

6 Diskussion

6.1 Methodendiskussion

6.1.1 Konzeption

In der vorliegenden Untersuchung wurden die Käfigraumausnutzung und die räumliche Verteilung von Verhalten und Objekten bei Laborratten in der üblichen Standardhaltung und in davon abgeleiteten Haltungskäfigen untersucht. Die Konzeption dieser Untersuchung, die derzeit übliche Haltung kontrolliert zu erweitern, stellt nach BÜTTNER & MILTZER (1995) eine geeignete experimentelle Vorgehensweise dar.

Zu untersuchen, wie die Tiere in der gegebenen Haltungssituation „zurecht kommen“, indem man feststellt, wie sie den ihnen zur Verfügung stehenden Raum nutzen und wie sie den Käfigraum hinterlassen, entspricht den Empfehlungen von WHITE (1990) bzw. von WALLACE (1983). WHITE et al. (1989) vermuten sogar, daß eine sorgfältige Untersuchung, wie der Käfigraum von den Tieren genutzt wird, der einzige Weg sein könnte, Standards für die Labortierhaltung zu entwickeln. Und WALLACE (1983) weist darauf hin, daß man Aufschluß über das Wohlergehen eines Tieres und über dessen Bemühungen, den Käfig an seine Bedürfnisse anzupassen, erhält, wenn man den benutzten Käfig vor dem Säubern betrachtet.

6.1.2 Untersuchungsmethoden

Bei der vorliegenden Arbeit wurden Untersuchungsmethoden gewählt, die nichtinvasiv sind und die Tiere nicht belasten. So wurden Verhaltensuntersuchungen anhand von Videoaufnahmen gemacht sowie die von den Tieren benutzten Käfige vor dem Säubern beurteilt. Hierbei wurden die Tiere nicht in ihrem Verhalten gestört oder beeinflusst.

Durch ein „Streichelprogramm“ wurden die Tiere gezielt handzahn gemacht, um ihnen Angst und Streß bei der täglichen Routine, beim Umsetzen, Wiegen sowie bei den Vorbereitungen zur Videoaufnahme (Scheren, Markieren) zu ersparen. Dies geschah sowohl aus Tierschutz- als auch aus methodischen Gründen, da das untersuchte Verhalten der Tiere nicht durch Angsterlebnisse und Streßreaktionen beeinflusst werden sollte. Außerdem war so eine optimale Gesundheitskontrolle möglich, weil jedes Tier täglich in die Hand genommen und wöchentlich gewogen wurde.

Dieses regelmäßige „handling“ und „gentling“ entspricht der Forderung von STAUFFACHER & WÜRBEL (1992) sowie den Empfehlungen des Europarates in der „Entschließung zur Unterbringung und Pflege von Versuchstieren“ (COUNCIL OF EUROPE, 1997). Auch in Anhang II der EG-Richtlinie (Richtlinie des Rates, 1986) wird die Wichtigkeit des Vertrauens zum Menschen betont. Es werden häufige Kontakte mit den Tieren empfohlen, damit sich ein Vertrauensverhältnis zwischen den Labortieren und ihrem Betreuer entwickeln kann. „Das Personal soll liebevoll, sanft“ mit den Tieren umgehen.

Bei der Planung der Versuchsanordnung wurde besonderer Wert darauf gelegt, alle möglichen Variablen in der Umwelt der Tiere - über die üblichen Haltungsstandards hinaus - während Haltung und Untersuchung möglichst gleichzuhalten. Beispielsweise wird in der Standardhaltung meist die Käfigfläche nicht gleichmäßig beleuchtet, sondern es gibt einen nicht standardisierten Lichtgradienten. Dieser Lichtgradient ist zum einen abhängig vom Füllungsgrad der Futterraufe, zum anderen von der Position des Käfigs im Raum oder Käfigregal. Große Unterschiede der Lichtintensität treten nicht nur innerhalb eines Käfigs auf, sondern auch zwischen den verschiedenen Käfigen. Die enormen Unterschiede der Lichtintensität zwischen den Käfigen, die unterschiedlich hoch im Tierregal und an unterschiedlichen Stellen im Raum stehen, zeigt eine Beispielmessung von WEIß et al. (1996) bei der empfohlenen Arbeitsplatzbeleuchtung im Tierraum von 300-450 lx in 1 m Höhe. Die Lichtintensität betrug je nach Höhe im Regal im Käfig 3 bis 250 lx und mehr. Auch REME (1986) stellte fest, daß die Unterschiede der Lichtintensität in den Käfigen je nach Höhe im Regal mehrere hundert Lux betragen können.

In der vorliegenden Untersuchung reichte es daher nicht aus, die Käfige in ein übliches Regal zu stellen und die tägliche Raumbelichtung konstant zu halten, weil dann die Käfige unterschiedlich - je nach Höhe im Regal - von den Deckenlampen beleuchtet worden wären und es auch innerhalb jedes Käfigs einen unterschiedlichen Lichtgradienten gegeben hätte. Auf der Seite des Käfigs, die im Regal nach hinten in Richtung Wand zeigt, wäre die Lichtintensität geringer gewesen. Daher wurde durch die Anordnung im Tierraum dafür gesorgt, daß alle Käfige den gleichen Bedingungen (Beleuchtung, Position im Raum usw.) ausgesetzt waren und eine möglichst gleichmäßige Beleuchtung innerhalb jedes Käfigs gewährleistet war.

Durch diese Konzeption konnte untersucht werden, welchen Einfluß die Käfige selbst auf das Verhalten der Ratten hatten. So war ein Vergleich zwischen den verschiedenen Käfigtypen überhaupt nur möglich.

Allerdings ist zu vermuten, daß den Tieren damit Gradienten und Strukturen fehlten, die ansonsten für die Wahl der Aufenthaltsorte und für die räumliche Organisation des Verhaltens bestimmend gewesen wären und die in der Standardhaltung manchmal, jedoch nicht standardisiert vorhanden sind.

Die Variabilität bei Versuchsergebnissen kann zum einen umwelt-, zum anderen genetisch bedingt sein. In dieser Untersuchung wurde die Umweltvariabilität nicht nur durch die Gleichhaltung der aktuellen Haltungsbedingungen und Behandlung minimiert, sondern auch durch das Verwenden von Tieren gleicher Herkunft, also aus den gleichen Aufzuchtbedingungen. Die genetische Variabilität konnte durch die genetisch balancierte Zusammenstellung der Versuchsgruppen durch Verteilung von Geschwistertieren auf die verschiedenen Käfigtypen verringert werden (RAPP & DEERBERG, 1987). Außerdem wurde

so vermieden, daß der Wurfefekt (DIETZEL, 1994) die zu untersuchenden Effekte durch die Käfigtypen überlagerte. Der Wurfefekt, der eine Ähnlichkeit zwischen den Tieren desselben Wurfs bewirkt, kann nicht nur genetisch, sondern auch durch Einflüsse vor dem Absetzen bedingt sein.

Die große Übereinstimmung der Mittelwerte der Körpergewichte am Versuchsbeginn zeigte, daß die Verteilung der Tiere auf die verschiedenen Käfigtypen - zumindest in bezug auf diesen Parameter- ausgewogen war.

Da bei jedem Versuchsdurchgang immer alle sechs verschiedenen Käfigtypen gleichzeitig untersucht wurden, wirkten sich Störungen auch gleichermaßen auf alle Tiergruppen aus. Vom Nematodenbefall beim ersten Durchgang beispielsweise waren alle Käfigtypen betroffen. Daher wurde die Aussagekraft der Ergebnisse durch diese Störungen nicht beeinträchtigt.

6.1.3 Tiere

Die Untersuchung wurde an Wistar-Ratten durchgeführt, da sie dem Stamm angehören, der in der biomedizinischen Forschung mit am häufigsten verwendet wird.

Die Untersuchung beschränkte sich auf nur ein Geschlecht, da sonst der Umfang der Arbeit zu groß gewesen wäre. Es wurden weibliche Tiere gewählt, weil eine Haltung von drei Männchen in Käfigen der Größe III aufgrund der zu erwartenden Gewichtsentwicklung nicht den Vorgaben der EG-Richtlinie (Anhang II, Richtlinie des Rates, 1986) entsprochen hätte.

Die Haltung und Untersuchung erfolgte in sozialen Gruppen. Im Vergleich zu Zweiergruppen hat die Haltung von drei Tieren in einem Käfig den Vorteil, daß sich eine Spielgruppe bilden kann und daß Unterschiede zwischen den Individuen in einem Käfig besser erkannt und eingeordnet werden können. Eine Haltung in noch größeren Gruppen war nicht möglich, weil laut EG-Richtlinie (Anhang II, Richtlinie des Rates, 1986) in Käfigen der Größe III vier Tiere höchstens bis zu einem Körpergewicht von 300 g gehalten werden dürfen. Es konnte nicht ausgeschlossen werden, daß die Ratten dieses Gewicht noch während der Versuchszeit erreichten. Da die Gruppen in allen Käfigtypen gleichgroß sein sollten, war der kleinste Käfig für die Gruppengröße limitierend.

Üblicherweise werden Ratten mit 21 Tagen abgesetzt und sind mit 4 bis 5 Monaten ausgewachsen (WEIß et al., 1996). Mit der Auswahl des Versuchszeitraums von der 4. bis 21. Lebenswoche konnte somit die Entwicklung der Tiere bis zum Erwachsenenalter verfolgt werden.

Es wurden drei gleiche Versuchsdurchgänge durchgeführt, um bei Auftreten von Unterschieden zwischen den Käfigtypen erkennen zu können, ob diese tatsächlich vorhanden oder nur zufällig waren. So erhielt man Ergebnisse von jeweils drei unabhängigen Ver-

suchsgruppen unter jeweils gleichen Bedingungen. Von tatsächlichen Unterschieden zwischen den Käfigtypen wurde erwartet, daß sie in allen drei Versuchsdurchgängen auftraten.

6.1.4 Käfige

In dieser Arbeit sollte die Haltung in Standardkäfigen bzw. daran orientierten Käfigmodifikationen untersucht werden, um Aussagen über die üblichen Haltungsformen treffen zu können. Aus methodischen Gründen war jedoch eine Abänderung der Standardkäfige unumgänglich, da sonst das Analysesystem DOTFINDER nicht hätte eingesetzt werden können. So wurden alle Käfige statt des Metallgitterdeckels mit einem durchsichtigen Plastikdeckel hinter der Futterraufe versehen. Anders als im Standardkäfig war es den Tieren daher hier nicht möglich, am Käfigdeckel zu klettern. Die Tiere hatten also nur die Möglichkeit, durch Aufrichten oder Springen die dritte Dimension des Raums zu nutzen.

ERNST (1994) stellte bei ihren Verhaltensuntersuchungen bei weiblichen Ratten in unterschiedlich großen Käfigen fest, daß Klettern am Käfigdeckel und Kletterversuche hauptsächlich im Alter von 4-5 Wochen vorkamen und kaum im Alter von 7-8 Wochen oder 4 Monaten.

Da in der vorliegenden Untersuchung erst die Altersstufe ab der 9. Lebenswoche berücksichtigt wurde, ist zu vermuten, daß die Verhaltensweise Klettern auch bei einem Gitterdeckel nur einen geringen Anteil am Verhaltensbudget gehabt hätte.

Die Futtermenge wird in der Standardhaltung in der Regel nicht konstant gehalten. Je mehr Futter die Raufe enthält, desto dunkler wird es im darunterliegenden Käfigbereich. In der Standardhaltung ist also zwischen Raufe und restlichem Käfig, je nach Futtermenge, ein nicht standardisierter Lichtgradient vorhanden.

In dieser Untersuchung wurde dieser Lichtgradient möglichst gering gehalten, indem nur eine kleine, aber ausreichende Menge an Futter gegeben und eine kleine Trinkflasche verwendet wurde. So war auch überhaupt erst eine Sicht unter die Raufe und eine Beurteilung des Verhaltens dort möglich.

