

Summary

Extreme variants of the M₁ of the Common Vole (Microtus arvalis Pallas) in Hungary. II.

There were found in some per milles in the very rich material of the Common Vole originating from owl pellets from Hungary some dental mutations which gain the impression of *Microtus gregalis*, *Pitymys*, "nivaloid" or "ratticepod" forms, *Phaiomys*, *Lagurus* as well as *Clethrionomys*. Such variants caution in the case of fragmental owl pellet founds or subfossil and fossil material.

Literatur

JÁNOSSY, D.; SCHMIDT, E. (1960): Extreme Varianten des M₁ der Feldmaus (*Microtus arvalis* Pallas) in Ungarn. *Vertebr. Hung.*, Budapest 2, 137—142.

Anschriften der Verfasser: Prof. Dr. DÉNES JÁNOSSY, Természettudományi Múzeum, Föld- és Őslénytár, 1088 Budapest, Múzeum krt. 14—16; EGON SCHMIDT, Madártani Intézet, 1121 Budapest, Költő u. 21, Ungarn.

Vergleichende Untersuchungen über die Manipulier- und Lernfähigkeiten von Waschbären (*Procyon lotor*) und Krabbenwaschbären (*Procyon cancrivorus cancrivorus*)

VON R. LÖHMER

Aus dem Institut für Zoologie der Tierärztlichen Hochschule Hannover

Eingang des Ms. 11. 7. 1974

Einleitung

Ziel dieser Arbeit ist es, die Manipulierfähigkeit von Waschbären und Krabbenwaschbären miteinander zu vergleichen und mögliche Unterschiede in bezug auf das Verhalten und die Hirnleistungen beider Arten herauszustellen.

Die Arbeit ist Teil einer vergleichenden ethologischen und sinnesphysiologischen Untersuchung an Waschbären und Krabbenwaschbären, die aufgrund der beträchtlichen Hirngrößenunterschiede zwischen diesen beiden Neuwelt-Kleinbären durchgeführt wurde (LÖHMER 1973). Die Krabbenwaschbären aus dem südlichen Verbreitungsgebiet (Unterart: *Procyon cancrivorus nigripes*) besitzen bei annähernd gleichem Körpergewicht ein um $\frac{1}{3}$ größeres Hirn als die Waschbären (RÖHRS mdl.; KLATT 1928). Zwischen Hirngewicht und Körpergröße bestehen innerhalb nahe verwandter Formen feste, regelhafte Beziehungen. Abweichungen von diesen Hirn-Körpergewichtsverhältnissen lassen Unterschiede hinsichtlich der Lebensäußerungen erwarten (RÖHRS 1959). Sie sollten in dieser Arbeit herausgestellt werden.

Für die Untersuchungen standen Waschbären der mitteleuropäischen Population und Krabbenwaschbären aus Surinam (Unterart: *Procyon cancrivorus cancrivorus*) zur Verfügung. Fehlende Hinweise auf wesentliche Unterschiede im Verhalten beider Arten führten zu einer Überprüfung der Hirn-Körpergewichtsverhältnisse. Dabei stellte sich heraus, daß die Unterart *P. c. cancrivorus* nicht über das große Hirn der Unterart *P. c. nigripes* verfügt. Das Hirngewicht lag nur unwesentlich über dem der Waschbären. Mit diesem unerwarteten Ergebnis wurden bisher nicht bekannte intraspezifische Hirngrößenunterschiede bei den Krabbenwaschbären aufgedeckt, die die gültige Systematik der Gattung *Procyon* Storr, 1780, in Frage stellen. Eine Klärung der Verwandtschaftsbeziehungen konnte anhand der ethologischen und sinnesphysiologischen Studien nicht erfolgen, da es nicht gelang, die „großhirnigen“ Krabbenwaschbären in die laufenden Untersuchungen mit einzubeziehen. Alle Aussagen über das Verhalten der Krabbenwaschbären mußten daher auf die Unterart *P. c. cancrivorus* beschränkt bleiben.

Das Lösen von Kistenverschlüssen ist bei verschiedenen Säugetieren, vor allem aber bei Primaten überprüft worden. Von den Procyoniden wurden bisher Wickelbären und Waschbären untersucht. Ein Wickelbär lernte an einer Apparatur neun verschiedene Manipulationen auszuführen, die er nach 172 versuchsfreien Tagen noch sicher beherrschte (RENSCH und DÜCKER 1968). In den Untersuchungen von COLE (1907) wurden vier junge Waschbären mit 21 verschiedenen Kisten konfrontiert. Die Tiere mußten bis zu sieben Verschlüsse (Box 13) lösen, um sich zu befreien. Auch hier wurde die Gedächtnisleistung nach einer längeren Pause (147 Tage) bei drei Tieren überprüft mit dem Ergebnis, daß nur noch ein Waschbär alle Verschlüsse zu öffnen vermochte. Die Waschbären von DAVIS (1907) mußten an einer Kiste maximal zehn Hindernisse beseitigen, um an eine Futterbelohnung im Innern zu gelangen. DAVIS brachte die Verschlüsse zunächst einzeln an der Kiste an. Später kombinierte er vier von ihnen so miteinander, daß sie nur in einer bestimmten Reihenfolge zu öffnen waren. Die Tiere erlernten die Aufgaben sehr schnell. Nach einer Pause von 286 Tagen zeigten sie deutliche Unsicherheiten beim Lösen der Verschlüsse. Sie erlangten aber nach wenigen Versuchen die alte Sicherheit zurück. KITZMILLER (1934) wies für Waschbären eine außerordentliche Gedächtnisleistung nach. Seine Tiere konnten sich nach jeweils einjährigen Pausen in wenigen Sekunden aus einer Kiste befreien. McDUGALL und McDUGALL (1931) untersuchten die Manipulierfähigkeit eines Waschbären und stellten fest, daß das Tier bis zu 24 Holzriegel öffnen konnte, die in einer bestimmten Reihenfolge nacheinander zu lösen waren.

Diese Befunde bestätigen, daß Procyoniden im Öffnen von Verschlüssen und im Speichern von Manipulationen außerordentlich leistungsfähig sind. Sie erreichen durchaus die Leistungen niederer Primaten (RENSCH und DÜCKER 1968).

Material

Für die Untersuchungen über die Manipulierfähigkeit standen vier Krabbenwaschbären (Unterart: *P. c. cancrivorus*) und drei Waschbären (mitteleuropäische Population) zur Verfügung. Verschiedene Angaben zu den Tieren wie Alter, Herkunft und Anzahl der Versuchstage und Einzelexperimente sind in Tab. 1 zusammengestellt. Die Tiere wurden einzeln in kleineren Boxen gehalten. Ich versorgte sie selbst, so daß sie sich mir gegenüber sehr vertraut verhielten.

