

Das Auftreten langschwänziger alpiner Formen bei der Rötelmaus *Clethrionomys glareolus* (Schreber, 1780), der Waldspitzmaus *Sorex araneus* Linné, 1758 und der Zwergspitzmaus *Sorex minutus* Linné, 1766*

Von

CAESAR CLAUDE

Aus dem Zoologischen Museum der Universität Zürich
Direktor: Prof. Dr. H. BURLA

I. Einleitung

Bei der Untersuchung von mitteleuropäischen Kleinsäugetern fand SCHAEFFER (1935), dass die Gebirgstiere der Rötelmaus und der Waldspitzmaus längere Schwänze haben als die Bewohner des Flachlandes. Im Allgäu stellte HEINRICH (1951) eine langschwänzige alpine Unterart der Gelbhalsmaus *Apodemus tauricus alpinus* fest. ZIMMERMANN (1937) verglich Rötelmäuse von der Kurischen Nehrung und aus den Ostalpen. Die Tiere aus den Ostalpen hatten im Vergleich zu den grossen Körpern relativ kurze Schwänze. 1950 stellt der gleiche Autor fest, dass die ostalpine Rötelmaus *Clethrionomys glareolus ruttneri* sowohl absolut als auch relativ kurzschwänziger ist als die Unterart *Clethrionomys glareolus glareolus* aus Brandenburg. Die relative Kurzschwänzigkeit der ostalpinen Rötelmaus wurde von WETTSTEIN (1954) bestätigt. Dagegen lebt im Pelister Gebirge (1600 m) in Südjugoslawien wieder eine langschwänzige Rötelmausunterart *Clethrionomys glareolus makedonicus* (FELTEN und STORCH 1965). Nach ZIMMERMANN (1951) haben Rötelmaus und Waldspitzmaus des Harz-Gebirges längere Schwänze als die Tieflandformen. Allerdings ist die Verlängerung nicht so stark wie bei den alpinen Tieren, so dass ZIMMERMANN sie als Mischformen bezeichnet. Dabei ist zu beachten, dass die Tiere in Höhen zwischen 450 m (Bodetal) und 1100 m (Brockengipfel) gefangen wurden.

Untersuchungen an der Kleinwühlmaus *Pitymys subterraneus* in den südbayerischen Alpen durch LANGENSTEIN-ISSEL (1950) und in Bialowieza in Polen durch WASILEWSKI (1960) zeigen, dass bei gleicher Kopf-Rumpflänge die Alpentiere län-

* Nach einem Vortrag an der 40. Jahresversammlung der Deutschen Gesellschaft für Säugetierkunde in Amsterdam am 5. 10. 1966.

gere Schwänze haben. Ebenso hat nach DOTRENS (1962) die alpine Feldmaus *Microtus arvalis rufescentefuscus* im Schweizerischen Nationalpark einen längeren Schwanz als die Tieflandform *Microtus arvalis arvalis* bei Genf.

VON LEHMANN beschrieb 1962 eine neue Subspezies der Zwergspitzmaus aus dem Fürstentum Liechtenstein als *Sorex minutus becki*. Diese unterscheidet sich von der Nominatform ausser durch besondere Färbung vor allem durch einen längeren Schwanz.

Aus diesen zitierten Arbeiten geht hervor, dass die meisten Murinen, Microtinen und Soricinen der Alpen längere Schwänze haben als artgleiche Vertreter der nördlichen Tiefebenen. Dieser Befund stellt eine Reihe interessanter Probleme. Es gilt abzuklären, ob alle Tiere einer Art in den Bergen längere Schwänze haben. Da Kleinsäuger der Alpen in der Regel grössere Körper haben, stellt sich die Frage nach einer Beziehung zwischen Körpergrösse und Schwanzlänge. Ebenso möchte man wissen, in welchen Entwicklungsstadien die Schwänze verschieden lang werden. Haben die Unterschiede in der Schwanzlänge eine Bedeutung für die Kleinsäuger im Zusammenhang mit der Umwelt? Wie kommen die Unterschiede zustande? Beeinflussen Umweltfaktoren während der Ontogenie das Schwanzwachstum oder sind Längenunterschiede genetisch festgelegt? Das Hauptgewicht meiner Arbeit gilt dem Zusammenhang von Körpergrösse und Schwanzlänge und der Aufdeckung von Unterschieden in der Zahl der Schwanzringel und Schwanzwirbel bei Kleinsäufern in den Alpen und im schweizerischen Mittelland.

Aus den Resultaten ergeben sich neue Aspekte in bezug auf die übrigen Fragen.