ERNST (1994) und PFEUFFER (1996) differenzierten das Verhalten unter der Raufe gar nicht und bezeichneten den Aufenthalt in diesem Käfigbereich als „Nestverhalten“ bzw. „Nest“.

SIBILLER (1995) umging bei ihren Untersuchungen an Mäusen das Problem der mangelnden Sicht unter die Raufe, indem sie die Videoaufnahmen nicht von oben, sondern von der Seite des Käfigs machte. Diese seitliche Perspektive hat allerdings auch Nachteile, da die Übersichtlichkeit fehlt und die Gefahr besteht, daß sich die Tiere gegenseitig verdecken.

Da in der vorliegenden Arbeit die räumliche Verteilung der Tiere auf der Käfigfläche untersucht wurde, war die Anbringung der Videokamera genau senkrecht über dem Käfig zwingend erforderlich.

Käfiggrößen

Die Konstruktion der Sonderanfertigung des Käfigs der Größe V orientierte sich an den Standardkäfigen. Der Käfig Typ V war daher genauso hoch und hatte das gleiche Verhältnis von Länge zu Breite wie die anderen Käfige Typ III und IV. Das Flächenverhältnis vom Typ III zum Typ IV entsprach dem vom Typ IV zum Typ V.

Aus technischen Gründen mußte bei der Sonderanfertigung des Typ V die Futterraufe des Standarddeckels des Typ IV verwendet werden. Daher war der Anteil, den der Raufenbereich an der Fläche hatte, nicht in allen Käfigtypen gleich. Beim Typ III und IV machte der Bereich unter der Raufe 40 %, beim Typ V 25 % der gesamten Käfigfläche aus. Auf beiden Seiten neben der Raufe war beim Typ V ein 7 cm breiter Streifen (siehe auch Abbildung 4.5), der vom Plastikdeckel überdeckt wurde. Diese beiden „Nischen“ neben der Raufe wurden in dieser Arbeit zum Raufenbereich dazugezählt.

Trennwand

Käfige der drei Größen wurden mit einer Trennwand versehen, um zu untersuchen, ob diese einfache Raumstruktur Auswirkungen auf die Verteilung des Verhaltens hat. Diese Form der Strukturierung entspricht der Empfehlung des Internationalen Workshops von Berlin 1993 (O' DONOGHUE, 1994), durch Anreicherung Aktivitäten im Käfigzentrum zu fördern, da Ratten sonst diesen Bereich eher meiden. Außerdem soll den Tieren die Möglichkeit gegeben werden, sich visuell vor ihren Artgenossen hinter Barrieren zurückziehen zu können.

Um die Funktion eines Sichtschutzes zu erfüllen, wurden in dieser Arbeit Trennwände aus undurchsichtigem Kunststoff verwendet.

Damit keine Sackgassen entstanden, reichten die Trennwände nicht bis zur hinteren Käfigwand. Der Käfigraum wurde daher mit Absicht nicht durch die Trennwand in zwei kleine Räume unterteilt, sondern der gesamte Raum wurde mit einer zusätzlichen Wand versehen.

Einteilung der Felder

Zur Auswertung mußte die Käfigfläche in Felder unterteilt werden. Die gewählte Felder aufteilung erfüllte zwar mehrere Anforderungen (Kapitel 4.6.1), hatte aber auch Nachteile: Die absolute Größe der Felder unterschied sich bei den unterschiedlichen Käfiggrößen. Bei den Käfiggrößen III und IV befand sich die Trennwand nicht auf einer Feldergrenze, sondern unterteilte die Mittelfelder in zwei Hälften.

Die Wahrscheinlichkeit für die Verteilung der „Dots“ war nicht für alle Felder gleich. Daß der „Dot“ eines Tieres auf ein Rand-, Eck- oder Trennwandfeld fiel, war weniger wahrscheinlich, als daß ein „Dot“ auf ein Feld ohne angrenzende Wand fiel. Die Ergebnisse zeigten jedoch, daß die Ecken deutlich als Aufenthaltsorte und für die meisten Verhaltensweisen präferiert wurden. Die Aussagekraft dieser Ergebnisse wird durch diesen Fehler also nicht beeinträchtigt, sondern im Gegenteil eher unterstützt.

In den Käfigen der Größe III war es möglich, daß der „Dot“ eines Tieres, das in einer Ecke lag, in einem Nachbarfeld registriert wurde. Die Ursache dafür ist die im Vergleich zur Körpergröße der Tiere relativ kleine Felderfläche.

Im Käfig Typ III+ war es außerdem aus Platzgründen sehr unwahrscheinlich, daß auf den Feldern mit Trennwand z.B. „Dots“ gefunden wurden. Auch eine Ratte, die direkt neben der Trennwand saß, besetzte durch ihre Körpergröße gleichzeitig auch einen Teil des benachbarten Feldes, also eines Randfeldes, und ihr „Dot“ wurde dabei eventuell hier registriert (Abbildung 6.1).

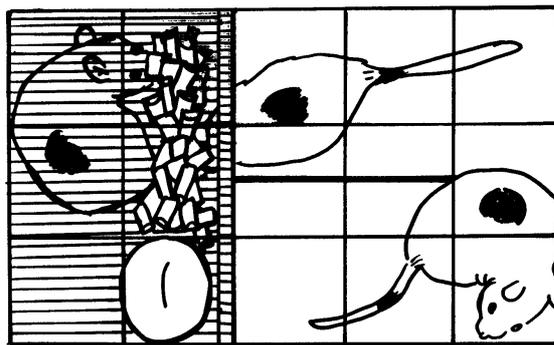


Abbildung 6.1 Größenverhältnisse im Käfigtyp III+

6.1.5 Videoaufnahmen

Es wurden immer zwei Videoaufnahmen in derselben Aufnahmenacht gemacht: eine Aufnahme im 8-fachen Zeitraffungsmodus kontinuierlich über die gesamten 12 Stunden der Dunkelphase und gleichzeitig Aufnahmen im Normalgeschwindigkeitsmodus über mehrere 15-Minuten-Zeitabschnitte.

Die Zeitraffungs-Videoaufnahmen erlauben eine Beurteilung der gesamten Dunkelphase, sind jedoch für eine genaue Analyse des Verhaltens nicht geeignet. Ratten zeigen z.T. sehr schnelle Bewegungen und Verhaltensabfolgen. So erfordert es bereits viel Übung, ihr Verhalten in Echtzeit zu registrieren. Eine kontinuierliche Verhaltensregistrierung vom Zeitraffervideo wäre daher zu ungenau gewesen, kurze und schnelle Verhaltensweisen wären übersehen worden. Daher erfolgte die Verhaltensregistrierung anhand von Videoaufnahmen in Echtzeit.

Detaillierte Verhaltensbeobachtungen erfolgen üblicherweise an ausgewählten Zeitabschnitten (ERNST, 1994; SIBILLER, 1995; PFEUFFER, 1996). Der Beobachtungszeitraum muß so gewählt werden, daß er für das Verhalten repräsentativ ist. Er muß lang genug sein, um eine adäquate Abschätzung der Verteilung der Dauer der Verhaltensweisen zu ermöglichen (ALTMANN, 1973). In dieser Untersuchung wurde ein Beobachtungszeitraum von 15 Minuten der Dunkelphase gewählt, weil diese Zeitspanne im Verhältnis zur Dauer

der Verhaltensweisen lang genug ist, so daß man bei den Ratten in dieser Zeit verschiedene Verhaltensweisen wiederholt beobachten kann.

Die Methode der Fokustierbeobachtung („focal animal sampling“) und die des kontinuierlichen Aufzeichnens („continuous recording“) wurden gewählt, weil sie die genauesten sind, da so jedes Auftreten eines Verhaltens und seine echte Dauer erfaßt werden (MARTIN & BATESON, 1986).

Mit dem Beobachtungszeitraum von einer Viertelstunde wurde nur ein kleiner Teil (2%) der Dunkelphase berücksichtigt. Daher stellt sich die Frage, ob solch ein kurzer Zeitausschnitt repräsentativ für die gesamte Dunkelphase ist. Kann man, wenn man das Verhaltensbudget in einem Zeitraum von z.B. 15 Minuten bestimmt, überhaupt Aussagen über das Budget in den 720 Minuten der Dunkelphase treffen?

Die Ergebnisse der Budgetanalysen wurden daher nur sehr vorsichtig interpretiert. Unterschiede zwischen den Käfigtypen wurden nur beschrieben, wenn sie durch die Varianzanalyse als „deutlich“ bestätigt wurden (Kapitel 4.6.2) und möglichst auch den Ergebnissen anderer Untersuchungen (anderer Autoren) entsprachen.

Im Vordergrund dieser Arbeit stand jedoch nicht die Budgetanalyse, sondern die räumliche Verteilung des Verhaltens, d.h. es kam auf die Lokalisation der Verhaltenstypen an, unabhängig davon, wie häufig und lange sie vorkamen.

Um die Lokalisation der Verhaltenstypen untersuchen zu können, war es nötig, die Tiere in ihrer Aktivitätsphase auf Video aufzunehmen, wo sie möglichst viele verschiedene Verhaltensweisen zeigten.

Laborratten haben einen polyphasischen Aktivitätsverlauf mit einem ausgeprägten Tag-Nacht-Rhythmus (ERNST, 1994; PFEUFFER, 1996). Die Aktivitätsgipfel sind hauptsächlich am Beginn und am Ende der Dunkelphase lokalisiert. Dieser Aktivitätsverlauf kann sich von Nacht zu Nacht verschieben (PFEUFFER, 1996).

In der vorliegenden Untersuchung wurde durch große Pünktlichkeit in der täglichen Routine dafür gesorgt, daß dieser Rhythmus nicht noch zusätzlich durch äußere Einflüsse verschoben wurde.

In Voruntersuchungen wurde beim ersten und zweiten Versuchsdurchlauf die individuelle Aktivitätskurve von jeder Tiergruppe in einer Nacht bestimmt. Entsprechend wurden die offensichtlich geeigneten Zeitabschnitte für die Videaufnahmen (im Normalgeschwindigkeitsmodus) ausgewählt. Weil die Aktivitätsverläufe nicht in jeder Nacht identisch waren, bestand bei dem kleinen „Zeitfenster“ von 15 Minuten jedoch die Gefahr, eine Phase zu „treffen“, in der die Ratten schliefen. Solch ein Aufnahmeausschnitt ist ungeeignet zur Analyse der räumlichen Verhaltensverteilung. Daher wurden zur Sicherheit mehrere Viertelstundenabschnitte über die Dunkelphase verteilt aufgenommen und die „aktivste Viertel-

stunde“ (in der die Tiere am wenigsten „ruhten“, siehe Kapitel 4.6.1) zur Auswertung ausgewählt. So war es manchmal nötig, Aufnahmeabschnitte von unterschiedlichen Uhrzeiten auszuwerten. Diese Vorgehensweise war unumgänglich, da es von wesentlich größerem Nachteil gewesen wäre, hätte man manche Aufnahmen wegen der Inaktivität der Tiere überhaupt nicht auswerten können. Pro Käfigtyp, Altersstufe und Versuchsdurchgang gab es nur drei Aufnahmeächte, so daß der methodische Fehler beim „Wegfall“ von Aufnahmen zu groß gewesen wäre.

6.1.6 Einsatz des Analysesystems DOTFINDER

Der DOTFINDER war zu Beginn dieser Arbeit noch unausgereift, noch nicht praxiserprobt und wies noch viele Fehler der Soft- und Hardware auf, die erst noch vom Hersteller korrigiert werden mußten.