Bei der Planung der Versuchskiste hielt ich mich bewußt an das Muster von RENSCH und DÜCKER (1968), die mit einem Wickelbären an einer ähnlichen Apparatur gearbeitet haben. Dadurch wollte ich den Vergleich meiner Ergebnisse mit denen des Wickelbären ermöglichen. Die Kiste (Abb. 1) war auf einem Tisch (110×175×105 cm) festgeschraubt. Aufbau und Anordnung der Verschlüsse und Hindernisse werden bei der Darstellung des Versuchsablaufes

Tabelle 1

Angaben zu den Versuchstieren

Name	Alter (in Jahren)	Herkunft	Vers. Tage	Einzel- experimente
Krabbenwaschbären				
Anna	ca. 5 ³ / ₄	Gefangenschaft	55	923
Dagmar	1 ² / ₃	„	55	898
Daisy	1 ² / ₃	„	56	848
Dietke	1 ¹ / ₂	„	54	721
Waschbären				
Archi	1 ³ / ₄	„	51	830
August	ca. 1 ³ / ₄	Wildfang	55	981
Anke	ca. 1 ³ / ₄	„	55	752

näher beschrieben. Alle Experimente wurden in einem Versuchsraum durchgeführt, der leider nicht gegen Außengeräusche abgesichert werden konnte. Er war durch zwei Lampen so ausgeleuchtet, daß in ihm Tageslichtbedingungen herrschten (580 Lx in Tischhöhe).

Methode

Zu den Versuchen holte ich die Tiere jeweils mit einem Fangnetz aus ihren Einzelboxen und ließ sie im Versuchsraum frei laufen. Über eine Leiter kletterten sie auf den Tisch und führten die Manipulationen an der Kiste aus, um an eine Futterbelohnung (Küken-, Obstteile) im Innern zu gelangen. In den ersten Versuchstagen hatte ich sie durch Strafreiz so dressiert, daß sie den Nahrungsbrocken zum Stallboden tragen mußten und nur dort auffressen durften. Dadurch hatte ich zwischen den einzelnen Experimenten genügend Zeit, die Kiste neu aufzubauen und zu beködern. Außerdem brachte diese Maßnahme den Vorteil, daß den Tieren der Blick auf die Versuchsanordnung durch die Tischplatte versperrt war, und sie meine Bewegungen an der Kiste optisch nicht verfolgen konnten.

Alle Tiere mußten ihren täglichen Nahrungsbedarf durch die Futterbelohnungen decken, die in der Kiste versteckt waren. Außerhalb der Versuche fütterte ich sie nicht, um ihre Dressurwilligkeit zu erhalten. In der Regel kam ich so auf 10 bis 20 Einzelexperimente pro Tier und Tag. Während der Versuche saß ich an einem Tisch im Versuchsraum und beobachtete die Tiere. Ich protokollierte die verschiedenen Verhaltensweisen und die Zeiten, die für die Ausführung der einzelnen Manipulationen benötigt wurden.

Von einer Versuchsreihe zur nächsten veränderte ich kontinuierlich den Versuchsaufbau. Dabei hatten die Tiere bereits erlernte Manipulationen immer wieder mit auszuführen. Bei einfacheren Aufgaben reichten eintägige Experimente aus, bis die Tiere in der Beseitigung der Hindernisse sicher waren. Schwierige Handlungsketten wiederholte ich an zwei bis max. sechs aufeinanderfolgenden Tagen, um die Lernleistungen der Tiere zu festigen. Außerdem legte ich im Verlauf der Untersuchungen mehrere Pausen ein, um das Kurz- und Langzeitgedächtnis der Tiere zu kontrollieren. Wie ich im einzelnen vorgegangen bin, geht aus der folgenden Darstellung des Versuchsablaufes hervor.

Versuchsreihe 1: Zunächst mußten die Tiere an die Apparatur gewöhnt werden und lernen, wo das Futter versteckt war. Deshalb ließ ich die Fronttür der Kiste (Abb. 1) weit offen. Ohne Hilfestellung mußten die Tiere den Köder im hinteren Teil der Kiste aufspüren, aufnehmen und zum Stallboden tragen. Nach Beendigung der Experimente mit einem Tier säuberte ich in dieser Versuchsreihe den Raum und den Versuchsaufbau gründlich, um dem folgenden Tier möglichst keine olfaktorischen Hilfen zu geben.

Versuchsreihe 2: Nachdem die Tiere gelernt hatten, wo das Futter zu finden war, schloß ich die Fronttür bis auf einen 2 cm breiten Spalt.

Versuchsreihe 3: Als nächstes Hindernis mußte eine Schiebetür (S 1), die 12 cm hinter der Fronttür eingebaut war und bis auf einen 2 cm breiten Spalt geschlossen war, zur rechten Seite geöffnet werden.

Versuchsreihe 4: In diesem Versuch war die Schiebetür ganz geschlossen. An ihrer linken

Kantholzes wurde die Tür bei einem geringen Druck von unten aufgezo- gen und geöffnet gehalten. In dieser Versuchsreihe war die Falltür bis auf einen 1 cm breiten Spalt geschlossen.

Versuchsreihe 8: Die Falltür war jetzt ganz geschlossen und an der Unterkante in der Mitte mit einer Kerbe versehen.

Pause 2: Nach 12 versuchsfreien Tagen gab ich den Tieren Gelegenheit, sich in drei Rundgängen nochmals mit den bisher erlernten Hindernissen vertraut zu machen.

Versuchsreihe 9: Nach den drei Wiederholungsversuchen brachte ich als ersten Verschluss in 5 cm Höhe einen Überwurf (Ü) an der Fronttür an, dessen Lasche über eine Öse griff, die an der rechten Kistenseite befestigt war. Solange die Tiere diesen Verschluss nicht sicher lösen konnten, schloß ich ihn nur leicht (Versuchsreihe 9a). Danach drückte ich die Lasche fest über die Öse (Versuchsreihe 9b). Die Fronttür war so konstruiert, daß sie bei geöffnetem Verschluss einen Spalt breit aufsprang.

Versuchsreihe 10: In 23 cm Höhe schraubte ich an die rechte Seite der Kiste einen Haken (H), der in eine Öse faßte, die an der Fronttür befestigt war.

Versuchsreihe 11: In diesem Versuch sicherte ich den Überwurf zusätzlich mit einem 10 cm langen Holzpflock (P), den die Tiere entfernen mußten, bevor sie die Lasche zur Seite ziehen konnten.

Versuchsreihe 12: Als nächstes brachte ich an der Fronttür in 15 cm Höhe einen kleinen Schieber (Möbelriegel) (Sb) an. Der Riegel griff in eine Lasche, die an der rechten Kistenseite montiert war. Er mußte durch Knopfzug geöffnet werden. Als alle Tiere diesen Verschluss nicht lösen konnten, entfernte ich den Überwurf und den Haken und versetzte den Schieber an die Unterkante der Fronttür. Die Tiere sollten sich allein mit diesem Verschluss vertraut machen.