II. Fangplätze und Methoden

In der vorliegenden Untersuchung werden Kleinsäuger aus der Umgebung von Zürich (620 m ü. M.) mit Individuen derselben Art von der Göschenalp (1700 m ü. M.) verglichen. Zwischen den beiden Fangorten beträgt der Höhenunterschied 1100 m und die Entfernung in der Luftlinie 80 km. Die Vegetation des Fangplatzes Göschenalp besteht aus einem subalpinen Fichtenwald (*Piceetum subalpinum*). Der Boden ist mit *Vaccinium myrtillus* und *Vaccinium vitis-idaea* sowie verschiedenen Kräutern bewachsen. Die Sommerszeit ist kurz. Der Winter erstreckt sich über 6—7 Monate und lässt die Schneeschicht metertief werden. Unter dem Schnee sind stets grüne Pflanzen und zahlreiche Wirbellose vorhanden, die günstige Ernährungsbedingungen für Kleinsäuger bilden.

Der Fangort bei Zürich liegt in einem Silikat-Buchenmischwald (*Melico-fagetum*). Am Boden gedeihen im Sommer viele Krautpflanzen. Sträucher fehlen. Zur Winterszeit ist der Laubwald kahl. Schneefälle treten nur in grossen Abständen ein. Im Waldinnern ist die Schneedecke nur wenige Zentimeter tief und bleibt meistens nur wenige Tage erhalten. Die grossen Temperaturschwankungen wirken ungehindert auf die Erdoberfläche ein.

Für den Fang verwendete ich kleine Schlagfallen. Die Tiere wurden nach dem Einsammeln auf einer Novopanplatte flach ausgelegt und die Schnauzenspitze, der

kaudale Beckenrand und die Schwanzspitze ohne die vorstehenden Haare mit Stecknadeln markiert. Die Längen von Körper und Schwanz wurden anschliessend zwischen den Nadeln in Millimetern gemessen. Für die statistischen Vergleiche wurde der X-Test (VAN DER WAERDEN und NIEVERGELT 1956) angewandt.

III. Unterschiede in der Schwanzlänge

A. Rötelmaus (*Clethrionomys glareolus*)

Bei Zürich konnten 77 Rötelmäuse der Unterart *Clethrionomys glareolus helveticus* gefangen werden. Sie wurden verglichen mit 81 Rötelmäusen der Unterart *Clethrionomys glareolus nageri* von der Göscheneralp.

Auf Grund der Länge der Zahnwurzeln im M_1 ist es möglich, das Alter der Rötelmäuse zu bestimmen. Ein Vergleich zwischen gleichaltrigen Tieren von der Göscheneralp und von Zürich ergibt für die alpinen Rötelmäuse längere Schwänze. Eine Ausnahme machen die jüngsten Tiere, die an beiden Orten gleichlange Schwänze haben (CLAUDE 1967). In der Tab. 1 sind die Tiere nach der Kopf-Rumpflänge in 4 Grössenklassen eingeteilt. Die Schwanzlängen der Rötelmäuse der zwei Fangorte werden damit innerhalb der gleichen Grössenklasse verglichen. Die absolute Schwanzlänge steigt an beiden Orten mit zunehmender Körpergrösse an, aber das Schwanzwachstum ist bei den alpinen Rötelmäusen stärker. Der Unterschied in der Schwanzlänge zwischen der kleinsten und der grössten Klasse beträgt in Zürich 9,5 mm, auf der Göscheneralp 16,3 mm. Die mittlere relative Schwanzlänge nimmt in Zürich von der kleinsten bis zur grössten Klasse um 8,6% ab. Der Rumpf wächst stärker als der Schwanz, so dass grosse Tiere verhältnismässig kurze Schwänze haben (negativ allometrisches Schwanzwachstum). Bei den alpinen Rötelmäusen ist das Schwanzwachstum ebenso intensiv wie das Wachstum des übrigen Körpers. Die relative Schwanzlänge beträgt bei kleinen wie bei grossen Individuen etwa 60%. Je grösser die Tiere, um so deutlicher ist der Unterschied in der Schwanzlänge zwischen der alpinen *Clethrionomys glareolus nageri* und der *Clethrionomys glareolus helveticus* des schweizerischen Mittellandes.

B. Waldspitzmaus (*Sorex araneus*)

Von dieser Art fing ich 24 Tiere bei Zürich und 76 auf der Göscheneralp. Nach VON LEHMANN (1962) gehören alle Waldspitzmäuse der Westalpen zur Unterart *Sorex araneus tetragonurus*. BAUER (1960) stellt dagegen die langschwänzigen alpinen Tiere zur Unterart *Sorex araneus alticola*. Die Waldspitzmäuse wurden nach Kopf-Rumpflänge in 4 Klassen eingeteilt (Tab. 2). Im Gegensatz zu den Rötelmäusen nimmt bei der Waldspitzmaus die Schwanzlänge trotz steigender Körperlänge nur wenig zu. Sie ist bei den grössten Tieren sogar wieder etwas kürzer. In allen Grössenklassen tritt ein deutlicher Unterschied in der Schwanzlänge zwischen den Individuen von Zürich und der Göscheneralp auf. Die relative Schwanzlänge nimmt mit steigender Körpergrösse in beiden Mustern stark ab. Der Rückgang von der kleinsten

Tabelle 1. Absolute und relative Schwanzlänge der Rötelmaus (*Clethrionomys glareolus*) in Beziehung zur Kopf-Rumpflänge.
 n = Zahl der untersuchten Tiere, \bar{x} = arithmetisches Mittel, u = mittlerer Fehler des Mittelwertes.