Bei der Untersuchung mehrerer Tiere bzw. bei Tieren mit Markierung ergeben sich einige Fehlermöglichkeiten (Kapitel 4.6.1). Daher erscheint dieses Analysesystem als hauptsächlich geeignet zur Untersuchung von Einzeltieren, die nicht gekennzeichnet werden müssen. Wird beispielsweise eine schwarze Maus auf weißem Grund untersucht, wird sie auch vom DOTFINDER gefunden, wenn sie sich aufrichtet oder putzt. Dann kann die DOTFINDER-Software, abgesehen von den Aufenthaltsorten, auch weitere Parameter bestimmen. Bei zwei schwarzen Mäusen entstehen dagegen wieder Fehler, z.B. wenn die Mäuse Körperkontakt haben, denn dann werden sie als ein „Dot“ erkannt.

Eine individuelle Unterscheidung der Tiere ist mit dem DOTFINDER nicht möglich. Die Firma Jander Videometric Products (Weiterstadt) bietet daher auch einen Farb-DOTFINDER an, der bei einer entsprechenden Kennzeichnung der Tiere mit unterschiedlichen Farben eine individuelle Unterscheidung erlaubt. In der vorliegenden Untersuchung war der Einsatz von Farben aber nicht möglich, da Ratten nachtaktiv sind und die Videoaufnahmen bei schwacher Rotlichtbeleuchtung gemacht werden mußten.

Bei der Untersuchung von mehr als einem Tier mit dem DOTFINDER ist die Arbeitersparnis also mit Ungenauigkeit verbunden. Will man die Fehler korrigieren, ist das sehr arbeitsaufwendig.

In dieser Untersuchung wurde der DOTFINDER zur Bestimmung der Aufenthaltsorte der drei Tiere ohne eine individuelle Unterscheidung über die gesamte Dunkelphase verwendet. Alle Fehler, die länger als 60 Sekunden andauerten, wurden „per Hand“ korrigiert. War ein „Dot“ für weniger als 60 Sekunden unsichtbar, z. B. weil sich das Tier aufrichtete, wurde dieser Fehler nicht korrigiert. Um diese Korrekturmöglichkeit zu haben, mußte die Analyse mit dem DOTFINDER anhand von Videobändern stattfinden. Bei der Verwendung von Videobändern, die im Zeitraffungsmodus aufgenommen wurden, können allerdings Fehler auftreten, weil das Videosignal falsch erkannt wird. So wurden am oberen Bildrand außerhalb des Käfigbereiches manchmal „Dots“ registriert, ohne daß hier Tiere hätten sein kön-

nen. Diese „falschen Dots“ machten nur einen sehr kleinen Teil (durchschnittlich 0,1 %) der Gesamtzahl an „Dots“ aus. Dieser Fehler wurde berücksichtigt, indem bei allen Aufnahmen mit solchen „falschen Dots“ die gesamte Zahl an „Dots“ um deren Zahl erniedrigt wurde. Anschließend wurde mit dieser verminderten „Gesamtdotzahl“ weitergerechnet.

Der DOTFINDER war so eingestellt, daß er bei jeder Videoaufnahme 10800 Mal die Aufenthaltsorte der drei Tiere bestimmte, also alle 4 Sekunden über 12 Stunden. Diese Aufzeichnungsart kann man nach MARTIN & BATESON (1986) als „instantaneous sampling“ und die Beobachtungsmethode als „scan sampling“ bezeichnen. Was in den jeweils 4 Sekunden in der Zwischenzeit passierte, wurde dabei nicht berücksichtigt.

Die Verwendung des DOTFINDERs machte eine gute, kontrastreiche Markierung der Tiere notwendig. Daher wurde den weißen Ratten ein schwarzer „Dot“ auf den Rücken gemalt. Ob diese Markierung das Verhalten der Tiere beeinflußt, ist nicht geklärt. In der vorliegenden Untersuchung wurden alle Tiere gleich behandelt, so daß sich diese eventuelle Einflußgröße auch auf alle Gruppen gleich auswirkte. Außerdem wurde durch vorheriges Gewöhnen an das Scheren und durch Einsatz von Belohnungsfutter Markierungsstreß vermieden.

Andere Methoden zur automatischen Registrierung von Aufenthaltsort und Bewegung wie z.B. Lichtschranken und Infrarotdetektoren haben auch Nachteile (ERNST, 1994; SIBILLER, 1995). Das System LABORAS (BULTHUIS et al., 1996) kann durch Registrierung von Erschütterungen des Käfigs nicht nur die Aufenthaltsorte des Tieres, sondern auch ein paar Verhaltensweisen bestimmen. Allerdings funktioniert dies System nur für Einzeltiere und ist nur auf Käfige bis zur Größe des Typ IV ausgelegt. Eine digitale Bearbeitung von Videobildern, bei der Objekte an der Form erkannt und dadurch differenziert werden, wäre einem System wie dem DOTFINDER, das nur Kontrastunterschiede erkennen kann, überlegen.

6.1.7 Räumliche Verteilung der Verhaltenstypen

Um das räumliche Verteilungsmuster der verschiedenen Verhaltenstypen zu bestimmen, wurden die Verhaltenszeitreihen mit den Ortskoordinatenzeitreihen verrechnet. Die Voraussetzung hierfür war, daß die beiden Zeitreihen exakt und zeitparallel erstellt waren.

Die Verteilungsbilder von „Trinken“ (Abbildung 5.26) zeigen, daß exakt gearbeitet wurde, denn nur auf den Feldern in Trinkflaschennähe wurde dieser Verhaltenstyp registriert.

6.1.8 Parameter zur „Bewegungsaktivität“

Die Parameter Gesamtweg, „schneller“ Weg und mittlere Distanz wurden aus den Ortskoordinatenzeitreihen, also anhand der Feldwechsel, berechnet. Bei der Berechnung der Weglängen wurde die Anzahl der Feldwechsel umgerechnet in die Wegstrecke in Metern

(Kapitel 4.6.2). Dieser Vorgang ist ungenau, da nicht die wirklich zurückgelegte Strecke berechnet wird und die Auflösung der Käfigfläche wegen der großen Felder eher grob ist. Bei einem Feldwechsel über die Diagonale werden längere Wege berechnet als bei seitlichen Feldwechseln. Bei den Käfigen mit Trennwand sind nicht so viele diagonale Feldwechsel möglich, wodurch eventuell die berechneten Wege kürzer sind.

6.1.9 Untersuchung des räumlichen Ausscheidungsverhaltens

Verteilung der Kotboli

Um das Ausscheidungsverhalten erfassen, lokalisieren und quantifizieren zu können, wurde die Methode erfunden, die benutzten Käfigwannen zu fotografieren und die Kotboli auf den Feldern der Käfigfläche auszuzählen. Die Verteilungsbilder der Kotboli entsprechen allerdings nicht mit Sicherheit dem Verteilungsbild des Kotabsatzes. Denn die Tiere verschieben z.B. durch Herumlaufen oder Graben (gezielt oder „unabsichtlich“?) Streu und Kot.

Für die Untersuchung der räumlichen Strukturierung und Verteilung des Verhaltens ist es jedoch interessanter zu erfassen, wo die Tiere ihren Kot im Endeffekt hinterlassen, egal ob sie ihn z.B. an einem Ort abgesetzt oder ihn dorthin gescharrt haben.

Die Tiere wurden zweimal wöchentlich umgesetzt. So ergaben sich Abstände von abwechselnd drei und vier Tagen bis zur nächsten Käfigreinigung. Innerhalb der drei Tage war immer die Aufnahmenacht, in der der Käfig in der Aufnahmenische stand und eine andere Position im Raum hatte. Dieser Wechsel hatte aber ebenso wie die unterschiedlichen Zeitspannen offensichtlich keinen Effekt auf die Kotverteilung, da sich die Verteilungsbilder am dritten und vierten Tag völlig ähnelten (Kapitel 5.4.1).

In manchen Untersuchungen bei Mäusen wurde das Kotabsatzverhalten mit berücksichtigt. BÜTTNER (1994) schätzte ab, ob mehr Kot in der vorderen oder hinteren Käfighälfte vorhanden war, ohne daß einzelne Boli gezählt wurden. BLOM et al. (1992, 1996) zählten bei ihren Präferenztests, wieviel Kotboli in den verschiedenen, zur Wahl stehenden Käfigen von den Mäusen hinterlassen wurden.

Verteilung des Harnabsatzes

Die Verabreichung von Fluoreszein als diagnostisches Hilfsmittel zur Sichtbarmachung der Harnabsatzorte wird von HART & HART (1991) bei Katzen beschrieben.

Die Ratten in der vorliegenden Untersuchung nahmen die Fluoreszeinlösung freiwillig, sogar „gierig“ auf, da sie ihnen mit Hilfe von Belohnungsfutter (Kapitel 4.4.2) verabreicht wurde.

Pro Käfigtyp und Versuchsdurchgang wurde nur an drei Tagen Fluoreszein verabreicht, d.h. insgesamt wurden nur neun Verteilungsbilder pro Käfigtyp ausgewertet. Da sich bei allen

drei Versuchsdurchgängen ähnliche Tendenzen zeigten, kann man davon ausgehen, daß die Ergebnisse trotzdem aussagekräftig sind.

Die Fluoreszeingabe erfolgte in der 21. Lebenswoche, also zeitgleich mit der Futterpellet-Versuchsreihe. Dies hatte zum einen den Vorteil, daß auch eine geringergradige Harnverschmutzung an den Futterpellets sichtbar gemacht werden konnte. Zum anderen konnten somit Aussagen dazu gemacht werden, ob eine Beziehung zwischen der Wahl der Harnabsatz- und der Orte für Futterpellets bestand. Allerdings ist es auch möglich, daß die Tiere den Harnabsatz anders verteilt hätten, wenn keine Futterpellets vorhanden gewesen wären.

6.1.10 Untersuchungsreihe zur Verteilung von Zellstoff

Die Gabe von Nistmaterialien wie Zellstoff oder Papierhandtüchern ist eine mittlerweile häufiger bei der Haltung von Ratten und Mäusen angewandte und untersuchte Form der Anreicherung (BRADSHAW & POLING, 1991; SCHARMANN, 1991; BLOM et al., 1996; VAN DE WEERD, 1996; VAN DE WEERD et al., 1996 a).

In der vorliegenden Untersuchung wurden die Tiere in der 20. Lebenswoche täglich in einen frischen Käfig mit einer bestimmten Menge Zellstoff umgesetzt. So standen die Tiere jeden Tag erneut vor der Situation, einen unbenutzten Käfig mit Zellstoff zu strukturieren. Die Zellstoffmenge war an die Anzahl der Tiere, nicht aber an die unterschiedlichen Käfiggrößen angepaßt, also in allen Käfigtypen gleich. Das hatte zur Folge, daß die Fläche in den Käfigen der Größe III weitgehend von Zellstoff bedeckt war und hier allein schon aus Platzgründen eine Konzentration des Zellstoffes an bestimmten Orten nur schlecht möglich war.

Bei der Auswertung wurde nicht die wirkliche Zellstoffmenge pro Feld der Käfigfläche bestimmt, sondern nur abgeschätzt, welcher Anteil der Fläche bei jedem Feld von Zellstoff bedeckt war. Die Schichtdicke konnte nicht berücksichtigt werden, da die Auswertung anhand von Käfigfotografien (von senkrecht über den Käfigen) erfolgte.

6.1.11 Untersuchungsreihe zur Verteilung von Futterpellets

Es ist bekannt, daß Ratten Futter, das sie nicht sofort verzehren, an bestimmten Stellen deponieren (BOICE, 1977; ERNST, 1994; PFEUFFER, 1996). Daher sollte in einer Versuchsreihe untersucht werden, wo die Tiere Futter hinterlassen, wenn man ihnen die Möglichkeit dazu gibt. In der 21. Lebenswoche erhielten die Tiere täglich eine bestimmte Menge Futterpellets, die weit über der täglichen Verzehrmenge lag, in ihre Käfige. Durch ein systematisches Durchsuchen der Streu bei der Auswertung konnten die Lokalisation, die Anzahl und das Gewicht der Pellets genau bestimmt werden.

