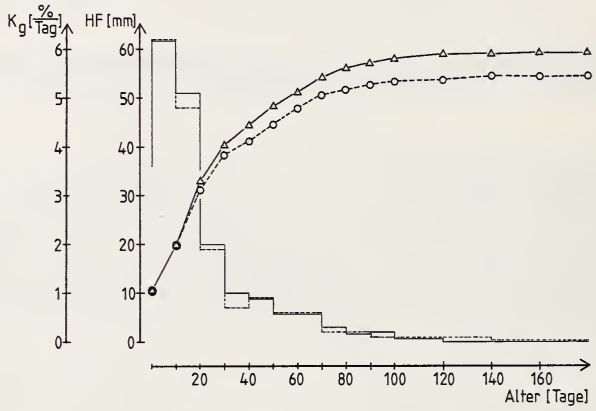

Abb. 11: Hinterfußlänge (Kurven) und geometrische Wachstumsrate (Blockdiagramm) bei *Bandicota indica*. ♂ durchgezogen, ♀ gestrichelt.

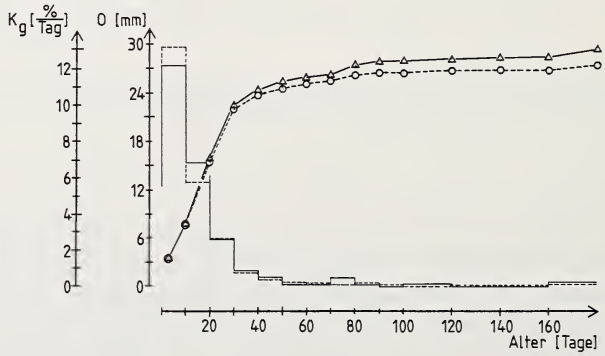

Abb. 12: Ohrlänge (Kurven) und geometrische Wachstumsrate (Blockdiagramm) bei *Bandicota indica*. ♂ durchgezogen, ♀ gestrichelt.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zoologicalbulletin.de; www.biologiezentrum.at

lang wie die Grannenhaare und schwer zu erkennen. Abb. 13 zeigt die Längenentwicklung von Grannenhaaren aus dem Nackenbereich eines ♂ von der Geburt bis zum ersten Haarwechsel. Das Längenwachstum beginnt mit 4 und ist mit 30 Tagen abgeschlossen. Zwischen 70 und 80 Tagen fallen die Haare aus. Der für 80 Tage angegebene Wert bezieht sich bereits auf die zweite Haargeneration.

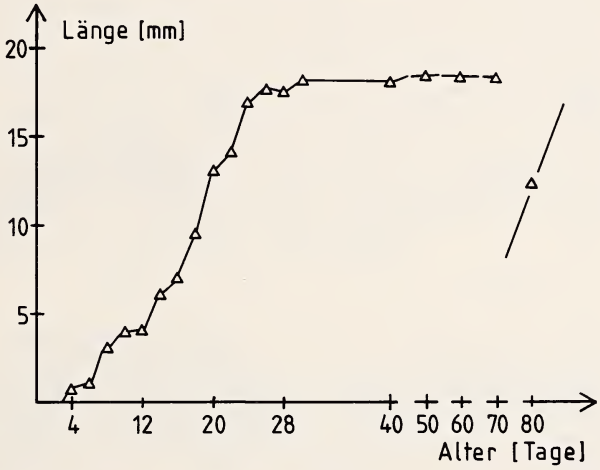

Abb. 13: Längenwachstum von Grannenhaaren des Jugendkleides bei *Bandicota indica*.

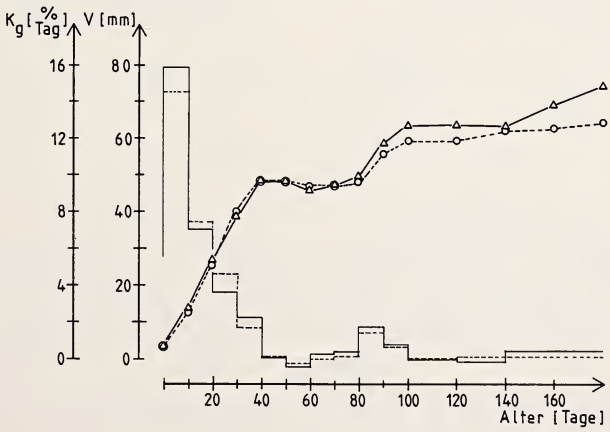

Abb. 14: Vibrissenlänge (Kurven) und geometrische Wachstumsrate (Blockdiagramm) bei *Bandicota indica*. ♂ durchgezogen, ♀ gestrichelt.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zoologicalbulletin.de; www.biologiezentrum.at

Bei der Geburt sind die Vibrissen bei ♂ durchschnittlich 2,7 mm lang, bei ♀ 2,5 mm. Wie Abb. 14 zeigt, wachsen sie innerhalb von 40 Tagen auf ihre Endlänge von knapp 50 mm. Während der folgenden 40 Tage verkürzen sie sich vermutlich durch Abnutzung. Mit 80 Tagen haben die Vibrissen der zweiten Haargeneration 50 mm erreicht, sie wachsen weiter bis über 60 mm. Mit 140 Tagen beginnt die Vibrissenlänge bei ♂ wieder zu steigen, denn nun hat die dritte Generation die zweite eingeholt und überwächst sie wieder um ca. 10 mm. Die beiden Stufen in Abb. 14 repräsentieren also den ersten und zweiten Vibrissenwechsel.