Kopf- Rumpflänge	Zürich			Göscheneralp			Vergleich der rel. Schwanzlänge im X-Test	
	n	Schwanzlänge $\bar{x} \pm u$	$\frac{\text{Schwanzlänge}}{\text{Kopf-Rumpfl.}} \times 100$ $\bar{x} \pm u$	n	Schwanzlänge $\bar{x} \pm u$	$\frac{\text{Schwanzlänge}}{\text{Kopf-Rumpfl.}} \times 100$ $\bar{x} \pm u$	X	p
70—79 mm	10	45,9 ± 1,0	62,1 ± 1,2	12	44,6 ± 1,6	59,3 ± 1,7	2,49	>0,05
80—89 mm	34	48,9 ± 0,6	57,0 ± 0,6	24	51,7 ± 0,8	60,8 ± 0,9	8,32	<0,02
90—99 mm	28	52,1 ± 0,8	55,4 ± 0,9	15	56,9 ± 1,4	60,5 ± 1,5	8,18	<0,01
100—109 mm	5	54,4 ± 1,3	53,5 ± 1,0	30	60,9 ± 0,7	59,3 ± 0,7	6,17	<0,002

Tabelle 2. Absolute und relative Schwanzlänge der Waldspitzmaus (*Sorex araneus*) in Beziehung zur Kopf-Rumpflänge.
 n = Zahl der untersuchten Tiere, \bar{x} = arithmetisches Mittel, u = mittlerer Fehler des Mittelwertes.

Kopf- Rumpflänge	Zürich			Göscheneralp			Vergleich der rel. Schwanzlänge im X-Test	
	n	Schwanzlänge $\bar{x} \pm u$	$\frac{\text{Schwanzlänge}}{\text{Kopf-Rumpfl.}} \times 100$ $\bar{x} \pm u$	n	Schwanzlänge $\bar{x} \pm u$	$\frac{\text{Schwanzlänge}}{\text{Kopf-Rumpfl.}} \times 100$ $\bar{x} \pm u$	X	p
55—60 mm	6	43,3 ± 0,5	74,1 ± 1,2	11	49,3 ± 0,7	83,9 ± 1,3	5,1	<0,01
61—65 mm	8	43,9 ± 1,0	69,5 ± 1,7	41	51,0 ± 0,3	81,0 ± 0,6	10,6	<0,001
66—70 mm	7	43,6 ± 1,7	63,9 ± 2,5	21	51,1 ± 0,4	75,7 ± 0,7	7,7	<0,001
71—75 mm	3	40,7 ± 2,4	56,4 ± 2,9	3	49,7 ± 0,3	67,4 ± 0,6	—	—

zur grössten Klasse erreicht in Zürich 17,7%, auf der Göscheneralp 16,5%. In jeder Grössenklasse haben die alpinen Waldspitzmäuse die längeren Schwänze.

C. Zwergspitzmaus (*Sorex minutus*)

Von dieser Art lagen 7 junge Tiere von Zürich zur Untersuchung vor. In den Alpen konnten 4 junge und 2 alte Tiere auf der Göscheneralp sowie 6 Jungtiere oberhalb Wassen (Kt. Uri) gefangen werden. Der Fangort Wassen liegt 1200 m hoch und hat eine ähnliche Vegetation wie die Göscheneralp (subalpiner Fichtenwald). Die Zwergspitzmäuse der beiden alpinen Orte wurden zusammengefasst. Das durchschnittliche Gewicht der Jungtiere beträgt sowohl in Zürich wie in den Alpen 3,2 g. In Abb. 1 werden diese Jungtiere verglichen. Deutlich treten die längeren Schwänze

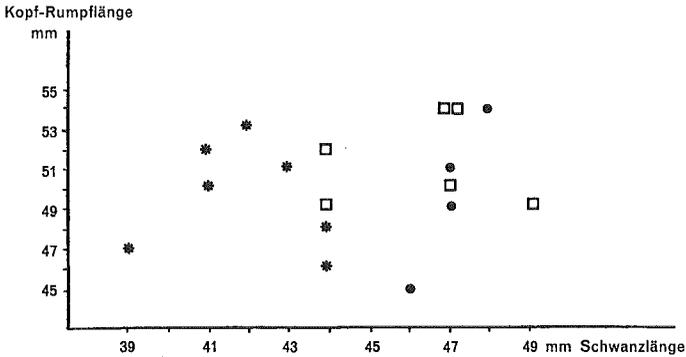


Abb. 1. Kopf-Rumpflänge und Schwanzlänge der Zwergspitzmaus (*Sorex minutus*).