Versuchsreihe 13: In dieser Versuchsreihe waren zusätzlich zum Schieber wieder Überwurf und Haken zu beseitigen.

Pause 3: Nach 21 versuchsfreien Tagen überprüfte ich, ob die Manipulationen noch beherrscht wurden.

Pause 4: Nach einer weiteren Pause von 48 Tagen wiederholte ich nochmals den Versuch.

Versuchsreihe 14 (Pause 5): Vor die Verschlüsse an der Fronttür stellte ich ein Winkelbrett (Wb), das die Tiere zur Seite schieben mußten, um an die Verschlüsse heranzukommen. Diese Versuchsreihe erfolgte 31 Tage nach den letzten Experimenten (Pause 4).

Versuchsreihe 15: Bisher hatte die Futterbelohnung hinter der Falltür in einem offenen Schälchen gelegen. An der gleichen Stelle schraubte ich jetzt eine kleine Holzkiste (K) fest, die mit einem Deckel verschlossen war. Auf den Deckel hatte ich einen Holzgriff geleimt, der den Tieren das Abheben des Deckels erleichterte.

Versuchsreihe 16: Beide Schiebetüren konnten durch Holzriegel (R) an den Kistenseiten so festgestellt werden, daß ihre Öffnungsrichtungen beliebig zu verändern waren. In dieser Versuchsreihe mußten beide Türen erstmals nach links geschoben werden. Diese Experimente führte ich durch, um nachzuprüfen, wie sich die Tiere bei veränderter Öffnungsrichtung verhielten.

Pause 6: Die vorherige Versuchsreihe wiederholte ich nach 11 versuchsfreien Tagen.

Versuchsreihe 17: Nach einem vorher festgelegten Plan veränderte ich die Öffnungsrichtungen der Schiebetüren. Dabei waren die Türen auch unabhängig voneinander nach verschiedenen Seiten zu schieben.

Pause 7: Nach einer Versuchspause von 14 Tagen kontrollierte ich nochmals das Verhalten der Tiere beim Öffnen der Schiebetüren.

Versuchsreihe 18: In dieser Reihe stellte ich die Schiebetüren nicht mehr fest, so daß die Tiere die Öffnungsrichtung selbst bestimmen konnten.

Pause 8: Nach einer Pause von 490 Tagen konfrontierte ich alle Tiere erstmals wieder mit der Kiste. Sie hatten dabei alle Handlungen auszuführen, die sie bis zur 16. Versuchsreihe jeweils erlernt hatten. Die erste Schiebetür war nach rechts, die zweite nach links zu öffnen.

Ergebnisse

Verhaltensweisen bei der Versuchsausführung

Zu Beginn des ersten Experimentes zeigten alle Versuchstiere das für Waschbären und Krabbenwaschbären typische Orientierungsverhalten in einer fremden Umgebung (LÖHMER 1973). Überraschend schnell bezogen sie die Versuchsanordnung in ihre Kontrollen mit ein und entdeckten so nach kurzer Zeit den Köder. Einige Tiere liefen

ohne zu zögern zur Futterbelohnung, andere scheuten sich zunächst, in die enge Kiste zu gehen. Die vier Krabbenwaschbären benötigten im Durchschnitt 161 Sek., die drei Waschbären 192 Sek. bis zur Aufnahme des ersten Futterbrockens. Alle Tiere gewöhnten sich nach wenigen Experimenten des ersten Tages an den Versuchsablauf und liefen dann jeweils direkt zum Köder.

Nachdem die Tiere gelernt hatten, wo das Futter zu finden war, konnte ich den Schwierigkeitsgrad der Manipulationen kontinuierlich erhöhen. Der Anreiz der Futterbelohnung war so stark, daß sie sich von selbst darum bemühten, an den Köder zu gelangen. Dabei fiel auf, daß sich die Waschbären intensiver und ausdauernder mit neuen Verschlüssen oder Hindernissen beschäftigten. Die Krabbenwaschbären unterbrachen dagegen häufig die Versuche, liefen von der Kiste fort, um sich dann erneut um die Öffnung zu bemühen. Die qualitative Analyse der Bewegungen beim Öffnen der Kiste erbrachte jedoch weitgehende Übereinstimmungen zwischen beiden Arten.

Neue Hindernisse wurden zunächst mit den Händen betastet und mit Hilfe der Krallen zu beseitigen versucht. Die Tiere manipulierten vornehmlich am Vorderteil der Kiste, da sie schnell gelernt hatten, daß sie nur durch die offene Fronttür an die Futterbelohnung gelangen konnten. Blieben die Bemühungen erfolglos, so drückten sie die Nase oder die Stirn gegen die Kiste, bissen in die Verschlüsse oder das Holz und gruben oder kratzten ungeduldig an der Apparatur. Drei Tiere (Archi, August, Anna) legten sich manchmal in Seiten- oder Rückenlage auf den Tisch und stemmten sich mit den Extremitäten gegen die Kiste. Führten die Manipulationen nicht zum Erfolg, so versuchten die Tiere mitunter auch, von oben oder von den Seiten aus in die Kiste zu gelangen. Mit Vorliebe griffen sie in die Spalten der Schiebetüren und zogen diese sogar von außen auf.

Der optische Sinn war beim Öffnen der Verschlüsse und Türen nicht beteiligt. Die Tiere sahen beim Manipulieren z. T. „desinteressiert“ zur Seite. Alle Verhaltensweisen glichen den Bewegungen, die sowohl für Waschbären als auch für Krabbenwaschbären bei der Nahrungssuche oder bei solitären Tastspielen charakteristisch sind (LÖHMER 1973).

Beim Manipulieren an der Kiste lösten die Versuchstiere zufällig die einzelnen Hindernisse und Verschlüsse. In den nachfolgenden Experimenten wiederholten sie dann die Bewegungen, die vorher zum Erfolg geführt hatten. Auf diese Weise lernten die Tiere nach und nach, alle Aufgaben sicher auszuführen. Die Schiebetüren öffneten sie, indem sie mit den Krallen in die Türkerben griffen. Sie schoben die Türen einen Spalt breit auf und zwängten sich dann mit dem Kopf und Körper hindurch. Die Falltür wurde in Seiten- oder Rückenlage mit den Vorderextremitäten nach oben geschoben. Das Winkelbrett und den Deckel des Futterkästchens beseitigten die Tiere mit einer Hand oder beiden Vorderbeinen.