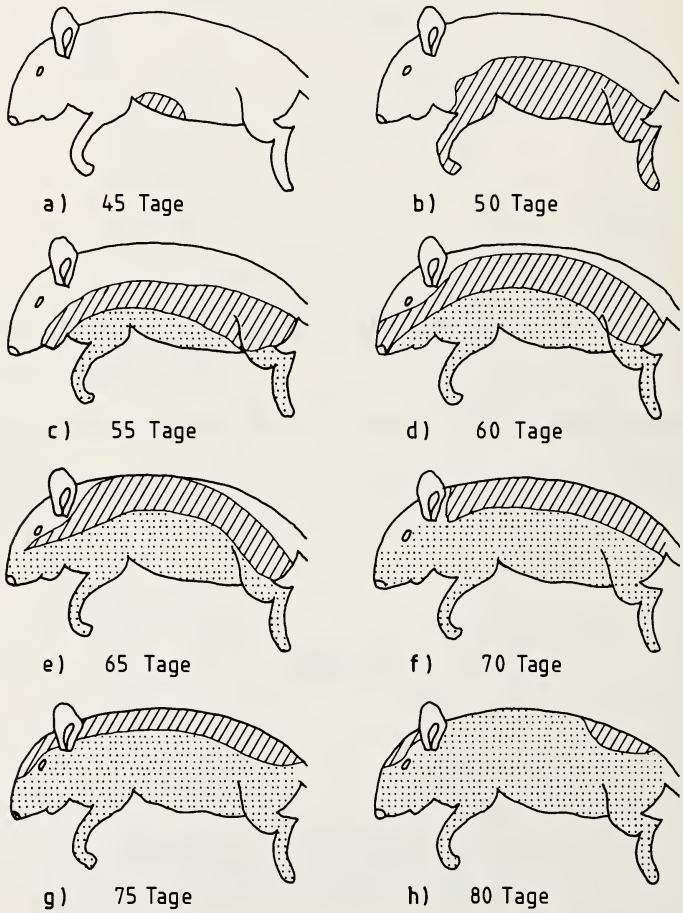

Abb. 15: Verlauf des Haarwechsels bei *Bandicota indica*; punktiert: neue Haare, schraffiert: alte und neue Haare, weiß: alte Haare.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zoologicalbulletin.de; www.biologiezentrum.at

Den Haarwechsel habe ich an 7 ♂ und 3 ♀ untersucht. Dabei habe ich den Bereich aufgenommen, an dem die alte und neue Haargeneration nebeneinander vertreten waren. Abb. 15 zeigt 8 typische Stadien, die ich in 5-tägigem Abstand bei einem ♂ aufgenommen habe. Der Haarwechsel beginnt ventral am caudalen Ende des Sternums. Von dort breitet er sich zunächst rasch über den Bauch und die Extremitäten bis ungefähr zur Mitte der Flanken aus. (Abb. 15a, b). Von jetzt an verlangsamt er sich. Die vorderen Enden der Haarbildungszonen schwenken über den Hals und die seitlichen Kopfpartien (dabei werden auch die Vibrissen gewechselt) und wandern insgesamt auf die Rückenlinie zu (Abb. 15c, d). Die Verschmelzung der rechten und linken Bildungszone erfolgt zunächst im Brustwirbelbereich und dehnt sich dann über den ganzen Rücken aus. (Abb. 15e, f). Auf der Kopfoberseite brechen die neuen Haare am spätesten durch (Abb. 15g). Hier und im Ledenwirbelbereich bleibt die alte Haargeneration am längsten stehen (Abb. 15h). Der Haarwechsel galt dann als abgeschlossen, wenn alle alten Haare ausgefallen waren. Im Durchschnitt dauerte der Haarwechsel 43,3 Tage (Min 37, Max 50). Bei Eintrittsalter und Dauer bestehen keine geschlechtsspezifischen Unterschiede.

Thermoregulation

Neugeborene *B. indica* sind wie viele Nesthocker zunächst poikilotherm. Die Regulation ihrer Körpertemperatur erfolgt über die Nesttemperatur, die durch die Körperwärme der Mutter bestimmt wird. Bei Herausnahme aus dem Nest und einer Lufttemperatur von 20° C kühlen die Jungtiere in 10 Minuten bis zur Bewegungsunfähigkeit ab. Mit den im folgenden dargestellten Untersuchungen sollte geklärt werden, wann *B. indica* die Fähigkeit zur selbständigen Thermoregulation erlangt. Dazu habe ich bei drei Geschwistern eines Wurfes in 2-tägigem Abstand die Körpertemperatur, die Nesttemperatur und die Körpertemperatur des ♀ bestimmt. Das ♀ war sehr zahm, so konnte ich die Jungen einzeln aus dem Nest nehmen und ihre Körpertemperatur durch Anlegen des Fühlers des elektrischen Thermometers auf der Bauchhaut messen. Die Bauchtemperatur des ♀ betrug 35° bis 36° C. Anschließend wurden die Jungen in einem vorgekühlten Plastikgefäß 3 Minuten lang in einen Kühlschrank gestellt. Unmittelbar danach wurde erneut ihre Temperatur gemessen. Aus ΔT_1 = Körpertemperatur vorher minus Körpertemperatur nachher und ΔT_2 = Nesttemperatur minus Kühlschranktemperatur wurde ein relativer Abkühlungskoeffizent (Abko) bestimmt: Abko = $100 \times \Delta T_1 / \Delta T_2$. Abko gibt also die Veränderung der Körpertemperatur in % der Änderung der Umgebungstemperatur an. Die Ergebnisse sind in den Abb. 16 und 17 dargestellt.