* Zürich 620 m, ● Göscheneralp 1700 m, □ Wassen 1200 m.

der alpinen Tiere bei etwa gleicher Kopf-Rumpflänge hervor. Die mittlere Schwanzlänge beträgt in Zürich 42,0 mm, bei den alpinen Tieren 46,6 mm. Die Schwänze der alpinen Tiere sind auch relativ zur Körpergrösse länger. Die mittlere relative Schwanzlänge beträgt in Wassen und auf der Göscheneralp 92,2% gegenüber 84,9% in Zürich. Die beiden adulten Zwergspitzmäuse von der Göscheneralp haben Kopf-Rumpflängen von 61 und 62 mm und Schwanzlängen von 47 und 46 mm. Der Schwanz hat demnach etwa die gleiche Länge wie bei den Jungtieren. Da aber der Körper noch gewachsen ist, sind die Schwänze relativ kürzer geworden. Dies entspricht den Verhältnissen, wie sie bei der Waldspitzmaus auftreten (Tab. 2).

Die Variationsbreite der Schwanzlänge bei Zürcher Zwergspitzmäusen ist ähnlich wie bei Tieren aus dem Fürstentum Liechtenstein, die VON LEHMANN (1962) als *Sorex minutus becki* beschrieb. Die Zwergspitzmäuse in den Alpen haben längere Schwänze als in Zürich und im Fürstentum Liechtenstein, so dass es fraglich ist, ob sie der gleichen Unterart angehören. Sie lediglich auf Grund der Schwanzlängen in eine neue Unterart zu verweisen, lässt sich jedoch nicht verantworten.

IV. Schwanzstruktur

A. Schwanzringel

Bei allen Nagetieren und Spitzmäusen bildet der Schwanz Schuppenringe (MOHR 1954), deren Zahl je nach Art verschieden ist und auch innerhalb einer Art beträchtlich schwankt. In Abb. 2 sind die arithmetischen Mittel der Schwanzringelzahlen für die drei untersuchten Arten dargestellt. Die alpinen Tiere haben mehr Schwanzringel.

Die Zahl der Schwanzringel ist bei der Rötelmaus nicht mit dem Alter korreliert. Von 9 jungen Rötelmäusen aus Zürich (erster unterer Molar noch wurzellos) betrug die mittlere Schwanzringelzahl 94,3. Das arithmetische Mittel von 7 alten Tieren (Wurzellänge des ersten unteren Molars über 1 mm) war 92,0 Ringel. Die entspre-

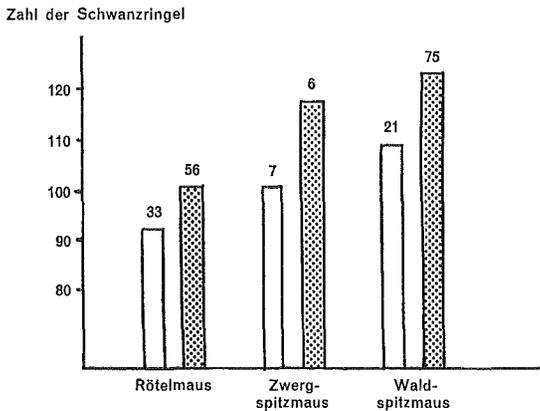


Abb. 2. Arithmetisches Mittel der Schwanzringelzahlen bei Rötelmaus (*Clethrionomys glareolus*), Zwergspitzmaus (*Sorex minutus*) und Waldspitzmaus (*Sorex araneus*). Die Zahlen geben die Zahl der untersuchten Tiere an.

□ Zürich, ▨ Göschenentalp.

Tabelle 3. Zahl der Schwanzringel in Beziehung zur Schwanzlänge bei der Rötelmaus (*Clethrionomys glareolus*). n = Zahl der untersuchten Tiere, \bar{x} = arithmetisches Mittel.

Schwanzlänge	Anzahl Schwanzringel					
	Zürich			Göschenentalp		
	n	Variationsbreite	\bar{x}	n	Variationsbreite	\bar{x}
41—45 mm	3	81—96	90	6	92—125	103,8
46—50 mm	13	85—96	90,8	8	92—103	97,8
51—55 mm	12	80—109	95,4	13	88—120	100,5
56—60 mm	4	86—103	95,7	15	91—116	103,6
61—65 mm	1	94	—	9	88—116	102,3
66—70 mm	—	—	—	3	102—109	104,6

chenden Durchschnittswerte für Rötelmäuse von der Göscheneralp waren 100,1 Ringel von 24 jungen Tieren und 103,0 Ringel von 21 alten Individuen. Es besteht auch keine Korrelation zwischen der Schwanzringelzahl und der Schwanzlänge (Tab. 3). Die Zahl der Schwanzringel scheint bei jeder Rötelmaus früh festgelegt zu werden und bleibt konstant, trotz der Längenzunahme des Schwanzes. Die Schuppenringel sind die Bildungsstellen der Schwanzhaare. Daher sind Schwänze gleicher Länge bei Rötelmäusen der Göscheneralp dichter behaart als bei den Tieren von Zürich. Innerhalb eines Musters haben kurze Schwänze eine dichtere Behaarung als lange.