Die Futtermenge war in allen Käfigen gleich, also nicht auf die Käfiggröße, sondern auf die Anzahl der Tiere bezogen. Das hatte zur Folge, daß in den Käfigen der verschiedenen Größe das Verhältnis zwischen der Pelletmenge und der Streumenge unterschiedlich war. So

war allein aus diesen Gründen zu erwarten, daß, falls die Tiere Pellets unter der Streu vergraben wollten, dies in den größeren Käfigen besser gelingen konnte als in den kleineren. Auch das Verhältnis der Streumenge zur Harnmenge war in den großen Käfigen anders als in den kleineren Käfigen. Daher war in den kleineren Käfigen die Wahrscheinlichkeit größer, daß Futterpellets mit Harn verschmutzt wurden.

6.1.12 Auswertung

Um das umfangreiche Datenmaterial bewältigen zu können und Unterschiede zwischen den verschiedenen Käfigtypen herauszuarbeiten, wurden aus den Werten der Tiere unter den gleichen Bedingungen (gleicher Käfigtyp, gleiche Altersstufe) die arithmetischen Mittelwerte gebildet. Hierbei konnten die individuellen Eigenarten der Tiere bzw. Gruppen nicht berücksichtigt werden, und es bestand die Gefahr, daß bestimmte Informationen verloren gingen.

Beispielsweise ergaben die arithmetischen Mittelwerte der Zellstoffverteilung in den Käfigen der Größe V diffuse Verteilungsbilder. Damit repräsentierten diese zusammengefaßten Verteilungsbilder die Einzelverteilungen nur schlecht, denn die Tiere verteilten den Zellstoff meist nicht diffus über die Käfigfläche, sondern wählten unterschiedliche Orte. In diesem Fall war die Zusatzinformation des Konzentrationsmaßes Kix besonders wichtig.

Zur Ermittlung der räumlichen Verhaltensaufteilung wurden die über die verschiedenen Versuchstage und Versuchsdurchgänge zusammengefaßten Verteilungsbilder miteinander kombiniert. Eine präzisere Methode wäre, für jeden Versuchstag und jedes Individuum einzeln zu ermitteln, ob eine räumliche Verhaltenstrennung stattfand. Solch ein Vorgehen ist jedoch mit einem unrealistischen Arbeitsaufwand verbunden.

Da die Tiere die Orte für Aufenthalt und Objekte meist überindividuell konstant wählten, waren die zusammenfassenden, über die Einzelbilder gemittelten Verteilungsbilder meist repräsentativ, so daß Aussagen zur räumlichen Verhaltensaufteilung getroffen werden konnten.

6.1.13 Beurteilungskriterien

Kriterium: Gelingen einer räumlichen Verhaltensaufteilung:

BURE (1987) und SCHMID (1992, 1994) verwendeten die erfolgreiche räumliche Trennung von Liege- und Ausscheidungsbereich als Beurteilungskriterium für Haltungssysteme von Hausschweinen. WIELAND & JAKOB (1992) bezogen auch zusätzlich noch den Funktionskreis Exploration / Futtersuche mit ein sowie die Konzentration des Ausscheidungsverhaltens.

Auch MILITZER & BERGMANN (1994) benutzten das Merkmal „Kotplatzlokalisierung“ für die experimentelle Prüfung von Haltungssystemdimensionen bei Laborhunden.

Das Gelingen der räumlichen Trennung dieser Verhaltensbereiche diene einerseits als Kriterium zur Beurteilung der Handlungsstrukturierung im Hinblick auf eine „artgerechte Haltung“ (WIELAND & JAKOB, 1992; BURE, 1987), zum anderen aber auch der Ermittlung minimaler Handlungsflächen für Schweine (SCHMID, 1992, 1994) und Hunde (MILITZER & BERGMANN, 1994).

Voraussetzung bei dieser Beurteilungsmethode ist, daß die Tiere danach streben, die Bereiche für Ausscheidung und Ruhen / Aufenthalt voneinander räumlich zu trennen. Für Hunde und Hausschweine ist dies nachgewiesen (BAXTER, 1982 a; BUCHENAUER et al., 1982; PETHERICK, 1982).

Auch bei Mäusen und Ratten weisen mehrere Untersuchungen darauf hin, daß die Tiere nach einer räumlichen Trennung von Ruhe- / Aufenthaltsbereich und Kotbereich streben (Kapitel 6.2.5). So beurteilte auch BÜTTNER (1994) den von ihm strukturierten Mäusekäfig anhand der räumlichen Trennung zwischen Ruhen und Ausscheiden. Prinzipiell ist diese Beurteilungsmethode auch bei Ratten möglich.

Ebenso wie mit Hilfe dieser Methode im Bereich der Nutztierhaltung neue, tiergerechtere Haltungskonzepte entwickelt wurden, ist dies auch für die Labortierhaltung denkbar.

Kriterium Käfigraumausnutzung:

WHITE et al. (1989) stellten fest, daß sich die von ihnen untersuchten Meerschweinchen in einem Testkäfig ohne Streu und Deckung nur am Käfigrand in der Nähe der Wand aufhielten. Aus dieser „schlechten“ Nutzung („under utilization“) folgerten die Autoren, daß die untersuchte Käfigfläche für die Meerschweinchen ausreichend groß war, obwohl sie weit unter den Empfehlungen der gängigen Richtlinien lag.

Ein direkter Schluß von der Käfigraumnutzung auf den minimalen Platzanspruch ist jedoch problematisch. Ist die anhand der Aufenthaltsverteilung der Tiere bestimmte Raumnutzung gering, kann das verschiedene Ursachen haben (siehe Kapitel 3 und Abbildung 3.1). Streben die Tiere danach, ihr Verhalten räumlich zu trennen, ist eine geringe Raumnutzung ein Zeichen dafür, daß der Käfig für die Tiere nicht „verhaltensgerecht“ ist, da er zu wenig von den Tieren nutzbaren Raum enthält. Ein solcher Käfig „zwingt“ die Tiere, ihr Verhalten an den wenigen dazu „geeigneten“ Orten auszuführen, und verhindert dadurch eine erfolgreiche räumliche Aufteilung des Verhaltens.

Die von der Aufenthaltsverteilung abgeleitete Käfigraumausnutzung kann also nicht dazu dienen, minimale Platzansprüche der Tiere abzuleiten. Sie kann aber als zusätzliches Beurteilungskriterium für eine Haltung dienen. Dieses Kriterium verwendete z.B. FÖLSCH (1982) bei der Beurteilung der von ihm konzipierten Volierenhaltung für Hühner, wobei er feststellte: „Die Hennen sind im Stall ausgewogen verteilt, was für eine prinzipiell richtige Raumgestaltung spricht.“

In der vorliegenden Arbeit wird die Käfigraumausnutzung nicht nur in bezug auf die Aufenthaltsverteilung betrachtet, sondern auch die Nutzung des Raumes beim Hinterlassen von Kot, Harn, Pellets und Zellstoff berücksichtigt. Eine genaue Quantifizierung der „Käfigraum-Gesamtausnutzung“ ist jedoch nicht möglich, da nicht entschieden werden kann, mit welcher Gewichtung die einzelnen Komponenten eingehen sollen.

Ein direkter Vergleich der Käfigraumausnutzung zwischen den verschiedenen Käfiggrößen ist aus methodischen Gründen nicht möglich, da die Tiere in kleineren Käfigen zwangsläufig einen größeren Flächenanteil benutzen als in größeren (siehe Abbildung 3.1).

6.2 Ergebnisdiskussion

6.2.1 Aufenthaltsverteilung über 12 Stunden

Anhand der Aufenthaltsverteilung der Tiere in der gesamten Dunkelphase kann man erkennen, daß bestimmte Felder der Käfigfläche gegenüber anderen Feldern bevorzugt wurden. Man könnte die bevorzugten Felder zu Bereichen zusammenfassen, die von den Tieren durch ihre Wahl bestimmt wurden. Diese Bereiche waren bei beiden Altersstufen und in allen Käfigtypen gleich: In allen Käfigtypen bevorzugten die Tiere deutlich die Ecken an der „hinteren“ Käfigwand und den Bereich unter der Raufe. Die genaue Analyse der Aufenthaltsorte unter der Raufe in der ausgewählten „aktiven Viertelstunde“ zeigte, daß sich die Tiere auch unter der Raufe hauptsächlich in den Ecken und im Bereich direkt neben der Wand aufhielten.

Die Tiere wählten also gezielt ihre Aufenthaltsorte nach bestimmten Eigenschaften aus: Besonders attraktiv scheint ein Feld zu sein, wenn es an zwei Seiten von einer Käfigwand umschlossen wird (Ecke). Als Aufenthaltsort gemieden wurden Felder, die von den Käfigwänden entfernt waren (Käfigzentrum), und zwar in den Käfigen aller drei Größen.

Neben den Ecken zeigten besonders bei der Käfiggröße III auch die Felder an der Käfigwand zwischen zwei Ecken, an der kurzen Käfigseite, hohe Aufenthaltszahlen. In den Käfigen der Größe III liegen die Ecken an den kurzen Käfigseiten so nah nebeneinander, daß ein an drei Seiten umschlossener Bereich „vorne“ bzw. „hinten“ entsteht. Die Tiere haben wegen der beengten Raumverhältnisse kaum die Wahl zwischen vier Ecken, sondern eher zwischen diesen Bereichen „vorne“ und „hinten“. So stehen den Tieren hier nicht vier, sondern nur zwei „attraktive Bereiche“ in ihrem Käfig zur Verfügung. Die hohen Aufenthaltswerte auf dem Feld zwischen den „hinteren“ Ecken können darauf zurückgeführt werden, daß „Dots“ hier auch registriert wurden, wenn die Tiere eigentlich (mit dem Kopf) in den Ecken lagen, mit ihrem Körper aber auch das Nachbarfeld besetzten (Kapitel 6.1.6 und Abbildung 6.1).

Die Tiere wählten nicht nur in allen Käfigtypen die gleichen Bereiche, sie benutzten sie auch unabhängig von der Käfiggröße in gleichem Maße. Dabei gab es eine große überindividuelle Konstanz. Die Aufenthaltszahlen in den Bereichen „Raufe“ und „hinten“ unterschieden sich kaum zwischen den verschiedenen Käfiggrößen, obwohl sich die jeweiligen Bereiche deutlich in ihrer Fläche und ihrem Anteil an der gesamten Käfigfläche unterschieden: Der Bereich unter der Raufe ist bei den Käfigen der Größe IV mehr als doppelt und bei den Käfigen der Größe V dreimal so groß wie in den Käfigen der Größe III. In allen Käfigtypen hielten sich die „Jungtiere“ etwa zwei Drittel, die „Adulten“ etwa die Hälfte der gesamten Dunkelphase in diesem Bereich auf. Von diesen Ergebnissen ist ableitbar, daß für die Benutzung des Bereichs die Struktur eine wichtigere Rolle spielt als die absolute Größe. Die Wahl der Aufenthaltsorte nach der Eigenschaft Wandnähe entspricht dem „Wandsuche-Verhalten“ (O' DONOGHUE, 1994; CHMIEL & NOONAN, 1996) von Ratten. Der Be-

reich „vorne“ hat neben der Nähe zur Wand die zusätzliche Eigenschaft, von der Raufe überdacht zu werden. Die Raufe vertieft sich über den Feldern mit der Koordinate 2, so daß der Bereich „vorne“ eine Art Nische zwischen drei Käfigwänden und der Raufenabsenkung darstellt. Man kann das Verhalten, diesen Bereich aufzusuchen, als Schutz- oder Deckungssuche interpretieren. Die Tiere suchen, ebenso wie ihre wildlebenden Artgenossen draußen, in ihrem Lebensraum Käfig Strukturen auf, die ihnen Deckung bieten und von wo aus eine Kontrolle über den Raum möglich ist.