Die Körpertemperatur der Neugeborenen liegt zunächst mit ca. 30° C deutlich unter der der Adulten. Während der ersten beiden Lebenswochen steigt sie annähernd linear an und erreicht mit 14 Tagen 35° C und damit die Erwachsenentemperatur.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zoologicalbulletin.de; www.biologiezentrum.at

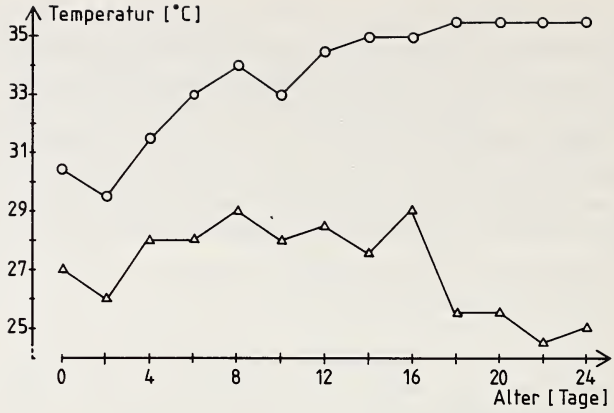

Abb. 16: Körpertemperatur der Jungtiere (○—○) und Nesttemperatur (Δ—Δ) bei *Bandicota indica*.

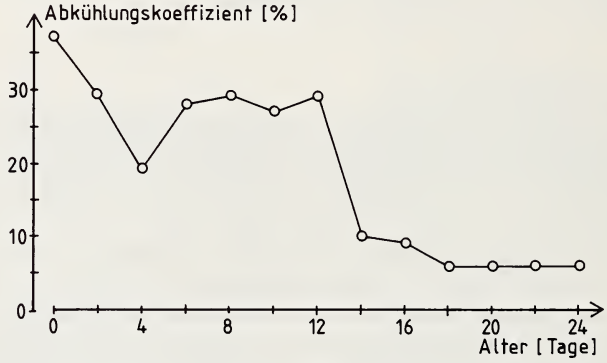

Abb. 17: Abkühlungskoeffizient bei *Bandicota indica*; Erläuterungen siehe Text.

Die Nesttemperatur schwankte in dieser Zeit zwischen 27 ° C und 29 ° C, einmal betrug sie auch 26 ° C, als das ♀ das Nest zur Futteraufnahme verlassen hatte. Vom 18. Tag an sank sie auf ca. 25 ° C. Die Kurve der Nesttemperatur besitzt, weil das ♀ das Nest verlassen hatte, bei 2, 10 und 14 Tagen relative Minima, die Kurve der Körpertemperatur aber nur bei 2 und 10 Tagen. Vom 14. Tag an reagiert die Körpertemperatur auf Änderungen der Nesttemperatur nicht mehr. Das wird ganz besonders durch die Entwicklung des Abkühlungskoeffizienten bestätigt: zwischen 0 und 12 Tagen liegt er im Durchschnitt bei 27,7 %, vom 14. Tag an bei nur noch 7,3 %. Der Abkühlungskoeffizient des ♀ betrug 7 %. Die Fähigkeit zur selbständigen Thermoregulation entwickelt sich bei *B. indica* also innerhalb von 48 Stunden. 12-tägige Ratten sind poikilotherm, 14-tägige homoiotherm.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zoologicalbulletin.de; www.biologiezentrum.at

Diskussion

Fortpflanzung

Nach Verhaltensbeobachtungen ist *B. indica* vermutlich eine Art, die ähnlich wie *Rattus rattus* und *Rattus norvegicus* in größeren Familienverbänden lebt. Freilandbeobachtungen dazu sind bisher nicht veröffentlicht. Ein gut ausgebildetes Kommunikationssystem und ein stark ritualisiertes Kampfverhalten, das Beschädigungskämpfe in noch stärkerem Maße ausschließt als bei *Rattus*, legen diesen Schluß nahe (Stempel 1983). Das war eine wichtige Voraussetzung für die Zucht dieser Art.