B. Schwanzwirbel

Angesichts der längeren Schwänze bei alpinen Tieren stellt sich die Frage nach Unterschieden in der Zahl der Schwanzwirbel. Um die Schwanzwirbel zu zählen, wurden nach der Methode von GREEN 1952 (PIECHOCKI 1961) von den enthäuteten Körpern Durchsichtspräparate angefertigt, in denen die Wirbel mit Alizarinrot angefärbt sind. Als Schwanzwirbel zählte ich alle freien Wirbel, die auf die verschmolzenen Sacralwirbel folgen. Die Ergebnisse aus der Tab. 4 zeigen bei der

Table 4. Arithmetisches Mittel und Variationsbreite der Schwanzwirbelzahl bei Rötelmaus (*Clethrionomys glareolus*) und Waldspitzmaus (*Sorex araneus*).

n = Zahl der untersuchten Tiere, \bar{x} = arithmetisches Mittel.

	Anzahl Schwanzwirbel						Vergleich der Schwanzwirbelzahl im X-Test	
	Zürich			Göscheneralp				
	n	\bar{x}	Variationsbreite	n	\bar{x}	Variationsbreite	X	p
Rötelmaus (<i>Clethrionomys glareolus</i>)	10	18,6	17—19	16	19,6	19—21	6,6	<0,01
Waldspitzmaus (<i>Sorex araneus</i>)	9	15,8	15—16	21	17,0	16—18	8,9	<0,01

Rötelmaus und der Waldspitzmaus der Alpen eine Vermehrung der Schwanzwirbel. Die Variationsbreiten der Muster überschneiden sich bei beiden Arten nur gering. Dennoch beträgt der mittlere Unterschied in der Schwanzwirbelzahl bei Rötel- und Waldspitzmaus nur 1 Wirbel.

V. Diskussion

Das Ergebnis, dass Rötelmaus, Waldspitzmaus und Zwergspitzmaus in den hohen Lagen der schweizerischen Zentralalpen längere Schwänze haben als in den tiefer gelegenen Gebieten nördlich der Alpen, bestätigt die von anderen Autoren gemachten

Feststellungen. Kleinsäuger vom Alpen-Nordfuss (Bsp. Zürich, Fürstentum Liechtenstein) stehen mit ihren Massen zwischen den Vertretern der Hochalpen und jenen der deutschen Tiefebene. In Mitteleuropa nimmt, von Norden nach Süden, bei zunehmender Höhe die Schwanzlänge der kleinen Nagetiere und Spitzmäuse zu. Ausnahmen scheinen nur die ostalpine Rötelmaus, die Erdmaus (WETTSTEIN 1959) und die Schermaus zu machen. Die Schermaus der Alpen, *Arvicola terrestris exitus*, ist kleiner und kurzschwänziger als die Unterart *Arvicola terrestris terrestris* Norddeutschlands (STEIN 1962, REICHSTEIN 1963). In der Abb. 3 sind die Schwanzlängen

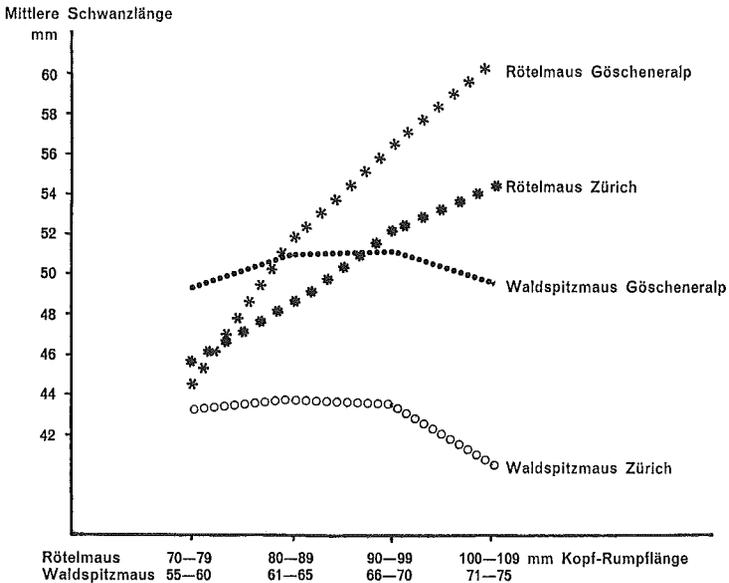


Abb. 3. Veränderungen der mittleren Schwanzlänge mit steigender Kopf-Rumpflänge bei Rötelmaus (*Clethrionomys glareolus*) und der Waldspitzmaus (*Sorex araneus*) nach den Daten der Tab. 1 und 2.