Altersstufe:

Ein größerer Unterschied als zwischen den Käfigtypen bestand zwischen den beiden Altersstufen. Die „Jungtiere“ hielten sich mehr unter der Raufe auf als die „Adulten“. Erklärungsmöglichkeiten hierfür ergeben sich aus den Ergebnissen der anderen Untersuchungsteile. Bei den „Jungtieren“ kamen bestimmte Verhaltensweisen, die mehr unter der Raufe lokalisiert waren (z.B. „Fressen“), häufiger vor als bei den „Adulten“. Außerdem fanden manche Verhaltensweisen bei den „Jungtieren“ auch stärker unter der Raufe statt, z.B. „Ruhens“. Die „Jungtiere“ „ruhten“ etwa 1,5 bis 2 mal mehr unter der Raufe als die „Adulten“ (Abbildung 5.18). Vielleicht war dieser Bereich für die ausgewachsenen Tiere zu beengt. Die „Adulten“ hielten außerdem allgemein mehr Distanz zueinander (Kapitel 5.3.4) und verteilten sich daher mehr über den gesamten Käfig.

Trennwand:

Bei allen Käfiggrößen und beiden Altersstufen hielten sich die Tiere in den Trennwandkäfigen etwas weniger unter der Raufe auf als die Tiere in den Käfigen ohne Trennwand.

In den Käfigen der Größe V wurden meist die Mittelfelder etwas stärker benutzt, wenn eine Trennwand anwesend war. Es könnte sein, daß die Trennwand die „Attraktivität“ des Bereiches „hinten“ und beim Typ V auch der Käfigmitte erhöhte.

In den Käfigen der Größe III bewirkte die Trennwand eine Verschiebung der „Dots“ zu den Seiten. Wahrscheinlich hielten sich die Tiere stärker neben der Trennwand auf, ihre „Dots“ wurden dabei aber nicht dem Mittel-, sondern einem Randfeld zugeordnet (Abbildung 6.1). Entweder erfolgte diese Verlagerung zu den Seiten aus Platzgründen, oder weil der Bereich neben der Trennwand „attraktiv“ war.

6.2.2 Verhaltensbudgets

Die Verhaltensbudgets der „aktiven Viertelstunde“ ähnelten sich in allen Käfigtypen.

Auch ERNST (1994) stellte in ihren vergleichenden Verhaltensuntersuchungen bei weiblichen Laborratten in drei verschiedenen großen Käfigtypen (Typ III, Typ IV, Meerschweinchenkäfig) fest, daß der Anteil des Ruhe-, Erhaltungs-, Komfort-, Sozial- und Spielverhaltens innerhalb einer Altersgruppe kaum von der gegebenen Käfiggröße beeinflusst wird.

Beim Spielverhalten fand ERNST allerdings einen qualitativen Unterschied, den sie dem Platzmangel im Käfig Typ III zuschrieb.

In der vorliegenden Untersuchung gab es bei beiden Altersstufen beim Auftreten von „Lokomotion“ einen „deutlichen“ (mit Hilfe der Varianzanalyse bestätigten) Unterschied zwischen den Käfiggrößen. In den Käfigen der Größe III trat „Lokomotion“ weniger häufig auf als in den größeren Käfigen. Die mittlere Dauer der einzelnen Ereignisse von „Lokomotion“ war in allen Käfigtypen etwa gleich. In den größeren Käfigen wurden also die durch die Käfigabmessungen bedingten größeren Distanzen entweder schneller überwunden oder aber mit Unterbrechungen zurückgelegt.

Einen „deutlichen“ Unterschied zwischen den Käfiggrößen gab es in der vorliegenden Untersuchung auch beim „Aufrichten“. Die Häufigkeit von „Aufrichten“ war bei allen Käfigen ähnlich, die Tiere blieben in den Käfigen der Größe V jedoch nicht so lange aufrecht stehen wie die Tiere in den kleineren Käfigen. Im Gegensatz zu den Käfigen der Größe III und IV kamen in den Käfigen der Größe V keine Tiere vor, die mehrere Minuten hintereinander aufrecht standen (Tabelle 5.10).

Eine Erklärungsmöglichkeit hierfür ist, daß zufällig die Individuen, die zu diesem langen aufrechten Stehen neigten, auf die kleineren Käfige verteilt waren. Oder aber die Tiere nutzten in den kleineren Käfigen die dritte Dimension des Raums stärker als in den großen Käfigen. Eine weitere Erklärungsmöglichkeit ist die Form der Käfige: Im Gegensatz zu den Käfigen der Größe V sind in den Käfigen der Größe III und IV die Ecken abgerundet und leicht schräg, da der Käfig nach oben breiter wird. Die Ecken in den Käfigen der Größe V bieten sich daher nicht so zum Anlehnen beim längeren aufrechten Stehen an wie die Ecken der kleineren Käfige.

Auch ERNST (1994) beschreibt das Verhalten des „aufgerichteten Stehens“, bei dem die Tiere angelehnt lange Zeit bewegungslos verharren. In den Untersuchungen von ERNST zeigten sich allerdings die hier gefundenen Unterschiede zwischen den Käfiggrößen nicht.

„Graben“ könnte interpretiert werden als Versuch, einen Bau anzulegen. Wenn man Laborratten die Möglichkeit dazu gibt, bauen sie unterirdische Gänge und Höhlen, die denen wilder Ratten entsprechen (BOICE, 1977). Diese Verhaltensleistung konnte in den untersuchten Käfigen nicht erbracht werden. Der Effekt des Grabens beschränkte sich auf ein Verschieben der Streu. Dieses Verhalten war für die Tiere eine der wenigen Möglichkeiten, ein Objekt zu manipulieren und eine Umgebungsänderung zu bewirken. Manche Tiere bauten das schnelle Verschieben von Streu mit den Vorderpfoten („Streufächeln“) mit in Spielsequenzen ein.

Scharren und Nagen an der Käfigwand oder Nagen am Gitter kam in allen Käfigtypen vor. STAUFFACHER (1991) vermutet, daß Kaninchen, die an den Wänden in den Ecken ihres Käfigs exzessiv scharren, sich der Haltungssituation entziehen wollen. Dieses exzessive Scharren bringt in der Käfigsituation keine Umgebungsveränderung im Gegensatz zum Scharren unter reichhaltigeren Haltungsbedingungen, womit immer eine Verhaltensleistung, eine Umgebungsänderung verbunden ist. Eine Umgebungsänderung konnte auch nicht von den Ratten durch dieses Verhalten erbracht werden. Vermutlich „bearbeiteten“ die Tiere die Teile des Käfig, da, abgesehen von Streu und Futter, sonst keine manipulierbaren Objekte zur Verfügung standen.

Bei keiner Tiergruppe wurden Verhaltensweisen beobachtet, die man als agonistisch bezeichnen könnte. Weder in den Videoaufnahmen bei der Analyse der „aktiven Viertelstunde“, noch bei der Direktbeobachtung der Tiere während des täglichen Umgangs war Droh- oder Kampfverhalten erkennbar. Das spielerische Balgen und Unterwerfen war eindeutig anhand der von EIBL-EIBESFELDT (1958) beschriebenen Kriterien als Spiel zu erkennen. Auch PFEUFFER (1996) stellte bei den von ihr untersuchten Ratten keine Aggressivität fest. Weibliche Laborratten gelten als sehr verträglich (SCOTT, 1966).

6.2.3 Räumliche Verteilung der Verhaltenstypen

Die meisten Verhaltensweisen waren am Käfigrand, in den Käfigen der Größe IV und V hauptsächlich in den Ecken lokalisiert. Der einzige Verhaltenstyp, der über die ganze Käfigfläche verteilt vorkam, war „Lokomotion“.

Die Ecken waren einerseits die Ruhebereiche bzw. Orte des Rückzugs, wo die Tiere schliefen, saßen oder sich putzten. Andererseits waren sie auch Orte der Aktivität, denn hier erkundeten die Tiere, richteten sich auf und wühlten in der Streu. In den Käfigen der Größe III wurden nicht nur die Ecken, sondern auch die Felder dazwischen besonders stark benutzt.

Interaktionen zwischen Tieren fanden auch meist auf den Feldern an den kurzen Käfigseiten statt, häufig unter der Raufe in der Nähe der Trinkflasche. Es konnte sehr oft anhand der Videoaufnahmen beobachtet werden, wie die Tiere um die Tränke „rangelten“ und sich beim „Trinken“ gegenseitig wegdrängten. Manchmal wurde ein Tier auch beim „Fressen“ von einem anderen bedrängt, wobei die Raufe eigentlich für alle drei Tiere breit genug war. Dieses „Rangeln“ fand meistens im Spielkontext statt.

In allen Käfigen mit Trennwand war „Spielen“ hauptsächlich „hinten“, an der kurzen Käfigwand lokalisiert. Oft kam es zu „Verfolgungsjagden“ um die Trennwand herum, wonach sich die Tiere „balgten“. Dabei lag ein Tier auf dem Rücken, und das andere saß auf ihm und putzte es. Zu solchen „spielerischen Zusammenstößen“ kam es besonders oft in der

Nähe des Engpasses zwischen Trennwandende und „hinterer“ Käfigwand. Somit wurde die Raumstruktur Trennwand beim „Spielen“ mit einbezogen.

Beim „Fressen“ befanden sich die Tiere in den Käfigen der Größe III meist „hinter“, in den größeren Käfigen mehr unter der Raufe. Dieser Unterschied ist wohl der Größe und Form der Raufe zuzuschreiben. Die Raufe des Typ IV ist breiter und niedriger als die des erhöhten Typ III. Weil täglich nur etwa 100 g Futter in den Raufen lagen, war nur die niedrigste Stelle der Raufe mit Futter bedeckt. Um an dieses Futter heran zu kommen, wählten die Tiere je nach Raufentyp unterschiedliche Positionen. Unter den Typ-III-Raufen war es wahrscheinlich so eng, daß die Tiere beim Fressen lieber „dahinter“ saßen. Beim Fressen aus den Typ-IV-Raufen lagen die Tiere oft auf dem Rücken direkt unter dem Futter, weil diese Raufen so niedrig sind.

Wenn es den Tieren gelang, größere Futterbrocken aus der Raufe zu beißen, liefen sie damit meist in eine Ecke des Käfigs, um das Futter dort in Kauerhaltung zu verzehren. Häufig stellten sie sich dabei mit dem Kopf in Richtung Ecke und wendeten sich ab, wenn andere Tiere zu ihnen kamen.

Daß Ratten bevorzugt in den Käfigecken ruhen, wurde auch von anderen Autoren festgestellt.

BARNETT (1975) beschreibt, daß wilde Ratten, die in großen Käfigen gehalten wurden, zusammen als Gruppe entweder in einer Nestbox oder in den Käfigecken schliefen. Dabei wurde nicht immer die gleiche Ecke gewählt.

Die von PFEUFFER (1996) in einem Wahlsystem aus zwei aneinandergeschlossenen Typ IV Käfigen untersuchten Ratten schliefen entweder unter dem gebotenen Unterschlupf oder in einer der Käfigecken.

Auch die von HEYNE (1994) in einer Second floor-Testanordnung untersuchten Ratten ruhten in den Ecken der Testanordnung und richteten sich auch hauptsächlich in den Ecken auf. Beim Laufen wurde die Mitte des Testareals kaum betreten.

Aufenthaltsverteilung in der ausgewerteten Viertelstunde

Die Zusammenfassung der Verteilungsbilder aller Verhaltensweisen zeigt, daß die Tiere in der „aktiven Viertelstunde“ genauso wie in der gesamten Dunkelphase eindeutig Ecken und Käfigränder als Aufenthaltsorte bevorzugten. Auch unter der Raufe war es der Bereich in den Ecken und an der Wand, der hauptsächlich und vielfältig genutzt wurde.