In Tab. 2 habe ich dargestellt, wie die einzelnen Verschlüsse an der Fronttür gelöst worden sind. Benutzten die Tiere dabei mehrere Körperteile, so ist der Teil zuerst aufgeführt, mit dem der jeweilige Verschluss in der Mehrzahl der Versuche geöffnet wurde. Es ist zu erkennen, daß insbesondere der Haken und der Schieber auf recht verschiedene Art und Weise gelöst worden sind. Der Grund hierfür ist nicht in einem unterschiedlichen Manipulationsverhalten der Tiere zu suchen. Er beruhte vielmehr auf den zufälligen Bewegungen, mit denen die Tiere beide Verschlüsse erstmals erfolgreich geöffnet hatten. Aus Tab. 2 geht hervor, daß die Waschbären und Krabbenwaschbären vornehmlich mit den Händen manipulieren. Sie setzen aber auch Zähne und Nase ein.

Obwohl die Tiere nacheinander mit den einzelnen Verschlüssen konfrontiert worden waren, war nicht zu erkennen, daß sie sie in einer bestimmten Reihenfolge öffneten. Gelang ihnen die Beseitigung eines Hindernisses nicht auf Anhieb, so wandten

Tabelle 2

Öffnungsweisen der einzelnen Kistenverschlüsse
(Erläuterungen im Text)

Verschluß	Krabbenwaschbären				Waschbären		
	Anna	Dagmar	Daisy	Dietke	Archi	August	Anke
Überwurf	Hände	Hände	Hände	Hände	Hände	Hände	Hände
Holzpflock	Zähne (Hände)	Hände (Zähne)	Hände (Zähne)	Hände (Zähne)	Zähne (Hände)	Zähne (Hände)	Zähne (Hände)
Haken	Stirn	Hände (Nase)	Hände	Hände	Nase (Hände)	Nase (Hände)	Hände
Schieber	linke Hand	Hände	linke Hand	—	Nase	Nase	rechte Hand

sie sich nach kurzen Bemühungen einem anderen zu. Mitunter manipulierten sie auch an bereits geöffneten Verschlüssen. Einige Tiere konnten sogar mehrere Verschlüsse zur gleichen Zeit lösen. Eine Krabbenwaschbärin (Anna) drückte nach Entfernung des Holzpflockes den Haken mit der Stirn nach oben, zog gleichzeitig mit der rechten Hand den Überwurf auf und betätigte mit der linken Hand den Schieber.

Lernleistungen

Ich habe bereits erwähnt, daß die Versuchstiere die Hindernisse und Verschlüsse zufällig beseitigten. Eine einmal erfolgreich ausprobierte Öffnungsweise prägten sie sich in der Regel schnell ein, wie aus der nahezu unveränderten Wiederholung der Bewegungen in den nachfolgenden Experimenten hervorging. Eine Verhaltensweise wurde selbst dann nicht variiert, wenn die Ausführung „umständlich“ war. So drückte eine Krabbenwaschbärin (Anna) den Haken immer mühsam mit der Stirn aus der Öse, nachdem sie ihn so in ihrem ersten erfolgreichen Versuch geöffnet hatte. Die starre Speicherung einer einmal zum Ziel führenden Handlungsfolge konnte ich auch in den letzten drei Versuchsreihen nachweisen, in denen ich die Öffnungsrichtungen der beiden Schiebetüren veränderte. In der 16. Versuchsreihe bemühten sich alle Tiere, wie bis dahin gewohnt, die Türen weiterhin nach rechts zu schieben. Sie mußten erst lernen, daß die Türen nach beiden Seiten geöffnet werden konnten. In der 18. Versuchsreihe zeigte es sich, daß sich bei der Mehrzahl der Tiere die rechte Öffnungsrichtung, die im Verlauf der Untersuchungen am häufigsten zum Erfolg geführt hatte, auch am stärksten eingepreßt hatte. Bei unverriegelten Türen entschieden sich sechs Tiere zu mehr als 90% für die rechte Seite. Nur ein Waschbär (August) und ein Krabbenwaschbär (Dietke) schoben die Türen zu 65% bzw. 75% nach links.

In Abb. 2 und 3 habe ich dargestellt, in welchem Experiment die Versuchstiere die Beseitigung neu hinzugekommener Hindernisse jeweils erlernt hatten. Bei der Festlegung dieser Angabe bezog ich mich auf das Verhalten der Tiere, die die Manipulationen in diesem und den beiden folgenden Versuchen zielgerichtet ausgeführt haben mußten. Die drei Waschbären benötigten relativ wenige Versuche, um die verschiedenen Türen der Kiste sicher zu öffnen (Versuchsreihe 1–8). Die vier Krabbenwaschbären lernten langsamer.

Das Lösen der Verschlüsse bereitete allen Tieren erwartungsgemäß die größten Schwierigkeiten. Auch hier zeigten die Waschbären, daß sie die Manipulationen ins-

gesamt schneller beherrschen lernten als die Krabbenwaschbären. Besonders problematisch war für alle Tiere das Öffnen des Möbelriegels (Versuchsreihe 12). Bis zu diesem Zeitpunkt waren alle Verschlüsse der Fronttür so montiert worden, daß sie von der rechten Seite aus gelöst werden mußten. Die Tiere konzentrierten daher ihre Manipulationen auch weiterhin auf diese Seite und beachteten die Vorderfront der Kiste nicht. Sie erlernten die Aufgabe erst, nachdem ich Überwurf und Haken wieder entfernt hatte und sie sich allein mit dem Schieber beschäftigen mußten. Eine Krabbenwaschbärin (Dietke) konnte diesen Verschuß trotz zahlreicher Zusatzversuche nicht öffnen. Sie führte daher von der 14. Versuchsreihe an die weiteren Experimente immer bei unverschlossenem Schieber aus. Die Aufgaben der Versuchsreihen 14–18 erlernten beide Arten in relativ kurzer Zeit. Die Krabbenwaschbären benötigten jedoch für das Öffnen des Futterkasten-Deckels wieder mehr Versuche als die Waschbären (Versuchsreihe 15).

Die in Abb. 2 und 3 dargestellten Lernleistungen zeigen, daß die einzelnen Versuchstiere z. T. sehr unterschiedliche Ergebnisse erzielt haben. Die Leistungen der Waschbären variierten insgesamt weniger stark als bei den Krabbenwaschbären, so daß sie in der Mehrzahl der Versuchsreihen die Manipulationen schneller beherrschen lernten. Ob sich hieraus allerdings interspezifische Unterschiede hinsichtlich der Lernfähigkeit beider Arten ableiten lassen, werde ich später noch ausführlicher diskutieren.