In der vorliegenden Arbeit wurde als Kriterium für die Geschlechtsreife bei ♂ der Nachweis von Spermien in Nebenhoden und bei ♀ die erste Trächtigkeit gewählt. Daneben gibt es andere Möglichkeiten zum Erkennen und Festlegen der Geschlechtsreife, so bei ♂ vor allem in das Scrotum eingewanderte Hoden und bei ♀ die Perforation der Vaginalmembran (Niethammer 1979). Als frühesten Termin, mit dem *B. indica* geschlechtsreif wird, habe ich für ♂ 120 und für ♀ 110 Tage ermittelt. 50 % der ♂ waren mit 150 und 50 % der ♀ mit 160 Tagen geschlechtsreif. Huang (1980) fand bei chinesischen *B. indica* bei ♂ frühestens mit 90 Tagen Spermien, die erste erfolgreiche Kopula fand bei ♀ mit 123 Tagen statt. Im Gegensatz zu vielen anderen Muriden, bei denen die ♀ vor den ♂ geschlechtsreif werden, erlangen ♂ und ♀ von *B. indica* die Geschlechtsreife ungefähr gleichzeitig, die ♂ eher früher als die ♀. Diese Angaben stammen aus Laborzuchten. In Gefangenschaft wird die Geschlechtsreife aber oft früher erreicht als im Freiland (Niethammer 1979).

Die Tragzeit von nicht laktierenden *B. indica* beträgt 20 bis 21 Tage. Für *B. bengalensis* werden 21 bis 23 Tage genannt (Sagar & Bindra 1978) für *Rattus*

Tabelle 8: Adultgewicht und Tragzeit nicht laktierender (n.lak.) und laktierender (lak.) ♀ einiger Murinae; (1) nach Khoprasert 1983 (2) nach Reichstein 1978 (3) nach Somsook 1982 (4) nach Becker 1978 (5) nach Dieterlen 1963 (6) nach Sagar & Bindra 1978 (7) vorliegende Arbeit.

Art	Gewicht	n.lak.	lak.	n.lak. und lak.
Mus caroli (1)	19	18.1	23.1	
Mus cervicolor (1)	22	17.6	21.0	
Mus musculus (2)	25			19—21
Rattus exulans (3)	50	21.7	23.6	
Rattus tiomanicus (3)	120	22.0	24.3	
Rattus rattus (4)	180			21—23
Rattus norvegicus (5)	250			22
Bandicota bengalensis (6)	300			21—23
Bandicota indica (7)	900	20—21		

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zoologicalbulletin.de; www.biologiezentrum.at

norvegicus 22 Tage (Dieterlen 1963), für *Rattus rattus* 21 bis 23 Tage (Becker 1978) und für *Mus musculus* 19 bis 21 Tage (Reichstein 1978). Bei diesen Werten handelt sich es vermutlich um Mittelwerte für laktierende und nicht laktierende ♀. Bei laktierenden ♀ kann es aber auf Grund einer verzögerung Implantation der Blastocysten zu einer Tragzeitverlängerung von mehreren Tagen kommen. Die Tragzeit nicht laktierender *Mus caroli* beträgt 18 Tage (Khoprasert 1983). *Mus caroli* wiegt ausgewachsen 19 g, ♀ von *B. indica* 800 g, sie sind mehr als 40 mal schwerer. Unabhängig von Größe und Gewicht scheint die Tragzeit innerhalb der verglichenen Murinae wenig zu variieren.

Dies steht im Widerspruch zu der Regel, wonach die Tragzeit bei ähnlichem Geburtszustand mit der Körpergröße zunimmt. Bei strenger Beschränkung auf nicht laktierende ♀ ergeben sich für *Mus* kürzere Tragzeiten als für *Bandicota*, dagegen längere für *Rattus* (Tab. 8). Eventuell ist auch der Geburtszustand bei *B. indica* unreifer als bei den anderen Arten (siehe unten).

Die Wurfgröße beträgt bei *B. indica* im Durchschnitt 6,8 Tiere (Min 2, Max 13), für *B. bengalensis* ermittelte ich 6,4 (Min 3, Max 10) (Stempel 1983). Sagar und Bindra (1978) fanden bei *B. bengalensis* 5,4 Jungtiere, und Walton et al. (1978) zählten bei 226 trächtigen, im Freiland gefangenen ♀ im Mittel 7,4 Embryonen (Min. 1, Max. 14). Reichstein (1964) konnte bei der Feldmaus zeigen, daß vermutlich in Abhängigkeit vom Licht die Wurfgröße im Freiland größer als in Gefangenschaft ist. Im Sommer betrug sie für freilebende Tiere durchschnittlich 4,6 Junge, bei einem künstlichen 3-Stunden-Tag im Labor 3,3 Junge. Bei gezüchteten Wanderratten liegt die Wurfgröße bei 6,1 (Min. 1, Max. 15) (Becker 1978), bei *Mus caroli* bei 4,8 Jungen (Min. 1, Max. 9) (Khoprasert 1983). Interessant sind die großen Wurfabstände bei *B. indica.* Es ist zwar durchaus möglich, daß die nicht artgerechten Haltungsbedingungen die Fortpflanzungsbereitschaft reduziert haben. Auf der anderen Seite lebt *B. indica* in Thailand diöstrisch mit Wurfabständen von etwa 150 und 210 Tagen (Sudto et al. 1978). Eine Periodizität ließ sich im Laboratorium aber nicht feststellen.