und Kopf-Rumpflängen von Rötelmaus und Waldspitzmaus nach den Ergebnissen in den Tab. 1 und 2 graphisch verglichen. Die Darstellung zeigt, dass in der Schwanzlänge bei den kleinsten Rötelmäusen kein Unterschied zwischen den Mustern besteht. Mit zunehmender Körpergrösse werden die Schwänze in den Bergen länger. Bei der Waldspitzmaus ist bereits bei den kleinen Individuen der Unterschied zwischen den Mustern prägnant. Das Schwanzwachstum verläuft anschliessend in beiden Populationen gleichsinnig. Das gleiche gilt für die Zwergspitzmaus. Der Unterschied in der Schwanzlänge zwischen Alpen- und Mittellandformen tritt bei Spitzmäusen und Rötelmaus in verschiedenen Entwicklungsperioden auf.

Es darf angenommen werden, dass die kleinsten gefangenen Individuen Jungtiere sind, die kurz vorher selbständig wurden. Der Schwanz der Spitzmäuse hat demnach mit Verlassen des Nestes seine endgültige Länge erreicht. Der Unterschied in der Schwanzlänge zwischen Berg- und Talform muss sich daher schon in der Nestlings-

zeit ausprägen. Die Alpentiere haben offenbar früh ein intensiveres Schwanzwachstum als die Tieflandtiere, was die längeren Schwänze zu Beginn des selbständigen Lebens zur Folge hat.

Die kleinsten Rötelmäuse, die erbeutet wurden, haben in den Alpen wie im Mittelland noch die gleichen Schwanzlängen. Der Unterschied tritt erst im Verlauf ihres späteren Lebens auf. Da bei neugeborenen Mäusen die Schwänze relativ kurz sind (MOHR 1927), wächst der Schwanz nach der Geburt positiv allometrisch. Bei den Zürcher Rötelmäusen verläuft im späteren Leben das Schwanzwachstum negativ allometrisch (Tab. 1). Der Wendepunkt fällt etwa mit dem Beginn des selbständigen Lebens zusammen. Die Rötelmäuse der Göschenalp haben bis zum Verlassen des Nestes ebenfalls ein positiv allometrisches Schwanzwachstum. Im späteren Leben verläuft es isometrisch (Tab. 1).

Die fossilen Funde geben keine Hinweise wie es in der Evolution der Kleinsäuger zu dem unterschiedlichen Schwanzwachstum in den Bergen und den Niederungen gekommen ist.

a) Besiedlungshypothesen

ZIMMERMANN (1950) sieht in den grosswüchsigen Rötelmäusen der Alpen Reste der grossen Rötelmäuse der Eiszeit, die postglazial durch kleinere Formen aus dem Osten in die Alpen und in Randgebiete wie die englischen Inseln Jersey, Skomer, Mull und Raasay verdrängt wurden. Er stützt die Hypothese auf Körpergrössen, Hinterfuss- und Schädellängen bei Wühlmäusen. In bezug auf die Schwanzlängen verhalten sich diese Randformen jedoch nicht einheitlich. Es wäre auch möglich, dass sich in den Zentralalpen der Einfluss von südlichen, langschwänzigen Tieren geltend machte. Diesen Aspekt zieht VON LEHMANN (1962) in Betracht. In Anlehnung an ZSCHOKKE (1907) vermutet er eine erste nacheiszeitliche Besiedlung der West- und Zentralalpen aus Südwesten, wobei Kleinsäuger von Genf her über das Wallis bis ins Rheintal vorgedrungen wären.

b) Einfluss von Klimafaktoren

Es ist möglich, dass sich die Unterschiede in der Schwanzlänge erst unter dem Einfluss der örtlichen Umweltverhältnisse herausgebildet haben. HARRISON (1958), HARRISON, MORTON und WEINER (1959) und BARNETT (1965a, 1965b) zeigten mit Versuchen an Laborstämmen der Hausmaus, dass die Umwelt, vor allem die Temperatur, auf das Schwanzwachstum einwirkt. Eine direkte Einwirkung der Temperatur auf das ontogenetische Schwanzwachstum kommt im vorliegenden Falle als Ursache für die Unterschiede nicht in Betracht. Bei der Wald- und Zwergspitzmaus sind die Schwänze schon bei jungen Tieren im Sommer verschieden lang. Obwohl zur Sommerzeit kein grosser Temperaturunterschied zwischen den Bergen und dem Mittelland besteht, wachsen in den Alpen die Schwänze der Spitzmäuse stärker. Möglicherweise ist das unterschiedliche Schwanzwachstum genetisch bedingt, wobei in der Höhe andere Selektionsbedingungen vorliegen als in den tiefelegenen Gebieten. Im Winter sind in den Alpen für Kleinsäuger bessere klimatische Bedingungen