Gedächtnisleistungen

In den sieben Pausen, die ich im ersten Versuchsabschnitt in unregelmäßigen Abständen einlegte, bewiesen alle Tiere, daß sie nach 11 bis 48 versuchsfreien Tagen die vorher erlernten Manipulationen noch sicher beherrschten (Abb. 2 und 3). Nur einmal (Pause 6) war die Durchschnittsleistung der Krabbenwaschbären deutlich geringer als die der Waschbären. Die Ursache hierfür war darin zu suchen, daß ein Tier (Dietke) in diesen Wiederholungsversuchen erhebliche Schwierigkeiten hatte, den Deckel des Futterkästchens zu öffnen. Alle anderen Krabbenwaschbären beseitigten die Hindernisse nach den 11 versuchsfreien Tagen ebenso sicher wie die Waschbären.

Die größte Gedächtnisleistung zeigten die Tiere, als sie nach 490 versuchsfreien Tagen erstmals wieder mit der Kiste konfrontiert wurden (Pause 8). An ihrem zielgerichteten Manipulationsverhalten war klar zu erkennen, daß sie alle Verschlüsse und Hindernisse noch sicher beseitigen konnten. Dabei fiel auf, daß sie die einzelnen Handlungen in der gleichen Art und Weise ausführten wie vor der Versuchspause. Bei der Beurteilung dieser Gedächtnisleistung muß berücksichtigt werden, daß sechs Tiere in der Zwischenzeit zwei weitere Versuche auszuführen hatten (LÖHMER 1973). Eine Krabbenwaschbärin (Dietke) hatte nur noch an einem der beiden Versuche teilgenommen. Sie wurde in der Ranzperiode 1972 gedeckt und zog erfolgreich Junge auf.

Kritische Anmerkungen zur Bewertung der Ergebnisse

Der Versuchsraum konnte nicht schalldicht isoliert werden. Dadurch traten immer wieder unerwünschte Störungen durch Außengeräusche auf. Während drei Tiere (Anna, Archi, August) sich kaum ablenken ließen, unterbrachen alle übrigen Tiere bei jedem Geräusch sofort ihre Handlungen. Sie arbeiteten erst nach einer länger andauernden Orientierungsphase weiter. Die unterschiedlichen Reaktionen auf Störungen außerhalb des Raumes erschwerten die einheitliche Auswertung der Ergebnisse.

Neben den akustischen Störungen mußten individuelle Eigenarten der Versuchstiere bei der Beurteilung der Leistungen berücksichtigt werden. Lediglich in den ersten

Abb. 2. Lernleistungen der Waschbären
(Erklärungen im Text)

WASCHBÄREN

Versuche

70

- August
- Archi
- Anke
- Mittelwert

60
50
40
30
20
10
0

Versuchs-
reihen

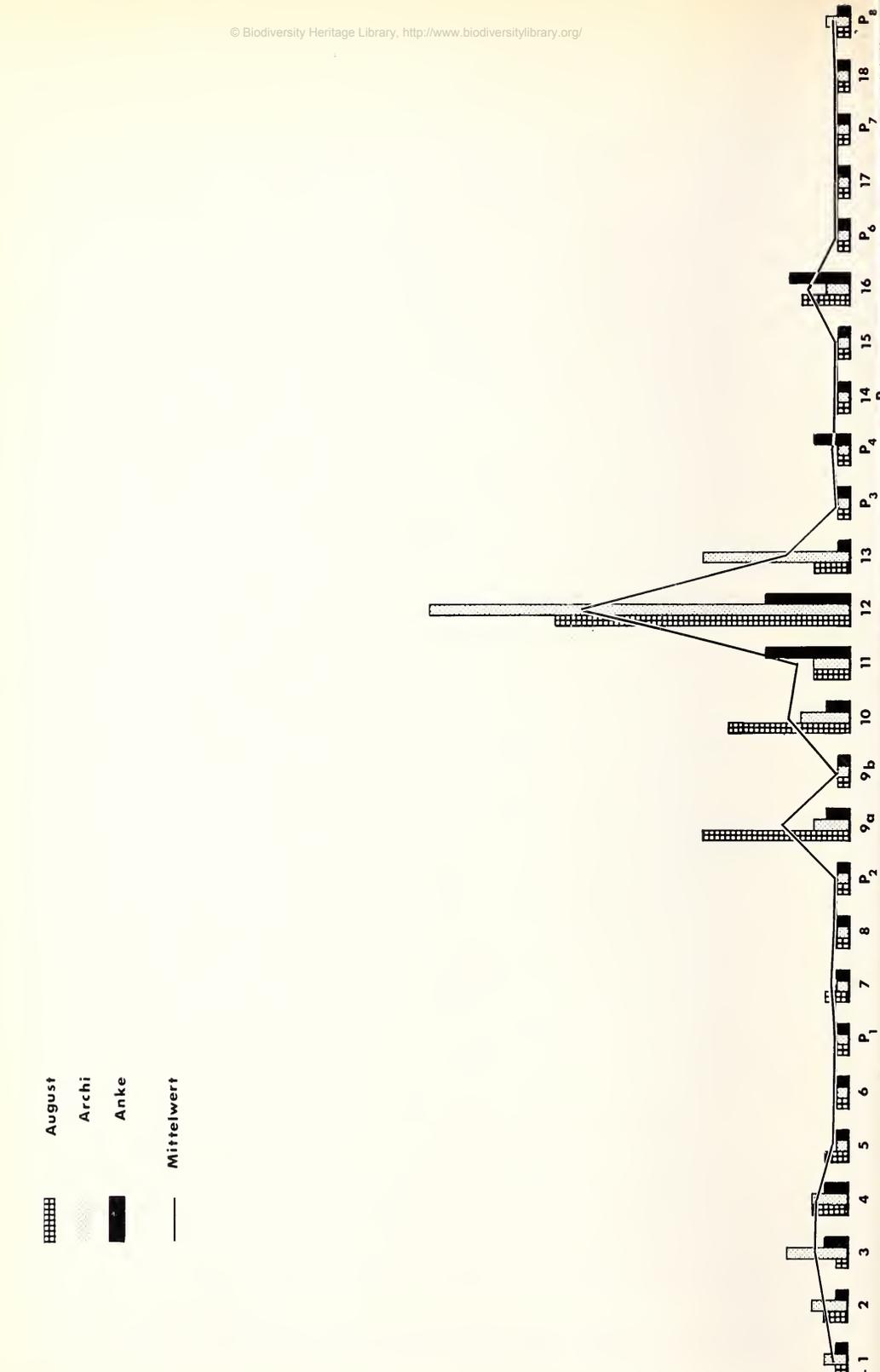
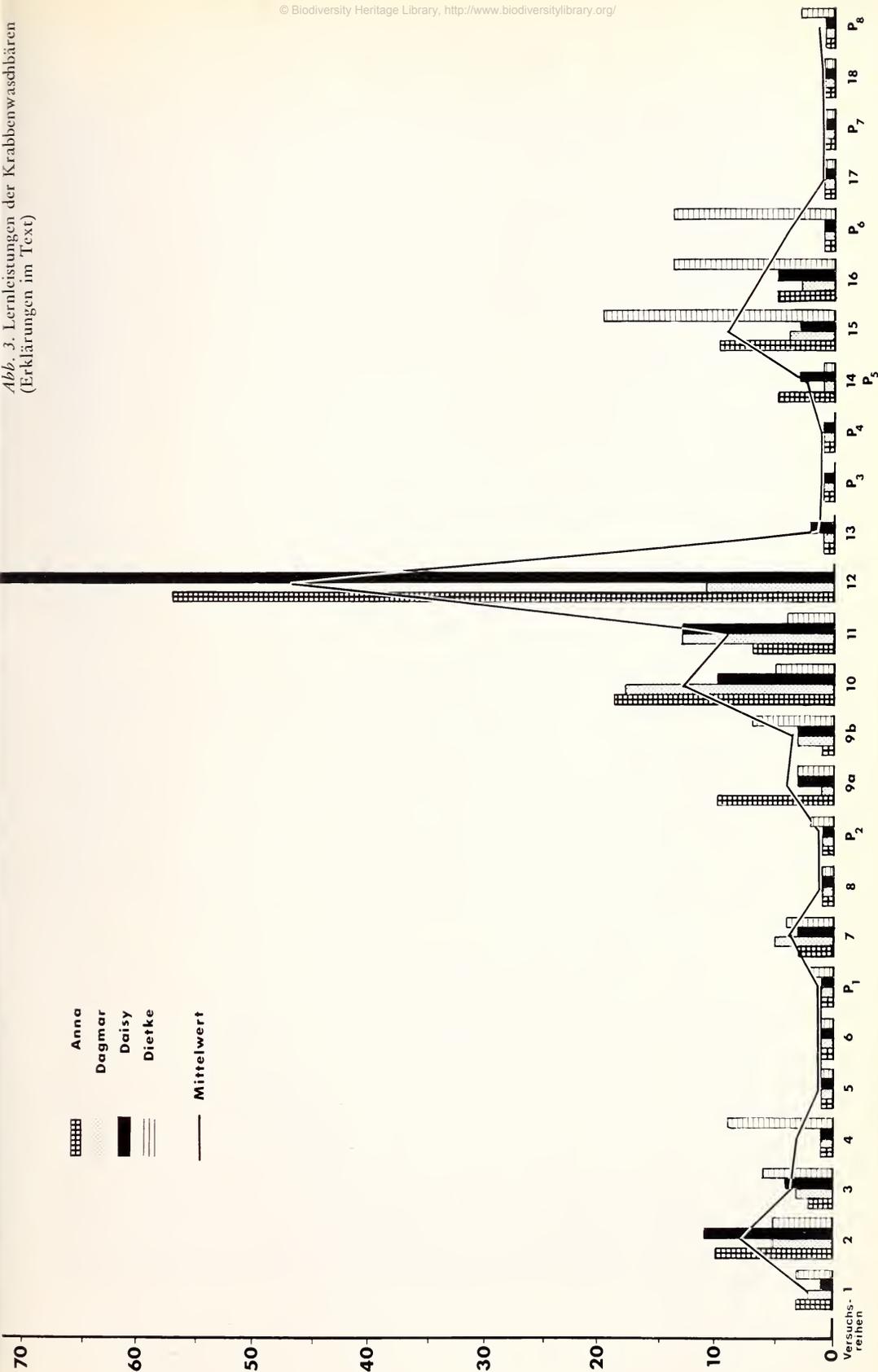