Zwar wurde im Gegensatz zu den Ergebnissen mit dem DOTFINDER bei der „aktiven Viertelstunde“ nicht festgestellt, daß sich die Tiere bei Anwesenheit einer Trennwand weniger unter der Raufe aufhielten, aber es zeigte sich auch hier, daß bei den Käfigen der Größe V die Käfigmitte stärker als Aufenthaltsort benutzt wurde, wenn eine Trennwand vorhanden war. Auf den Trennwandfeldern der Käfige der Größe III wurden kaum Tiere regi-

striert, was wohl methodisch bedingt war. Denn beim Erstellen der Ortskoordinatenzeitreihen wurden die Rückenmarkierungen der Tiere mit dem elektronischen Zeichenstift verfolgt und somit die Körperausdehnung der Tiere ebensowenig berücksichtigt wie beim DOTFINDER (Kapitel 6.1.4, Abbildung 6.1).

Die Zeitanteile, die die Tiere unter der Raufe bzw. „hinten“ im Käfig verbrachten, lagen sowohl in der „aktiven“ Viertelstunde als auch bei der gesamten Dunkelphase (DOTFINDER) in der gleichen Größenordnung. Somit scheint mit der „aktiven“ Viertelstunde bezüglich der Aufenthaltsverteilung ein repräsentativer Ausschnitt der Dunkelphase gewählt worden zu sein.

6.2.4 Parameter zur „Bewegungsaktivität“

Nicht nur „Lokomotion“, auch andere Verhaltenstypen wie z.B. „Spielen“ und „Erkunden“ waren mit Fortbewegung verbunden. Anhand der Parameter Gesamtweg, „schneller“ Weg und „längeres“ Verweilen wurde daher die „Bewegungsaktivität“ insgesamt und unabhängig vom Verhaltenstyp bestimmt.

Die „Bewegungsaktivität“ war vom Alter der Tiere und von der Käfiggröße abhängig. Bei allen Käfigtypen war die „Bewegungsaktivität“ bei den „Jungtieren“ größer als bei den „Adulten“. Sie war bei der Käfiggröße V am größten und bei der Größe III am kleinsten. Die Größe IV nahm eine Zwischenstellung ein, wobei die „Jungtiere“ eine ähnliche „Bewegungsaktivität“ zeigten wie die Tiere im Typ V und die „Adulten“ wie die Tiere im Typ III.

In den Käfigen der Größe V bewegten sich die Tiere mit einer größeren Geschwindigkeit vorwärts, legten die längsten Wege zurück und zeigten den Verhaltenstyp „Lokomotion“ am häufigsten (siehe Kapitel 5.2.1).

Diese Ergebnisse stimmen mit den Ergebnissen anderer Autoren überein. Auch in den Untersuchungen von ERNST (1994) nahm die lokomotorische Aktivität der weiblichen Labormäuse mit steigender Käfiggröße signifikant zu und mit dem Lebensalter ab. Dabei gab es nicht nur quantitative, sondern auch qualitative Unterschiede: Die schnellen Fortbewegungsformen „Rennen“ und „Springen“ kamen in den Käfigen Typ III weniger vor als in den größeren Käfigen.

Auch SIBILLER (1995) stellte bei Mäusen fest, daß „Laufen“ in den größeren (Typ IV) Käfigen häufiger und länger vorkam als in den kleineren Käfigen (Typ II).

In allen Käfigtypen war die „mittlere Distanz“ zwischen den „Adulten“ größer als zwischen den „Jungtieren“, d.h. die älteren Tiere suchten mehr Abstand zueinander. Mit steigender Käfiggröße nahm auch die „mittlere Distanz“ zwischen den Tieren zu. In den Käfigen der Größe V war sie am größten. Entweder war dies durch die räumliche Entfernung zwischen den „attraktiven“ Bereichen (Ecken) bedingt, oder aber die Tiere nutzten hier die Möglich-

keit, wegen der größeren Käfigdimensionen auch eine größere Individualdistanz zueinander einhalten zu können. In den Käfigen der Größe V hatten die Tiere jedenfalls die Wahl, entweder nah beieinander zu sein, indem sie z.B. eine Ecke gemeinsam benutzten, oder eine größere Distanz zueinander einzuhalten, indem sie sich auf die Ecken verteilten.

6.2.5 Untersuchung des räumlichen Ausscheidungsverhaltens

Verteilung der Kotboli

Die Verteilungsbilder der Kotboli waren für jeden Käfigtyp charakteristisch und überindividuell konstant, da sich bei allen drei Versuchsdurchgängen die gleichen Verteilungstendenzen zeigten. So kann von „käfigtyp-spezifischen“ Verteilungsbildern gesprochen werden. Diese zeigten sich bei den Käfigen der Größe IV und V bereits zwei Tage nach dem letzten Umsetzen, wohingegen bei den Käfigen der Größe III zu diesem Zeitpunkt die Verteilungsbilder noch uneinheitlich und diffus waren. Erst 24 Stunden später, also drei bzw. vier Tage nach dem letzten Umsetzen („zusätzliche Kotfotos“) waren die „käfigtyp-spezifischen“ Verteilungsbilder auch bei der Käfiggröße III erkennbar.

Eine Erklärungsmöglichkeit hierfür wäre, daß die Tiere in den Käfigen der Größe III den Kot erst ab einer bestimmten Menge, die erst drei bis vier Tage nach dem Umsetzen vorhanden ist, an bestimmten Stellen konzentrierten. Es ist auch denkbar, daß durch die Enge in diesen Käfigen und die relativ geringe Streumenge durch die Bewegungen der Tiere Kot und Streu stärker „verwühlt“ wurden als in den größeren Käfigen. Wenn die Tiere in den Käfigen der Größe III auch bereits in den ersten beiden Tagen nach dem Umsetzen ihren Kot auf die ermittelte „käfigtyp-spezifische“ Art verteilten, war hier die Wahrscheinlichkeit geringer, daß diese Verteilungsbilder erhalten blieben, als in den größeren Käfigen. Erst bei einer größeren Kotmenge wurde es wahrscheinlicher, daß die Verteilungsbilder auch bei der Käfiggröße III erhalten blieben.

In den Käfigen der Größe III hinterließen die Tiere den meisten Kot in bestimmten Ecken, in den Käfigen der Größe V dagegen auf Feldern in der Käfigmitte.

Die Käfige der Größe IV nahmen eine Zwischenstellung ein. Die jüngeren Tiere verhielten sich eher wie die Tiere im Typ III und häuften den Kot zu den Ecken hin an. Die älteren Tiere verhielten sich mehr wie die Tiere im Typ V: Der Kot wurde nicht in den Ecken konzentriert, sondern im Typ IV+ in der Mitte an der „linken“ Käfigwand, im Typ IVo allerdings diffus über die gesamte Fläche verteilt hinterlassen.

Da die Verteilungsbilder offensichtlich nicht zufällig, sondern für die Käfiggrößen charakteristisch waren, kann man folgern, daß die Käfiggröße die Kotverteilung systematisch einflußt.

Die Trennwand hatte je nach Käfiggröße einen unterschiedlichen Einfluß auf die Verteilungsbilder: In den Käfigen der Größe III und IV wurde bei Anwesenheit einer Trennwand mehr Kot auf der „linken“ Käfigseite gefunden, in den Käfigen der Größe V dagegen mehr in der Käfigmitte, und zwar „links“ neben der Trennwand.

Offenbar gab es grundsätzlich zwei Tendenzen bei der Kotverteilung: Erstens hinterließen die Tiere ihren Kot bevorzugt an Wänden. Dies war in allen Käfigtypen (außer bei den „Adulten“ im Typ IVo) der Fall. Bei der Größe V wurde besonders die Trennwand zum Hinterlassen von Kot benutzt.

Zweitens schienen die Tiere, wenn sie die Möglichkeit dazu hatten, den Kot an Orten zu hinterlassen, die sonst weniger benutzt wurden. Dies war in den Käfigen der Größe V ausgeprägt, bei den Käfigen der Größe IV nur ansatzweise erkennbar. In den Käfigen der Größe V war eine räumliche Trennung zwischen Hauptaufenthaltsorten (Ecken) und Hauptkotstellen (in der Mitte an Käfigwand oder Trennwand) wahrscheinlich wegen der größeren Wandfläche möglich. Durch diese räumliche Trennung ist auch zu erklären, daß die Kotmuster bei den größeren Käfigen einheitlicher und „stabiler“ waren als in den Käfigen der Größe III, in denen an den Hauptkotorten viele andere Verhaltensweisen stattfanden, wodurch Kot und Streu hier stärker „verwühlt“ wurden.

Eine dritte, die Kotverteilung beeinflussende Variable ist möglicherweise die Asymmetrie des Käfigs (Position von Trinkflasche oder Futter) oder des Tierraums (Abbildung 4.2). Vielleicht liegt hier die Ursache dafür, daß der Schwerpunkt der Kotverteilung bei Anwesenheit einer Trennwand meist nach „links“ und damit z.B. maximal entfernt von der Trinkflasche oder von Aufnahmenische und Geräten verlagert war.

Ratten bemühen sich darum, ihren Ruhe- und Aufenthaltsort möglichst frei von Kot zu halten. Dies zeigten auch die Beobachtungen anderer Autoren, obwohl bisher systematische Untersuchungen hierzu fehlten. So beschrieb BOICE (1977) bei Labor- und Wildratten, denen er die Möglichkeit zum Graben gab, daß mehr Kot außen über der Erde als innen im Bau bzw. in der Nesthöhle zu finden war. Auch BLOM et al. (1996) beobachteten, daß Ratten und Mäuse ihren Ruheplatz von Kot freihielten.

Bei ihren Wahlversuchen stellten WEISS et al. (1982) fest, daß die Ratten in der Wahlordnung ihren Kot und Harn fast ausschließlich in der Zentralbox absetzten, die im Gegensatz zu den vier zur Wahl stehenden Testkäfigen weder Einstreu noch Futter oder Wasser enthielt. Damit fand die Ausscheidung an dem Ort statt, der von den Tieren sonst am wenigsten benutzt wurde. Auch die von VAN DE WEERD et al. (1996 b) in einer Wahlordnung untersuchten Ratten hinterließen ihren Kot in den sonst am wenigsten benutzten Käfigen, die Weibchen in der Zentralbox (Drahtboden), die Männchen im zur Wahl stehenden Drahtbodenkäfig.

PFEUFFER (1996) stellte fest, daß es bei der Kotverteilung der von ihr untersuchten Ratten große Gruppenunterschiede gab. Manche Gruppen verteilten den Kot eher diffus über den nichtangereicherten Käfig der Wahlkombination, hielten den angereicherten Käfig dagegen sauber. Andere Gruppen legten eine Kotecke neben dem Unterschlupf im angereicherten Käfig an. Die Ruheorte wurden somit von Kot frei gehalten.

Die von ERNST (1994) untersuchten Ratten benutzten besonders in den großen, mit einem Unterschlupf versehenen Meerschweinchenkäfigen zum Teil bestimmte Ecken zur Ausscheidung von Kot und Harn.

Auch Mäuse halten ihren Nestplatz freier von Kot als andere Käfigbereiche, was u.a. Untersuchungen von WALLACE (1983), BÜTTNER (1994), BLOM et al. (1996) und WARD & DEMILLE (1991) zeigten.

Harnverteilung

In allen Käfigtypen wurde der Harn hauptsächlich in der Nähe der Wände, meistens bevorzugt in einer Ecke, abgesetzt. Die Orte für den Harnabsatz wurden also wahrscheinlich, ebenso wie die Orte für Kot, nach der Eigenschaft Wandnähe ausgewählt.

Die Trennwand hatte auf die Verteilung des Harns den gleichen Einfluß wie auf die Verteilung der Kotboli: In den Käfigen der Größe III und IV bewirkte die Trennwand eine Verschiebung des Schwerpunkts der Verteilung nach „links“, wohingegen im Typ V bei Anwesenheit einer Trennwand mehr Kot und Harn im Zentrum gefunden wurden. Somit machte die Trennwand bei der Käfiggröße V das Käfigzentrum für die Harnausscheidung nutzbar.