vorhanden. Die lange dauernde Schneeschicht schützt die Kleinsäuger vor tiefen Temperaturen. Dass eine dicke Schneeschicht für die Überwinterung von Kleinsäufern günstig ist, zeigt sich auch beim Berglemming (*Lemmus lemmus*) in Finnland, der im Winter höher gelegene Gebiete mit tiefer Schneeschicht aufsucht (KALELA 1961). Die Temperaturen in den Felsspalten des zerklüfteten Bodens schwanken nur wenig. Sie liegen stets einige °C über dem Nullpunkt (KAHMANN und HALBGEWACHS 1962). Dagegen sind die Tiere in den Niederungen durch das Fehlen einer geschlossenen Schneedecke zeitweise extremen Temperaturen ausgesetzt. Eine Ausweichmöglichkeit an günstigere Orte fehlt ihnen. Theoretisch wäre es möglich, dass in den tieferen Lagen langschwänzige Individuen während der nahrungsarmen Winterzeit stärker benachteiligt sind und vermehrt eliminiert werden. Es muss zuerst bewiesen werden, dass bei den vorliegenden Arten der längere Schwanz für den Energiehaushalt ungünstiger ist. PEARSON (1962) untersuchte den Energiehaushalt von *Clethrionomys glareolus* und *Clethrionomys rufocanus* in Finnland. Die grössere, kurzschwänzige *Clethrionomys rufocanus* kann eine konstante Körpertemperatur mit weniger Energieproduktion aufrechterhalten. Sie ist besser adaptiert an die strengen, nördlichen Bedingungen. Bisher fehlen derartige Untersuchungen an mitteleuropäischen Kleinsäufern.

Ein weiterer Hinweis auf einen Zusammenhang zwischen langandauernder, tiefer Schneeschicht und der Ausbildung längerer Schwänze findet sich bei Rötelmäusen im Fürstentum Liechtenstein (VON LEHMANN 1962). Die Rötelmäuse des Saminatalen, eines Hochtales mit alpinem Klima und lange währender Schneedecke, haben längere Schwänze als Tiere aus dem gleich hoch gelegenen Silum, das auf der anderen Bergseite liegt und ein milderes Klima hat. Die Befunde von ZIMMERMANN (1950) und WETTSTEIN (1954), welche bei der ostalpinen Rötelmaus *Clethrionomys glareolus ruttneri* kurze Schwänze feststellten, obwohl diese Unterart bis zu 1600 m Höhe lebt, sprechen gegen einen solchen Einfluss klimatischer Faktoren.

Auf Grund der heutigen Kenntnisse ist es unmöglich, eine widerspruchslöse Erklärung für die Langschwänzigkeit der alpinen Kleinsäuger zu finden.

VI. Zusammenfassung

1. Rötelmäuse (*Clethrionomys glareolus*), Waldspitzmäuse (*Sorex araneus*) und Zwergspitzmäuse (*Sorex minutus*) von der Göscheneralp (1700 m) und von Zürich (620 m) werden in bezug auf Schwanzlänge und Schwanzstruktur miteinander verglichen.

2. Kleine Rötelmäuse haben in den Alpen wie im Mittelland gleichlange Schwänze. Grosse Tiere sind auf der Göscheneralp absolut und relativ langschwänziger als in Zürich.

3. Die alpinen Wald- und Zwergspitzmäuse sind in jeder Körpergrössenklasse langschwänziger.

4. Die Unterschiede in der Schwanzlänge zwischen den Rötelmäusen von Zürich und der Göscheneralp werden im Laufe des selbständigen Lebens ausgebildet. Bei

den Spitzmäusen werden die Unterschiede zwischen den beiden Mustern bereits in der Nestlingszeit festgelegt.

5. Die Tiere aller 3 Arten haben in den Bergen mehr Schwanzringel. Bei der Rötelmaus ist die Zahl der Schwanzringel weder mit dem Alter noch mit der Schwanzlänge korreliert.

6. Die alpinen Formen der Rötelmaus und der Waldspitzmaus haben durchschnittlich einen Schwanzwirbel mehr.

7. Die Unterschiede in den Schwanzlängen zwischen Kleinsäugetern der Alpen und des Mittellandes können schon bei der Erstbesiedlung der Gebiete vorhanden gewesen sein oder haben sich seit der Eiszeit durch Einwirkung unterschiedlicher Umwelt herausgebildet. Es gibt aber keine Hypothese, die mit den bisherigen Ergebnissen widerspruchlos übereinstimmt.