Jugendentwicklung

Entsprechend der fast gleich langen Tragzeit vieler Arten der Unterfamilie der echten Mäuse ist der Geburtszustand bei ihnen sehr ähnlich. Das gilt für äußere Merkmale wie auch für das Skelett. Eine Ausnahme bilden die nestflüchtenden Stachelmäuse mit langer Tragzeit. Die wenigen Unterschiede im Geburtszustand des Skeletts bei *B. indica* und *Rattus norvegicus* wurden bereits genannt. Tab. 9 vergleicht die Unterschiede im Geburtszustand des Skeletts einiger Murinae. *Rattus norvegicus* ist am wenigsten weit entwickelt, *Rattus tiomanicus*, die Art mit der längsten Tragzeit nicht laktierender ♀, am weitesten. Der Geburtszustand von *B. indica* scheint im Vergleich mit den *Mus*-Arten etwas unreifer zu sein.

In der Skelettentwicklung von *B. indica* und *Rattus norvegicus* treten zwar Zeitunterschiede bei einzelnen Strukturen von bis zu 10 Tagen auf, es läßt sich

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zoologicalbulletin.de; www.biologiezentrum.at

Tabelle 9: Unterschiede im Geburtszustand des Skeletts bei *Bandicota indica* (*B.i.*, vorliegende Arbeit), *Rattus norvegicus* (*R.n.*, Schröter 1981), *Rattus tiomanicus* (*R.t.*, Somsook 1982), *Rattus exulans* (*R.e.*, Somsook 1982), *Mus caroli* (*M.ca.*, Khoprasert 1983), *Mus cervicolor* (*M.ce.*, Khoprasert 1983), *Mus musculus* (*M.m.*, Johnson 1933); + = vorhanden, — = nicht vorhanden, + + + = drei Knochenkerne vorhanden.

	B.i.	*R.n.*	*R.t.*	*R.e.*	*M.ca.*	*M.ce.*	*M.m.*
Perioticum	—	—	+	+	+	+	+
Malleus	+	—	+	+	+	+	+
Epicoracoid	—	—	+	+	—	—	—
Carpalia	—	—	+ + +	—	—	—	—
Tarsalia	+	+	+ + +	—	+	—	+
2. Phalangen II—IV der Hand	+	—	—	—	+	+	+

Tabelle 10: Mittleres Adultgewicht von ♂ und ♀, Geburtsgewicht und relatives Geburtsgewicht in % des Adultgewichts bei verschiedenen Murinae; (1) nach Khoprasert 1983 (2) nach Somsook 1982 (3) nach Bentley & Taylor 1965 (4) nach Stempel 1983 (5) nach Huang 1980 (6) vorliegende Arbeit.

Art	Adult-gewicht	Geburts-gewicht	rel. Geb.-gewicht
Mus caroli (1)	19	1.1	5.6
Mus cervicolor (1)	22	1.2	5.5
Rattus exulans (2)	50	2.2	4.4
Rattus tiomanicus (2)	120	4.1	3.4
Rattus rattus (3)	180	4.9	2.7
Bandicota bengalensis (4)	280	4.7	1.7
Bandicota indica (5) aus China	660	8.8	1.3
Bandicota indica (6) aus Thailand	900	10.0	1.1

zunächst aber nicht allgemein angeben, daß eine Art sich schneller entwickeln würde als die andere. Ungefähr vom 20. Tag an besitzt *Rattus* vor allem im Axialskelett einen Entwicklungsvorsprung. Das gilt auch für die Entwicklung äußerer Merkmale. Wie Abb. 18 zeigt, bestehen während der ersten Lebenswoche zwischen *B. indica*, *B. bengalensis*, *Rattus norvegicus* und *Mus caroli* kaum Unterschiede. Vom 10. Tag an beginnt sich ein Entwicklungsgefälle von *M. caroli* und *R. norvegicus* nach *B. indica* abzuzeichnen. Es wird besonders deutlich im Molarendurchbruch und dem Beginn der Selbständigkeit. Vergleicht man dazu die Adult- und Geburtsgewichte einiger Murinae (Tab. 10, Abb. 19), wird der verbreitete Trend deutlich, mit steigendem Adultgewicht das relative Geburtsgewicht zu verringern. Abb. 19 zeigt das relative Geburtsgewicht aufgetragen gegen log G. Die Regressionsgerade lautet: $y = -2{,}84 \log G + 9{,}22$. Das heißt, daß

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zoologicalbulletin.de; www.biologiezentrum.at

bei einem 10 x höheren Adultgewicht das relative Geburtsgewicht (in %) um 2,8 kleiner ist.

Tab. 11 vergleicht das Alter der ♂ einiger Murinae, mit dem sie 66,7 % des Gewichtes und der Körpermaße adulter Tiere erlangen. Innerhalb einer Art erreichen die Hinterfuß- und die Ohrlänge diese Marke am ehesten, das Gewicht zuletzt. Mit zunehmender Körpergröße der Art verlängert sich diese Wachstumsphase. Eine Ausnahme bildet *B. indica* aus Thailand, die deutlich eher die ⅔ Marke passiert als die kleinere *B. indica* aus China, und sich ungefähr so schnell entwickelt wie die wesentlich kleinere *B. bengalensis*.

Tabelle 11: Adultgewichte der ♂ in g und das Alter in Tagen, mit dem ⅔ des Gewichtes (G), der Kopfrumpflänge (KR), der Schwanzlänge (S), der Hinterfußlänge (HF) und der Ohrlänge (O) ausgewachsener Tiere erreicht sind; (1) nach Khoprasert 1983 (2) nach Somsook 1982 (3) nach Stempel 1983 (4) nach Huang 1980 (5) vorliegende Arbeit.