PFEUFFER (1996) untersuchte zwar den Harnabsatz bei Laborratten nicht systematisch, stellte aber in ihrem Wahlsystem aus drei aneinandergeschlossenen Standardkäfigen fest, daß sowohl der als Schlafplatz benutzte Käfig Typ II feucht von Harn war als auch eine bestimmte Ecke an anderer Stelle als Ort für Kot- und Harnabsatz verwendet wurde.

Harnabsatz dient nicht nur der Ausscheidung von Stoffwechselprodukten, sondern auch der Markierung. Ratten markieren ihre häufig benutzten Wechsel olfaktorisch mittels Sekret und Harn (BARNETT, 1975), sie legen regelrechte „Duftstraßen“ an. BOICE (1977) stellte fest, daß Laborratten, die in Freigehegen gehalten werden, fast nur auf bestimmten „Wechseln“ laufen, die mit Harn markiert werden.

Vielleicht setzten die Ratten in den in dieser Arbeit untersuchten Käfigen daher Harn vornehmlich an Käfigwänden und in Ecken ab, weil sich hier die „wichtigsten“ Wege und Aufenthaltsorte befanden.

6.2.6 Untersuchungsreihe zur Verteilung von Zellstoff

An jedem Versuchstag wurde der Zellstoff von den Tieren sofort herumgetragen und zerkleinert. Viele Untersuchungen an Ratten und Mäusen haben gezeigt, daß die Tiere Zellstoff oder andere Nistmaterialien sofort annehmen, auch wenn sie selbst und die Generationen vor ihnen noch nie Kontakt mit solchen Dingen hatten (BRADSHAW & POLING, 1991; VAN DE WEERD, 1996; VAN DE WEERD et al., 1996 a). Neben der Bedeutung als Nistmaterial sind diese Gegenstände auch Beschäftigungsmöglichkeit (manipulierbare Objekte) in der ansonsten reizarmen Haltung. Nistmaterial gibt den Tieren außerdem die Möglichkeit, sich vor Licht oder Artgenossen zurückzuziehen und die Temperatur zu regulieren (BAUMANS & VAN DE WEERD, 1996).

Die Käfiggröße hatte einen deutlichen Einfluß auf die Verteilung des Zellstoffs.

Die Käfiggröße III war vermutlich zu klein, um überhaupt eine Konzentration dieser Menge Zellstoff zuzulassen.

Die Käfiggröße IV ermöglichte eine Konzentration des Zellstoffs, bot aber offenbar nur wenige Wahlmöglichkeiten für den Ort. Vermutlich konnten die Tiere sich nur zwischen dem „vorderen“ oder dem „hinteren Käfigbereich“ entscheiden. Daher war hier die Übereinstimmung der Verteilungsbilder zwischen den verschiedenen Versuchstagen und -durchgängen am größten. Die Tiere wählten immer eindeutig die „hintere“ Käfighälfte.

Die Käfiggröße V bot vermutlich so viele Wahlmöglichkeiten, daß sich wohl individuelle oder wurfspezifische Vorlieben und Eigenheiten ausprägen konnten. Die Verteilungsbilder waren hier bei den verschiedenen Versuchstagen und -durchgängen am variabelsten. Die stärkste Konzentration und die an den verschiedenen Tagen einheitlichste Verteilung von Zellstoff war sowohl beim Käfig Typ Vo als auch beim Typ V+ bei den Tieren des dritten Versuchsdurchganges festzustellen. Es kann auch sein, daß mangels orientierender Strukturen die Tiere im Typ V die Orte der Zellstoffkonzentration zufällig und daher variabel wählten.

Die Trennwand bewirkte bei allen Käfiggrößen meist eine Schwerpunktverschiebung zu einer Seite, beim Typ III öfter nach „links“, beim Typ IV öfter nach „rechts“ und beim Typ V nach beiden Seiten. Bei Anwesenheit einer Trennwand mußten sich die Tiere also für eine Käfigseite entscheiden. Wodurch diese Seitenwahl bestimmt wurde, konnte nicht geklärt werden.

Zellstoff und Ruheorte

Da die Videoaufnahmen der Zellstoff-Versuchsreihe im Rahmen dieser Arbeit nicht ausgewertet wurden, konnte bisher noch nicht festgestellt werden, ob die Orte der Zellstoffkon-

zentration den Ruheorten entsprachen, ob also der Zellstoff als „Nest“ benutzt wurde oder nicht.

Die Verteilungsbilder des Zellstoffs und des Verhaltenstyps „Ruhe“ der „aktiven“ Viertelstunde zeigen keine Übereinstimmung. Vielleicht sind die Ruheorte in der Hellphase anders lokalisiert als in der Dunkelphase? Es ist auch möglich, daß die Tiere oft gar nicht auf dem Zellstoff lagen, sondern sich lieber mit einem Zellstoffwall umgaben. Denn häufiger wurde direkt beobachtet, daß die Tiere in einer Streumulde, manchmal auf dem freien Käfigboden lagen. Dieses Phänomen kann thermoregulatorische Ursachen haben. Es kann aber auch sein, daß sich die Tiere eine Mulde, als Ansatz zur Höhle, zum Schlafen herstellten. Die Ratten drehten sich häufig, wenn sie sich hinlegten, und verdrängten dabei Streu und eventuell auch Zellstoff.

Auch PFEUFFER (1996) beobachtete bei den von ihr untersuchten Ratten, daß sie ihren Ruheplatz mit einem Wall von Streu umgeben, wenn genug davon zur Verfügung steht.

6.2.7 Untersuchungsreihe zur Verteilung von Futterpellets

Die Ratten begannen gleich nach Einsetzen in den Käfig damit, Futterpellets vom Haufen wegzutragen und an einem anderen Ort wieder abzulegen. Sich mit Futter zu bevorraten, mag in dieser Situation nicht nötig erscheinen, da sich das Futter ja bereits im Käfig befand und dort genauso zugänglich war wie an anderer, von den Tieren gewählter Käfigstelle auch. Durch die beengten Raumverhältnisse, v.a. bei der Käfiggröße III, betrug der Abstand zwischen Pellethaufen und gewähltem Depot oft nur wenige Zentimeter. Indem die Tiere das Futter nahmen und an einem von ihnen gewählten Ort deponierten, eigneten sie sich jedoch das Futter an, das sie vorfanden. Dieses Verhalten, Vorräte an selbst gewählten Orten anzulegen, ist bei den Laborratten also auch noch nach Generationen der Domestikation nicht verloren gegangen. Auch BOICE (1977) beobachtete bei den in Freigehegen gehaltenen Laborratten, daß besonders die Weibchen große Mengen an Futterpellets in ihre Bauten eintrugen.

In allen Käfigtypen, außer im Typ IV₀, wurden die Pellets in bestimmten Käfigbereichen oder auf einzelnen Feldern angehäuft, und zwar immer besonders in der Nähe einer Wand. Trotz Unterschieden zwischen den Versuchsdurchgängen konnten „käfigtyp-spezifische“ Verteilungstendenzen festgestellt werden.

Bei der Käfiggröße III waren die Verteilungsbilder zwischen den Versuchsdurchgängen am einheitlichsten, vielleicht weil es für die Tiere bei dieser Käfiggröße nur die Wahl zwischen dem „vorderen“ und dem „hinteren Käfigbereich“ gab, die sich beide strukturell deutlich voneinander unterschieden. Im Gegensatz dazu waren die Verteilungsbilder zwischen den Versuchsdurchgängen bei den Käfigen der Größe V, besonders beim Typ V₀, uneinheitlicher. Wahrscheinlich standen hier mehrere für Pelletdepots „geeignete“ Orte zur Verfü-

gung, und es konnten sich individuelle Gruppenunterschiede ausprägen. Verglichen mit den beiden anderen Versuchsdurchgängen strebten die Tiere des dritten Versuchsdurchganges offensichtlich am meisten danach, Objekte auf der Käfigfläche zu konzentrieren, denn nicht nur die Pellets, auch der Zellstoff wurde von diesen Individuen am einheitlichsten konzentriert (siehe Kapitel 5.5 und Kapitel 5.6).

Beim Typ IV+ waren die Verteilungsbilder einheitlicher und konzentrierter als die im Typ IVo.

Außer im Käfig Typ IVo wurden die Pellets hauptsächlich in der Nähe von Wänden abgelegt, woraus sich ableiten läßt, daß die meisten Tiere die für ihre Futterdepots „geeigneten“ Orte nach der Eigenschaft Wandnähe auswählten. Bei den Käfigen der Größe III und IV wurden bei Anwesenheit der Trennwand mehr Pellets im „vorderen“ und mittleren Käfigbereich abgelegt, besonders „links“ neben der Trennwand. Im Typ V machte die Trennwand das Käfigzentrum als „Futterlager“ nutzbar.

Ein Großteil der Pellets wurde tief in der Einstreu liegend gefunden. Entweder wurden diese Pellets gezielt mit Streu bedeckt, also vergraben, oder aber sie wurden in die Streu gedrückt, weil die Tiere an bestimmten Stellen die Pellets so stark anhäuften oder weil sie über die Futterberge liefen. Eine Klärung, ob die Tiere die Pellets gezielt mit Streu bedecken oder nicht, ist an dieser Stelle nicht möglich, da die entsprechenden Videoaufnahmen bisher noch nicht ausgewertet wurden. ERNST (1994) und PFEUFFER (1996) beobachteten allerdings, daß die von ihnen untersuchten Ratten Futterpellets in der Streu vergruben. Das Verhältnis Pelletmenge zu Einstreumenge im Käfig insgesamt schien nicht zu bestimmen, wieviele Pellets sich oben auf oder tief in der Streu befanden, denn es konnten keine Unterschiede abhängig von der Käfiggröße festgestellt werden.

Bei den Käfigtypen, bei denen ein höherer Anteil der Pellets oberflächlich lag, war auch eine große Übereinstimmung der Verteilungsmuster der oberflächlichen und der tiefen Pellets festzustellen. Es könnte sein, daß an den Stellen der starken Konzentration die Einstreu nicht ausreichte, um die Pellets zu bedecken. Bei den Käfigtypen IVo und V+ war ein geringerer Anteil der Pellets oberflächlich sichtbar, hier stimmten die Orte der oberflächlichen nicht so gut mit denen der tiefen Pellets überein. Dies lag vermutlich daran, daß in diesen Käfigen die Pellets etwas diffuser verstreut waren als in den anderen Käfigtypen.

In den Standardkäfigen können Ratten beim Fressen nur die typische Kauerhaltung einnehmen, wenn sie größere Futterbrocken aus der Raufe abbeißen, die sie dann in den Vorderpfoten haltend verzehren. In dieser Untersuchung wurde beobachtet (ohne es genau zu quantifizieren), daß dies den Tieren nur selten gelang. Die Tiere hatten beim Fressen an den Raufen meist entweder eine lordotische Körperhaltung, oder aber sie legten sich dazu, wie bei der Käfiggröße IV häufiger beobachtet, auf den Rücken.

In der Versuchsreihe zur Verteilung der Futterpellets hatten die Tiere dagegen die Möglichkeit zu wählen, in welcher Körperhaltung sie fressen wollten, denn die Pellets der selben Sorte und Charge wurden gleichzeitig aus der Raufe und im Käfig angeboten. Geschmacksunterschiede konnten damit ausgeschlossen werden. Die Tiere wählten eindeutig die Kauerhaltung, da sie über 90 % der Pellets nicht aus der Raufe, sondern aus ihrem Käfig fraßen.

Dennoch kam es gelegentlich vor, daß auch von den Pellets in der Raufe gefressen wurde. Die Ursache hierfür ist nicht geklärt. Vielleicht fraßen die Tiere nur aus Gewohnheit auch aus der Raufe, da sie vor der Pellet-Versuchsreihe ausschließlich hieraus gefüttert worden waren. Oder aber die Tiere wollten ihre Vorräte teilweise schonen. Denkbar wäre auch, daß die Tiere aus Beschäftigungsmangel ab und zu die schwerer zugänglichen Pellets in der Raufe fraßen. SINGH (1970) zeigte, daß Ratten in einer Skinnerbox schwerer zugängliches Futter dem leichter zugänglichen vorzogen. Es ist auch möglich, daß ein Zusammenhang mit dem Käfigtyp besteht, da z.B. in den Käfigen, in denen am meisten Pellets aus der Raufe gefressen wurden, auch die meisten mit Harn „verunreinigten“ Pellets vorkamen.