Literaturverzeichnis

- BARNETT, S. A. (1965a): Adaptation of mice to cold. *Biol. Rev.* 40, 5—51.
 — (1965b): Genotype and environment in tail length in mice. *Quart. J. of Exp. Phys.* 50, 417—429.
 BAUER, K. (1960): Die Säugetiere des Neusiedlersee-Gebietes (Österreich). *Bonn. Zool. Beitr.* 11, 2—4, 141—344.
 CLAUDE, C. (1967): Morphologie und Altersstruktur von zwei schweizerischen Rötelmauspopulationen *Clethrionomys glareolus* (Schreber, 1780). *Z. Säugetierkunde*, 32, 3, 159—166.
 DOTRENS, E. (1962): *Microtus nivalis* et *Microtus arvalis* du parc national suisse. VII (Neue Folge), 46, 329—352.
 FELTEN, H. und STORCH, G. (1965): Insektenfresser und Nagetiere aus N-Griechenland und Jugoslawien. *Senck. biol.*, 46, 5, 341—367.
 HARRISON, G. A. (1958): The adaptability of mice to high environmental temperatures. *J. exp. Biol.*, 35, 892—901.
 HARRISON, G. A., MORTON, R. J., WEINER, J. S. (1959): The growth in weight and tail length of inbred and hybrid mice reared at two different temperatures. *Phil. Trans. B.* 242, 479—516.
 HEINRICH, G. (1951): Die deutschen Waldmäuse. *Zool. Jb. Syst.* 80, 99—122.
 KAHMANN, H. und HALBGEWACHS, J. (1962): Beobachtungen an der Schneemaus *Microtus nivalis* Martins, 1842 in den Bayerischen Alpen. *Säugetierkd. Mittlg.* 10, 64—82.
 KALELA, O. (1961): Seasonal change of habitat in the Norwegian lemming, *Lemmus lemmus* (L.). *Ann. Acad. Scient. Fenn. A*, IV, 55, 1—72.
 LANGENSTEIN-ISSEL, B. (1950): Biologische und ökologische Untersuchungen über die Kurzhohrmaus (*Pitymys subterraneus* de Selys Longchamps). *Pflanzenbau und Pflanzenschutz* 1, 4, 145—183.
 LEHMANN, E. VON (1962): Die Säugetiere des Fürstentums Liechtenstein. *Jb. d. Hist. Vereins f. d. Fürstentum Liechtenstein*, 62, 159—362.
 MILLER, G. S. (1912): *Catalogue of mammals of Western Europe*. London.
 MOHR, E. (1927): Schwanzmessungen an wachsenden Säugetieren. *Z. Säugetierkunde* 2, 74—77.
 — (1954): Die freilebenden Nagetiere Deutschlands und der Nachbarländer. 3. Auflage. Jena.
 PEARSON, A. M. (1962): Activity patterns, energy metabolism, and growth rate of the voles *Clethrionomys rufocanus* and *Clethrionomys glareolus* in Finland. *Ann. Zool. Soc. VANAMO*, 24, 5, 1—58.
 PIECHOCKI, R. (1961): Makroskopische Präparationstechnik. Teil I Wirbeltiere. Leipzig.
 REICHSTEIN, H. (1963): Beitrag zur systematischen Gliederung des Genus *Arvicola* Lacépède 1799. *Zt. zool. Syst. Evolutionsforschung* 1, 1—2, 155—204.
 SCHAEFER, H. (1935): Studien an mitteleuropäischen Kleinsäugetern mit besonderer Berücksichtigung der Rassenbildung. *Arch. Nat. Gesch. Abt. B, N.F.* 4, 535—590.
 STEIN, G. H. W. (1962): Vertikalrassen europäischer Säugetiere. *Symposium theriologicum Brno 1960*. Praha. 296—305.

- VAN DER WAERDEN, B. L. und NIEVERGELT, E. (1956): Tafeln zum Vergleich zweier Stichproben mittels X-Test und Zeichentest. Berlin, Göttingen, Heidelberg.
- WASILEWSKI, W. (1960): Angaben zur Biologie und Morphologie der Kurzhohrmaus, *Pitymys subterraneus* (de Sélys Longchamps 1835). Acta Theriol., IV, 12, 185—247.
- WETTSTEIN, O. VON (1954): Über die Rötelmäuse Österreichs. Säugetierkd. Mittlg., 2, 118—124.
- WETTSTEIN-WESTERSHEIMB, O. (1959): Die alpinen Erdmäuse (*Microtus agrestis* Lin. 1761). Sb. österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl. (I), 168, 1—9, 683—692.
- ZIMMERMANN, K. (1937): Die märkische Rötelmaus. Analyse einer Population. Märk. Tierwelt, 3, 24—40.
- (1950): Die Randformen der mitteleuropäischen Wühlmäuse. Syllegomena biologica, Festschrift Kleinschmidt. Lutherstadt-Wittenberg. 454—471.
- (1951): Über Harzer Kleinsäuger. Bonn. Zool. Beiträge, 2, 1—8.
- ZSCHOKKE, F. (1907): Die postglaziale Einwanderung der Tierwelt in die Schweiz. Actes de la Soc. Helv. Sc. Nat. Fribourg, 1, 134—150.