Art	Adult-gewicht	66,7%-Alter der G	KR	S	HF	O
Mus caroli (1)	19	53	23	21	10	16
Mus cervicolor (1)	22	53	22	17	8	10
Rattus exulans (2)	54	84	28	28	13	18
Rattus tiomanicus (2)	132	100	34	33	16	21
Bandicota bengalensis (3)	350	115	50	56	21	26
Bandicota indica (4) aus China	750	180	70		80	
Bandicota indica (5) aus Thailand	1050	100	52	52	30	26

Tabelle 12: Beginn, Ende und Dauer (in Tagen) des ersten Haarwechsels bei *Bandicota indica* (*B.i.*, vorliegende Arbeit), *Bandicota bengalensis* (*B.b.*, Stempel 1983), *Rattus norvegicus* (*R.n.*, Becker 1952), *Rattus tiomanicus* (*R.t.*, Somsook 1982), *Mus caroli* (*M.c.*, Khoprasert 1983).

	B.i.	*B.b.*	*R.n.*	*R.t.*	*M.c.*
Beginn	42	25	42	31	35
Ende	84	45	80	64	59
Dauer	42	20	38	33	24

Der erste Haarwechsel scheint nach den bisher vorliegenden Ergebnissen bei den Murinae ähnlich zu verlaufen (Tab. 12). Die Topographie stimmt überein. Die Dauer nimmt mit zunehmender Größe zu, Anfang und Ende werden hinausgeschoben. Die Körpertemperaturen neugeborener *B. indica* liegen zunächst 5 ° C tiefer als die Temperaturen erwachsener Tiere. Mit 14 Tagen sind die Jungen erstmals in der Lage, ihre Körpertemperatur gegen tiefere Umgebungstem-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zoologicalbulletin.de; www.biologiezentrum.at

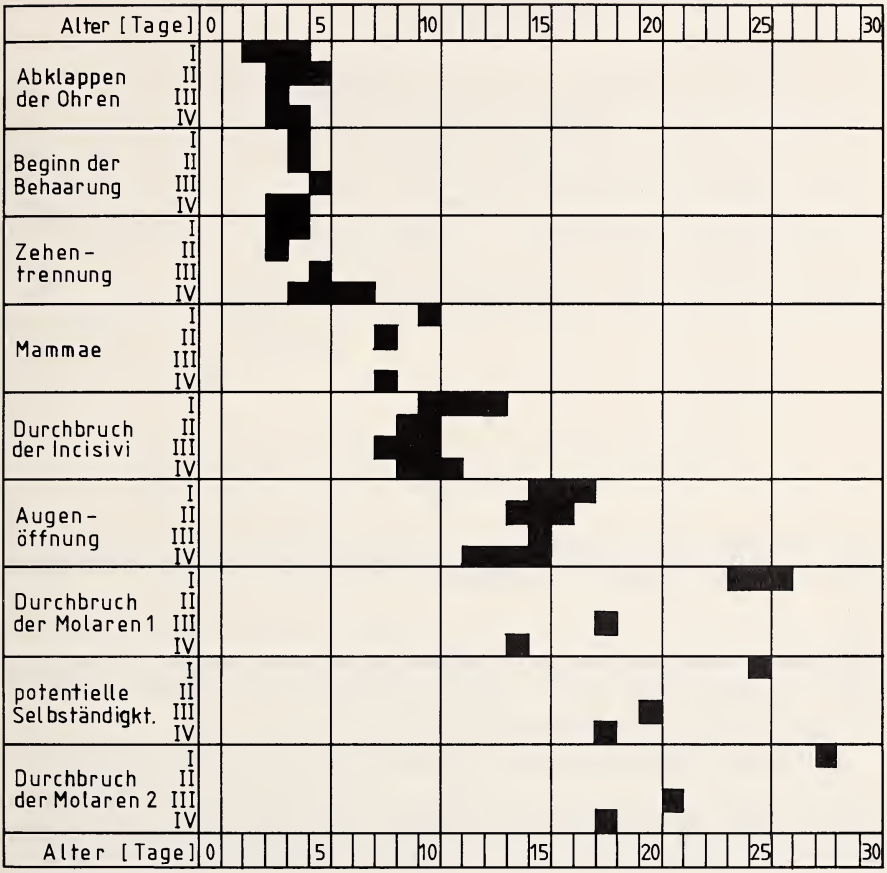

Abb. 18: Merkmale körperlicher Entwicklung bei *Bandicota indica* (I, vorliegende Arbeit), *Bandicota bengalensis* (II, Stempel 1983), *Rattus norvegicus* (III, Becker 1978, Dieterlen 1963), *Mus caroli* (IV, Khoprasert 1983).