Abb. 3. Lernleistungen der Krabbenwaschbären (Erklärungen im Text)

KRABBENWASCHBÄREN

Versuche



Experimenten eines Versuchstages war eine identische Arbeitswilligkeit bei allen Tieren zu beobachten, da sie annähernd gleich hungrig waren. Sobald aber eine gewisse Futtermenge aufgenommen worden war, ließ die Dressurwilligkeit z. T. beträchtlich nach. Die Tiere arbeiteten langsamer oder aber liefen zwischen den Versuchen im Raum umher. Sie setzten Duftmarken ab, zeigten Komfortverhaltensweisen oder harneten und koteten. Die „Lustlosigkeit“ setzte nicht bei allen Tieren zum gleichen Zeitpunkt ein, da eine erste Sättigung nicht nach derselben Versuchsanzahl und Futtermenge erreicht wurde. Das nachlassende Interesse an der Versuchsdurchführung ging deutlich aus den Zeiten hervor, die für die gesamten Experimente pro Tag benötigt wurden. Im ersten Versuchsabschnitt (50% der Tagesversuche) waren alle Tiere schneller als im zweiten Teil. Nur ein Waschbär (August) machte hier eine Ausnahme. Sein Nahrungstrieb war so stark, daß er für alle Tagesversuche annähernd konstante Zeiten erzielte. Bei zwei Krabbenwaschbären (Daisy, Dietke) war der Leistungsabfall im zweiten Versuchsabschnitt besonders kraß. Die übrigen Tiere benötigten für die Ausführung der zweiten Hälfte der Tagesexperimente etwa doppelt soviel Zeit wie für den ersten Teil.

Die Untersuchungen wurden auch in der Ranzperiode fortgesetzt. In dieser Zeit blieb die Dressurwilligkeit nur bei zwei Krabbenwaschbären (Anna, Daisy) von Paarungsstimmungen unbeeinflusst. Die übrigen Tiere waren zumindest zeitweilig sexuell aktiv. Sie zeigten während der Untersuchungen typische Verhaltensweisen ranziger Tiere (LÖHMER 1973). Bei einer Waschbärin (Anke) war z. B. der Paarungstrieb im Östrus so stark, daß sie in dieser Zeit bereits nach wenigen Experimenten ruhelos im Versuchsraum umherzulaufen begann. Bei ihr wie bei den anderen ranzigen Tieren war die Arbeitswilligkeit auch nicht durch die Reduzierung der Tagesfütterration zu erhöhen.

Die Störungen durch Außengeräusche, den verschieden stark ausgeprägten Nahrungstrieb und die Einflüsse der Ranz mußte ich bei der Beurteilung der Versuchsergebnisse berücksichtigen. Die Tiere reagierten sehr unterschiedlich auf diese Faktoren, so daß klare artspezifische und interspezifische Aussagen erschwert wurden. Nach meinen Beobachtungen beeinträchtigten sie nicht die qualitative Analyse der Manipulationshandlungen. Sie wirkten sich in erster Linie auf die Dressurwilligkeit und damit auch auf die Lernleistungen aus. So lernte eine Krabbenwaschbärin gegen Ende der Untersuchungen aufgrund ihrer sexuellen Aktivität langsamer. Auf ihre nachlassenden Lernleistungen ist vor allem das schlechtere Durchschnittsergebnis der Krabbenwaschbären im letzten Versuchsabschnitt zurückzuführen (Abb. 3).