peraturen zu regulieren. Der Berglemming (*Lemmus lemmus*) erlangt im Alter von 11—13 Tagen die Fähigkeit zur Temperaturregelung (Tast 1982). Dieser Zeitpunkt wurde als Adaptation an tiefe Außentemperaturen interpretiert. Als Bewohner der Tropen und Subtropen scheint *B. indica* sehr frühzeitig homoiotherm zu werden. Nach Waldschmitt (mdl.) ist *Gerbillus perpallidus*, ein Wüstenbewohner, frühestens mit 17, im Schnitt mit 21 Tagen zur Temperaturregulation befähigt. Waldschmitt wies nach, daß *Gerbillus* vom ersten Lebenstag an auf sinkende Umgebungstemperaturen mit erhöhtem Sauerstoffverbrauch, d. h. mit Wärmeproduktion reagiert. Da aber eine wirkungsvolle Isolierung der Körperoberfläche noch fehlt, sind die Jungtiere seiner Meinung nach nicht in der

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zoologicalbulletin.de; www.biologiezentrum.at

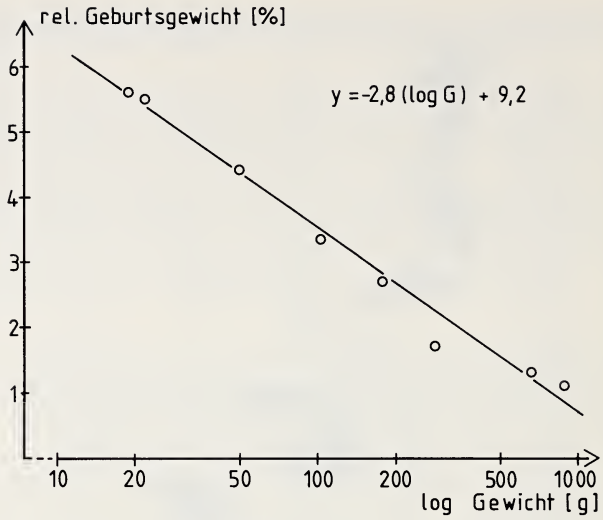

Abb. 19: Relatives Geburtsgewicht in % aufgetragen gegen das Gewicht (logarithmischer Maßstab) der Murinae in Tabelle 10.

Lage, durch zusätzlich produzierte Wärme die Wärmeverluste des Körpers auszugleichen. Waldschmitt schlug deshalb vor, Jungtiere nicht poikilotherm, sondern unvollständig homoiotherm zu nennen.

Einen Tag nachdem ihr Fell den ganzen Körper bedeckt, ist *B. indica* „vollständig" homoiotherm. Eine Korrelation der Fellentwicklung mit der Temperaturregulation ist sicher gegeben. Die Frage, ob sie alleine das steile Abfallen des Abkühlungskoeffizienten verursacht, kann zur Zeit nicht beantwortet werden.

Zusammenfassung

Untersucht wurden Fortpflanzung und Jugendentwicklung der Pestratte *Bandicota indica* in Gefangenschaft. — ♂ und ♀ werden ungefähr gleichzeitig geschlechtsreif, frühestens mit 110 Tagen, im Durchschnitt mit 5 Monaten. — Die Tragzeit dauert 20 bis 21 Tage. Die Wurfgröße beträgt im Mittel 6,8 (2—13). Sie ist mit der Wurfzahl und dem Alter des ♀ korreliert. — Ein Postpartum-Östrus konnte nicht nachgewiesen werden. Der Abstand zwischen zwei Würfen betrug mindestes 40 Tage. — Der Geburtszustand einschließlich dem des Skeletts ist ähnlich dem aller nesthockenden Murinae. — Die Entwicklung der Körpermaße erreicht in der zweiten Dekade ihr Maximum und flacht dann ab. Die Gewichtsentwicklung ist zwischen 60 und 70 Tagen am größten. — Die Fellentwicklung beginnt mit 4 Tagen und ist mit 30 Tagen abgeschlossen. Zwischen 40 und 80 Tagen findet der erste Haarwechsel statt. — Die Körpertemperatur der Neugeborenen liegt 5 ° C unter der Körpertemperatur adulter Tiere. Die Fähigkeit zur Thermoregulation wird im Alter von 14 Tagen erworben.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zoologicalbulletin.de; www.biologiezentrum.at

Summary

Reproduction and postnatal development was studied in captive Great bandicoot rats *Bandicota indica*. — Male and female rats get their sexual maturity approximately at the same time, earliest at 110 days, averagely at 5 months. — Gestation time lasts 20 to 21 days. Littersize amounts on an average to 6,8 (2—13), depending on age of the female and it's number of litters. — Postpartum-estrous could not be found. Time between two litters took at least 40 days. — Condition of birth including condition of skeleton is similar to that of all altrical Murinae. — Development of body measures reaches maximum in the second decade. Greatest increase of weigth is noted between 60 and 70 days. — Development of pelage starts at the age of 4 days and ends with about 30 days. First moult takes place between 40 and 80 days. — Body temperature of newborn rats is about 5° C lower than that of adult rats. Young rats get the ability of thermoregulation when 14 days old.

Literatur

Arjunwadkar, A.V. & M. Gadgil (1974): Burrowing habits of the greater bandicoot rat (*Bandicota indica*). — J. Bombay Nat. Hist. Soc. 71: 138—140.

Becker, K. (1952): Haarwechselstudien an Wanderratten (*Rattus norvegicus*). — Biol. Zlb. 71: 626—640.