Diskussion

Die Untersuchungen über die Manipulierfähigkeit von Waschbären der mitteleuropäischen Population und Krabbenwaschbären (Unterart: *Procyon c. cancrivorus*) haben ergeben, daß beide Neuwelt-Kleinbären Verschlüsse und Hindernisse an einer Kiste in erster Linie mit den Vorderextremitäten zu beseitigen versuchen. Erst nach erfolglosem Manipulieren mit den Händen nehmen die Tiere auch die Nase, Stirn oder Zähne zu Hilfe. Der Gesichtssinn spielt bei den Öffnungshandlungen eine untergeordnete Rolle. Diese Beobachtungen stimmen mit Freiland- und Gefangenschaftsuntersuchungen überein, nach denen bei beiden Arten den Vorderextremitäten bei der Ausübung wichtiger Funktionen eine überragende Bedeutung zukommt (GEWALT 1956; LÖHMER 1973; LYALL-WATSON 1963; TEVIS 1947; WHITNEY und UNDERWOOD 1952). Der intensive Gebrauch der Vorderbeine ist durch das ausgeprägte haptische Unterscheidungsvermögen zu erklären, das bei Waschbären experimentell überprüft

worden ist (RENSCH und DÜCKER 1963; THACKERY und MICHELS 1958; THORGERSEN 1958). Die Waschbären erreichen in dieser Beziehung durchaus die Leistungsfähigkeit niederer Primaten, obwohl die volaren Handflächen lediglich die bei Carnivoren üblichen nervösen Endorgane besitzen (RENSCH und DÜCKER 1963; ZOLLMANN und WINKELMANN 1962). Die Erklärung für das gute haptische Unterscheidungsvermögen ist darin zu suchen, daß die Projektionsfelder der Tastsinnesorgane in der Großhirnrinde weit ausgedehnt sind und daß sich die Regionen der einzelnen Finger nicht überlappen (WELKER und SEIDENSTEIN 1959). Meine vergleichenden Beobachtungen an Waschbären und Krabbenwaschbären und die Ergebnisse der vorliegenden Versuche haben weitgehende Übereinstimmungen hinsichtlich der Manipulierfähigkeit beider Arten ergeben. Es ist daher zu vermuten, daß die anatomischen und neurophysiologischen Grundlagen des Tastsinnes bei *P. c. cancrivorus* ähnlich gelagert sind wie bei *P. lotor*.

Alle Versuchstiere beseitigten beim Manipulieren an der Kiste zufällig die einzelnen Hindernisse und Verschlüsse. Sie prägten sich erfolgreich ausprobierte Bewegungen sehr genau ein, so daß sie nach wenigen weiteren Experimenten die Handlungen zielgerichtet ausführen konnten. Bei einer unkritischen Bewertung der Lernleistungen hätten sich zwischen beiden Neuwelt-Kleinbären interspezifische Unterschiede herausstellen lassen. In Durchschnitt kamen nämlich die Waschbären schneller zum Ziel (Abb. 2). Dennoch ist eine eindeutige Aussage über ein geringeres Lernvermögen der Krabbenwaschbären anhand meiner Untersuchungen nicht zulässig. Die wesentliche Ursache für das schnellere Beherrschen der Öffnungshandlungen beruhte bei den Waschbären darauf, daß sie sich intensiver und ausdauernder um die Beseitigung neuer Hindernisse bemühten. Dadurch benötigten sie weniger Experimente, um die Kiste zu öffnen. Ein weiterer Grund für die insgesamt schlechteren Durchschnittsleistungen der Krabbenwaschbären war darin zu suchen, daß die Tiere unterschiedlicher auf Nebenfaktoren wie Außengeräusche und Ranzeinflüsse reagierten, so daß die Ergebnisse stärker variierten als bei den Waschbären. Immerhin erreichte aber in fast allen Versuchsreihen mindestens ein Tier die Leistungen der Waschbären, so daß sich Unterschiede bezüglich des Lernvermögens eigentlich nicht absichern lassen.

Insgesamt bleibt festzustellen, daß sich die von mir untersuchten Waschbären und Krabbenwaschbären hinsichtlich des Manipulations- und Lernverhaltens nicht unterscheiden. Sie besitzen außerdem identische Fähigkeiten, komplizierte Handlungsketten über längere Zeiträume hinweg zu speichern. Aufgrund der nahen Verwandtschaft, der weitgehenden Übereinstimmungen im Verhalten und der Tatsache, daß beide Arten bei annähernd gleicher Körpergröße über ein gleich großes Gehirn verfügen, überraschen diese Ergebnisse nicht. Die Befunde zeigen aber auch, wie wichtig es ist, entsprechende Untersuchungen mit den „großhirnigen“ Krabbenwaschbären (*P. c. nigripes*) durchzuführen, um die offenen Fragen zur Systematik der Gattung *Procyon* Storr, 1780, zu beantworten. Zusätzlich könnten damit weitere Aussagen über die Beziehung von Hirngröße und Leistung gemacht werden (RÖHRS 1959).

Die vorliegenden Untersuchungen lassen sich ohne weiteres mit den Experimenten von COLE (1907), DAVIS (1907), KITZMILLER (1934) und McDUGALL und McDUGALL (1931) vergleichen, die an verschiedenen Apparaturen die Manipulierfähigkeit von Waschbären überprüft haben. Hinsichtlich des Behaltens von Handlungsketten bewiesen meine Tiere sogar eine größere Leistungsfähigkeit als die Waschbären von COLE und DAVIS. Aus dem Vergleich meiner Ergebnisse mit denen von RENSCH und DÜCKER (1968) ergibt sich weiterhin, daß sich der von ihnen untersuchte Wickelbär in bezug auf das Manipulationsverhalten, die Lern-, Versuchs- und Gedächtnisleistungen nicht wesentlich anders verhielt als meine Versuchstiere. Durch die Einbeziehung der Krabbenwaschbären in vergleichbare experimentelle Untersuchungen

wird die Feststellung von RENSCH und DÜCKER (1968) unterstützt, daß die Procyoniden im Erlernen und Behalten von Handlungsfolgen den Rhesusaffen kaum nachstehen und „daß bei allen einfacheren Hirnleistungen die phylogenetische Stufe einer Tierart weniger Bedeutung hat als die Größe, die Neuronenzahl und der Komplexionsgrad des Gehirns“.