— (1978): *Rattus norvegicus* — Wanderratte, in Niethammer, J. & F. Krapp (Herausgeber): Handbuch der Säugetiere Europas. Bd. 1, Nagetiere I. — Wiesbaden.

Bentley, E.W. & E.J. Taylor (1965): Growth of laboratory-reared ship rats (*Rattus rattus* L.). — Ann. appl. Biol. 55: 193—205.

Dieterlen, F. (1963): Vergleichende Untersuchungen zur Ontogenese der Stachelmaus und Wanderratte, Beiträge zum Nesthocker-Nestflüchteproblem bei Nagetieren. — Z. Säugetierk. 28: 193—227.

Gemmeke, H. & J. Niethammer (1984): Zur Taxonomie der Gattung *Rattus* (Rodentia, Murinae). — Z. Säugetierk. 49: 104—116.

Honacki, J.H., K.E. Kinman & J.W. Koeppl (1982): Mammal species of the world. — ASC, Kansas.

Huang, T. (1980): Growth and development of the bandicoot rat, *Bandicota indica*. — Acta Zool. Sin. 26: 386—392.

Johnson, M.L. (1933): The time and order of the appearance of ossification centers in albino mouse. — Amer. J. Anat. 52: 241—271.

Khoprasert, Y. (1983): Fortpflanzung und Jugendentwicklung thailändischer Mäuse der Gattung *Mus* (*Mus cervicolor*, Hodgson und *Mus caroli*, Bonhote). — Unveröff. Diplomarbeit, Bonn.

Misonne , X. (1969): African and Indo-Australian Muridae evolutionary trends. — Mus. Roy. Afrique Centrale, Tervuren, Belgique Ann.-Ser. In-8° — Sci. Zool. 172.

Niethammer, J. (1977): Versuch der Rekonstruktion der phylogenetischen Beziehungen zwischen einigen zentralasiatischen Muriden. — Bonn. zool. Beitr. 28: 236—248.

— (1979): Säugetiere, Biologie und Ökologie. — Stuttgart.

— & F. Krapp (1978, 1982): Handbuch der Säugetiere Europas. Bd. 1 und 2/I, Nagetiere I und II. — Wiesbaden.

Reichstein, H. (1964): Untersuchungen zum Körperwachstum und Reproduktionspotential der Feldmaus *Microtus arvalis* (Pallas 1779). — Z. Wiss. Zool. 170: 112—222.

— (1978): *Mus musculus* — Hausmaus, in Niethammer, J. & F. Krapp (Herausgeber): Handbuch der Säugetiere Europas. Bd. 1, Nagetiere I. — Wiesbaden.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zoologicalbulletin.de; www.biologiezentrum.at

Sachs, L. (1978): Angewandte Statistik. 5. Aufl. — Berlin, Heidelberg, New York.
Sagar, P. & O.S. Bindra (1978): Reproductive patterns of captive lesser bandicoot rat, *Bandicota bengalensis*, in Punjab (India). — Ohio J. Sci. 78: 44—50.
Schröter, B. (1981): Die postnatale Skelettentwicklung bei nesthockenden und nestflüchtenden Mäusen (Muridae) am Beispiel der Wanderratte (*Rattus norvegicus*) und der Stachelmaus (*Acomys dimidiatus*). — Unveröff. Diplomarbeit, Bonn.
Simpson, G.G., A. Roe & R.C. Lewontin (1960): Quantitative Zoology. — New York.
Somsook, S. (1982): Fortpflanzung und Jugendentwicklung der Ratten *Rattus exulans* (Peale) und *Rattus tiomanicus* (Miller). — Unveröff. Diplomarbeit, Bonn.
Stapes, R.E. & V.L. Schnell (1964): Refinements in rapid clearing technic in the KOH-alizarin-red-S method for fetal bone. — Stain Techn. 39: 61—63.
Stempel, N. (1983): Fortpflanzung und Jugendentwicklung der Pestratten *Bandicota indica* (Bechstein) und *Bandicota bengalensis* (Gray). — Unveröff. Diplomarbeit, Bonn.
Sudto, P. (1978): Preliminary study on pregnancy period of rats and mice in the field. — Know how 7: 5—6.
Tast, J. (1982): *Lemmus lemmus* — Berglemming, in: Niethammer, J. & F. Krapp (Herausgeber): Handbuch der Säugetiere Europas. Bd. 2/I, Nagetiere II. — Wiesbaden.
Tien, P.D. van & H.T. Cu (1965): Données écologique sur le bandicote forestier (*Bandicota indica nemorivaga*). — Z. Säugetierk. 30: 185—188.
Walton, D.W., J.E. Brooks, M.M. Tun & H. Naing (1978): Observations on reproductive activity among female *Bandicota bengalensis* in Rangoon. — Acta Theriol. 23: 489—501.

Norbert Stempel, Zoologisches und vergleichend-anatomisches Institut, Poppelsdorfer Schloß,
D-5300 Bonn 1.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Bonn zoological Bulletin - früher Bonner Zoologische Beiträge.

Jahr/Year: 1985

Band/Volume: 36

Autor(en)/Author(s): Stempel Norbert

Artikel/Article: Fortpflanzung und Jugendentwicklung der Pestratte Bandicota indica (Bechstein) 9-36