Zusammenfassung

Drei Waschbären (*Procyon lotor*; mitteleuropäische Population) und vier Krabbenwaschbären (Unterart: *Procyon c. cancrivorus*) mußten mehrere Verschlüsse und Hindernisse an einer Kiste beseitigen, um an eine Futterbelohnung im Innern zu gelangen. Die Analyse der beobachteten Verhaltensweisen ergab weitgehende Übereinstimmungen zwischen beiden Arten. Hinsichtlich des Lernvermögens wurden zwar unterschiedliche Ergebnisse erzielt, die jedoch nicht eine klare Aussage über eine divergierende Leistungsfähigkeit zulassen. Beide Procyoniden zeigten beachtliche Fähigkeiten, komplizierte Handlungsketten über längere Zeiträume hinweg zu speichern. Alle Tiere führten nach einer Versuchspause von 490 Tagen alle vorher erlernten Manipulationen noch sicher aus.

Summary

Comparative investigations of the manipulating behaviour and the learning ability in the raccoon (Procyon lotor) and the crab-eating raccoon (Procyon cancrivorus cancrivorus)

In a comparative behavioural study three raccoons (*Procyon lotor*; Middle European population) and four crab-eating raccoons (Subspecies *Procyon cancrivorus cancrivorus*) had to undo several fastenings and to remove obstacles before opening a box in which they found a food reward. The analysis of the manipulating behaviour showed much similarities in both species. Although the learning ability seemed to be slightly different the differences could not be clearly objectivated. Both Procyonids showed a considerable memory for complicated manual performances. After an interval of 490 days without experiments all animals were able to open the fastenings and to remove the obstacles as before without delay.

Danksagung

Herrn Prof. Dr. M. RÖHRS danke ich für die Überlassung des Themas und für ständige Unterstützung.

Literatur

- COLE, L. W. (1907): Concerning the intelligence of raccoons. *J. comp. Neurol. Psychol.* **17**, 211—262.
- DAVIS, H. B. (1907): The raccoon: a study in animal intelligence. *Am. J. Psychol.* **18**, 447 to 489.
- GEWALT, W. (1956): Über das „Waschen“ von *Procyon lotor*. *Z. Säugetierkunde* **21**, 149 bis 155.
- KITZMILLER, A. B. (1934): Memory of raccoons. *Am. J. Psychol.* **46**, 511—512.
- KLATT, B. (1928): Vergleichende Untersuchungen an Caniden und Procyoniden. *Zool. Jahrb.* **45**, 217—292.
- LÖHMER, R. (1973): Vergleichende ethologische und sinnesphysiologische Untersuchungen an Waschbären und Krabbenwaschbären. Diss. TU Hannover.
- LYALL-WATSON, M. (1963): A critical re-examination of food “washing” behaviour in the raccoon (*Procyon lotor*). *Proc. Zool. Soc. London* **141**, 371—393.
- MCDUGALL, K. D.; MCDUGALL, W. (1931): Insight and foresight in various animals—monkey, raccoon, rat and wasp. *J. comp. Psychol.* **11**, 237—273.
- RENSCH, B.; DÜCKER, G. (1963): Haptisches Lern- und Unterscheidungsvermögen bei einem Waschbären. *Z. Tierpsychologie* **20**, 608—615.
- (1968): Manipulierungsfähigkeit eines Wickelbären bei längeren Handlungsketten. *Z. Tierpsychologie* **26**, 104—112.
- RÖHRS, M. (1959): Neue Ergebnisse und Probleme der Allometrieforschung. *Z. Wiss. Zool.* **162**, 1—95.

- TEVIS, L. (1947): Summer activity of California raccoons. *J. Mamm.* **28**, 323—332.
- THACKERY, R. I.; MICHELS, K. M. (1958): Externally aroused drives in the raccoon. *Anim. Behaviour* **6**, 160—163.
- THORGERSEN, H. L. (1958): Studies of tactual discrimination by raccoons. *Diss. Absts.* **18**, 2203—2204.
- WELKER, W. J.; SEIDENSTEIN, S. (1959): Somatic sensory representation in the cerebral cortex of the raccoon (*Procyon lotor*). *J. comp. Neurol.* **111**, 469—501.
- WHITNEY, L. F.; UNDERWOOD, A. B. (1952): The raccoon. *Pract. Science Publ. Comp., Orange, Conn.*
- ZOLLMANN, P. E.; WINKELMANN, R. K. (1962): The sensory innervation of the common North American raccoon (*Procyon lotor*). *J. comp. Neurol.* **119**, 149—157.

Anschrift des Verfassers: Dr. REINHARD LÖHMER, Institut für Zoologie der Tierärztlichen Hochschule Hannover, D — 3000 Hannover, Bischofsholer Damm 15

Der Einfluß des Harns brünstiger Kühe auf die Geschlechtslust von Stieren

Von H. H. SAMBRAUS und G. H. WARING

Aus der Abteilung für Andrologie und Künstliche Besamung der Gynäkologischen und Ambulatorischen Tierklinik der Universität München — Leiter: Prof. Dr. W. Leidl

Eingang des Ms. 8. 10. 1973

Einleitung

Männliche Säugetiere sind fähig, brünstige von nichtbrünstigen ♀♀ zu unterscheiden. Bei mehreren Arten wurde nachgewiesen, daß die Differenzierung auf olfaktorischem Wege geschieht. Der spezifische Brunstgeruch wird auf unterschiedliche Weise ausgeschieden. Festgestellt wurde er im Vaginalschleim (KELLER 1937; GRUNDL 1956), Harn (BEACH und GILMORE 1949; LE MAGNEN 1952; CARR und CAUL 1962), Kot (DONOVAN 1967) sowie im Hautdrüsensekret (KELLEY 1937). Dem Ausscheidungsmodus entsprechen charakteristische Verhaltensweisen im Sexualbereich der einzelnen Tierarten, von denen man annimmt, daß sie der Brunsterkennung dienen. In erster Linie werden die Harn- (MCHUGH 1958; SCHLOETH 1961; SAMBRAUS 1969a) und Genitalkontrolle genannt (z. B. KERRUISH 1955; ZEEB 1958; WOHANKA 1962; ALBL 1966; SAMBRAUS 1969b; HÜNERMUND 1969), es kommen aber auch Haut- (GOERTTLER 1945; SAMBRAUS 1973a) und Kotberiechen (SAMBRAUS 1973a) bei einzelnen Spezies vor.

Das Verhalten freilebender Tiere macht es wahrscheinlich, daß bestimmte Gerüche ermittelt werden. Ein zwingender Nachweis kann mit der Beobachtung allein jedoch nicht getroffen werden. Denkbar wäre auch, daß Schwankungen der Körpertemperatur oder die Reaktion des ♀ auf die Annäherung des ♂ geprüft werden (MEISCHNER 1963).

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1974

Band/Volume: [40](#)

Autor(en)/Author(s): Löhmer Reinhard

Artikel/Article: [Vergleichende Untersuchungen über die Manipulierungsfähigkeiten von Waschbären \(*Procyon lotor*\) und Krabbenwaschbären \(*Procyon cancrivorus cancrivorus*\) 36-49](#)