Futterpellets und „Harnverschmutzung“

Die Untersuchungen zur Verteilung von Futterpellets und Fluoreszein erfolgten in der gleichen Woche.

Bei allen Käfigtypen wurden für den Harnabsatz andere Orte gewählt als für die Futterpelletdepots. Obwohl diese räumliche Trennung auch besonders deutlich in den Käfigen der Größe III ausgeprägt war, gab es hier „deutlich“ die meisten durch Harn „verschmutzten“ Pellets. Deren hohe Zahl läßt sich nicht nur mit der relativ geringen Streumenge erklären. Verglichen mit den Käfigen der Größe IV enthielten die Käfige der Größe III zwar nur halb soviel Streu, es wurden aber etwa 5 bis 10 mal mehr aufgeweichte Pellets gefunden.

Mißt man den Erfolg für eine räumliche Trennung an der Anzahl der aufgeweichten Futterpellets, läßt sich folgende Aussage treffen: In den Käfigen der Größe III bemühten sich die Tiere um eine räumliche Trennung von Futterpellets und Harn, es gelang ihnen aber nicht erfolgreich. Bei den Käfiggrößen IV und V war diese räumliche Trennung dagegen tatsächlich erfolgreich. Eventuell erleichterte bei den Größen III und V die Trennwand die erfolgreiche Trennung.

Daß ein Aufweichen der Pellets nicht durch Harn, sondern durch das Wasser aus der Tränke verursacht wurde, kann mit großer Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden. Zum einen waren in den Käfigen, in denen die Pellets mehr unter der Raufe und in Flaschennähe lagen (Typ III+ und V+), weniger Pellets aufgeweicht als in den vergleichbaren Käfigen. Zum anderen konnten die Unterschiede zwischen den Käfiggrößen auch durch das Vorkommen

von mit Fluoreszein befleckten Pellets bestätigt werden, und das Fluoreszein stammte mit Sicherheit aus dem Harn.

6.2.8 Kombination der Verteilungsbilder

In den Käfigen der Größe V war eine räumliche Trennung der einzelnen Verhaltensbereiche am deutlichsten sichtbar.

Räumliche Trennung der Orte für Kot und Aufenthalt / Ruhen

In den Käfigen der Größe V waren die Hauptaufenthaltsorte deutlich von den Hauptausscheidungsorten getrennt. Fast alle Verhaltensweisen wurden hauptsächlich in den Ecken bzw. auf den Feldern an der kurzen Käfigwand ausgeübt, so daß die „Hauptorte“ für Kot und beim Typ V+ auch für Harn weit, eigentlich maximal von diesen Orten entfernt waren. Eine ähnlich deutliche räumliche Trennung zwischen Hauptaufenthaltsort und Hauptkotort war bei den anderen Käfigtypen nur bei den „Adulten“ im Typ IV+ sichtbar.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen zeigen also, daß die Ratten, wenn sie die Möglichkeit dazu haben, deutlich dazu tendieren, Kot an anderen Orten zu hinterlassen als an ihren Hauptaufenthaltsorten.

Eine räumliche Trennung von Kotort und Nestbereich beobachteten auch BOICE (1977) und BLOM et al. (1996) bei der Ratte sowie WALLACE (1983), BÜTTNER (1994) und BLOM et al. (1996) bei der Maus.

Bei den meisten Haustieren, z.B. auch bei Hunden (MILITZER & BERGMANN, 1994), Schweinen (BUCHENAUER et al., 1982; JACKISCH et al. 1996) und Pferden (PIOTROWSKI, 1989), ist bekannt, daß sie sich um eine räumliche Trennung von Hauptaufenthalts- und Kotbereich bemühen.

In den Käfigen der Größe III und teilweise auch IV entsprachen die Hauptkotorte meist den Hauptaufenthaltsorten, manchmal auch den Hauptruheorten. Bei diesen Käfiggrößen war eine räumliche Trennung der Bereiche also nicht sicher möglich.

Räumliche Trennung der Orte für Ruhen und anderes Verhalten

In allen Käfigtypen (außer bei den „Jungtieren“ im Käfigtyp V₀) waren die Hauptruheorte auch gleichzeitig „Hauptorte“ für andere Verhaltensweisen. In keinem Käfigtyp gab es also einen Ort, der nur für Ruheverhalten „reserviert“ war.

Ratten wählen Nestbereiche, wenn sie die Möglichkeit dazu haben. Die Untersuchungen von PFEUFFER (1996) zeigten, daß die Ratten in der Wahlanordnung zum Schlafen den kleinsten Käfig aufsuchten. An diesem Ort fanden wenige „Aktivitäten“ statt. Ein Unter-

schlupf oder die gegrabene Nesthöhle bieten den Tieren Rückzugsmöglichkeiten vor äußeren Reizen und auch vor Artgenossen. Diese Möglichkeiten konnten die Ecken und der Bereich unter der Raufe, wo sich in den hier untersuchten Käfigen die Ruheorte befanden, nicht bieten.

Räumliche Trennung der Orte für Harn und Futterpellets

In allen Käfigtypen war eine räumliche Trennung der „Hauptorte“ für Harn und Futterpellets festzustellen. Diese offenbar von allen Tieren angestrebte räumliche Trennung hatte allerdings, gemessen an der Anzahl aufgeweichter Pellets, in den Käfigen der Größe III den geringsten Erfolg.

Im folgenden werden die Verteilungsbilder von Harn und Pellets mit denen von Kot und den Verhaltensweisen verglichen. Da die Verteilungen zu unterschiedlichen Zeitpunkten untersucht wurden (Harn und Pellets in der 21. Lebenswoche, Kot und Verhaltensweisen bei den „Adulten“ in der 17. bis 19. Lebenswoche), sind die folgenden Aussagen zur räumlichen Trennung nicht abgesichert und werden nur vorsichtig formuliert.

Räumliche Trennung der Orte für Harn und anderes Verhalten

Nur im Käfig Typ V+ befand sich am „Hauptort“ für Harn kein anderer „Hauptort“. Der Käfig Typ V+ bot durch die zusätzliche Trennwand die insgesamt größte Wandfläche. Da für die Wahl der Harnabsatzorte offensichtlich die Nähe zu einer Wand ausschlaggebend war, ist anzunehmen, daß im Typ V+ mehr für die Harnausscheidung „geeignete“ Orte zur Verfügung standen als in den anderen Käfigtypen. Falls die Tiere eine räumliche Trennung zwischen Harnabsatz und anderen Verhaltensweisen anstreben, ist dies am besten im Käfigtyp V+ möglich.

Räumliche Trennung der Orte für Harn und Kot

Im Gegensatz zu den Käfigtypen III₀, III₊ und IV₀ stimmten in den Käfigtypen IV₊, V₀ und V₊ die „Hauptorte“ für Kot und Harn nicht überein.

Ob die Tiere eine räumliche Trennung zwischen Harn- und Kotabsatz anstreben, konnte in dieser Untersuchung nicht geklärt werden. Falls sie es aber tun, war es erst in den größeren Käfigen möglich und wurde durch die Anwesenheit einer Trennwand erleichtert. Da sowohl Kot als auch Harn vornehmlich in Wandnähe hinterlassen werden, ist das Gelingen einer räumlichen Trennung von der Wandfläche abhängig.

Räumliche Trennung der Orte für Pellets und anderes Verhalten

In allen Käfigen außer im Typ IIIo wurden die meisten Pellets auf Feldern gefunden, auf denen sonst keine anderen „Hauptorte“ lagen.

Diese Aufteilung erscheint von Vorteil, da ein Futterdepot vermutlich kein geeigneter Aufenthaltsort ist, zum einen, weil es sinnvoll ist, das Futter zu schonen, zum anderen, weil ein Aufenthalt auf den Pellets „unbequem“ sein könnte.

GRANT (1963) beobachtete das Sozialverhalten männlicher Laborratten in einem größeren Auslauf, in dessen Mitte Futter, Holzwolle, ein Blumentopf und ein Wassertopf gestellt wurden. In einer Ecke des Auslaufs befand sich ein Unterschlupf aus Backsteinen. GRANT verglich - allerdings ohne systematische Untersuchung - die Anordnung der Gegenstände vor und nach Benutzung des Auslaufs durch die Ratten. Die Tiere trugen das Futter in und die Holzwolle direkt vor das Backsteinhäuschen. Harn fand sich in den drei restlichen Ecken des Auslaufs, der Kot in der diagonal dem Häuschen gegenüberliegenden Ecke. Blumentopf und Wassertopf waren mehr zum Rand des Auslaufs hin verschoben worden. Die Ratten strukturierten also ihren Auslauf und trennten offenbar die Bereiche Ausscheidung und Ruhen voneinander.

6.2.9 Körpergewichtsentwicklung, Futter- und Wasserverbrauch

Bezüglich der Körpergewichtsentwicklung, des Futter- und Wasserverbrauchs und der Futtermittelverwertung konnten keine Unterschiede zwischen den verschiedenen Käfigtypen festgestellt werden.

In Untersuchungen von ERNST (1994) dagegen hatten die Rattenweibchen in den größten Käfigen die niedrigsten Körpergewichte und den niedrigsten Futterverbrauch.

Dieser Unterschied zu den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung könnte methodisch bedingt sein, weil ERNST beispielsweise die Ratten in Vierer- und nicht in Dreiergruppen hielt.

In Untersuchungen von HUGHES & NOWAK (1973) und WEISS & TAYLOR (1984) zeigte sich allerdings, daß die Haltungsdichte zumindest in Käfigen der Größe III bei weiblichen Ratten keine Auswirkung auf das Wachstum hatte.

Ein Unterschied im Futterverbrauch konnte zwischen den beiden Altersstufen festgestellt werden. Die „Jungtiere“ verzehrten mehr Futter als die „Adulten“. Auch anhand des Verhaltensbudgets war dies zu erkennen, da die „Jungtiere“ häufiger und damit insgesamt einen größeren Zeitanteil mit „Fressen“ beschäftigt waren als die „Adulten“. Diese Ergebnisse entsprechen denen von ERNST (1994). In den Käfigen der „Jungtiere“ wurden auch immer mehr Kotboli gezählt als in denen der „Adulten“.

Alle Tiergruppen fraßen weniger an den Tagen, an denen sie auf Video aufgenommen wurden. Wahrscheinlich wurde ein Teil des Tagesbedarfs an Futter über die Belohnungspellets NAGETTEN gedeckt, die den Tieren zur Ablenkung während und nach der Rückenmarkierung gereicht wurden. Es könnte allerdings auch sein, daß das Ablecken der Tusche mit dazu beitrug, daß die Tiere nicht so viel fraßen.

Die Einflüsse Alter und Aufnahmezeit wirkten sich gleichmäßig auf alle Tiergruppen aus, was die auffallend konstante Reihenfolge der Verzehrsmengen bei den verschiedenen Käfigtypen zeigt.

6.2.10 Weitere Beobachtungen und Ergebnisse

Zutraulichkeit

Durch das tägliche Streicheln konnte bei allen Tieren eine für Laborratten unübliche Zutraulichkeit erreicht werden. So konnte jeglicher Umgang ohne Zwang erfolgen.

Da die Tiere sofort nach Öffnen des Käfigs durch Abnehmen der Futterraufe nach „vorne“ zu den Händen der Untersucherin kamen und sich regelrecht „aufdrängten“, gab es auch in den großen Käfigen keinerlei Probleme, die Tiere zu greifen.

ERNST (1994) dagegen beschreibt, daß bei den von ihr untersuchten Ratten in den großen Käfigen, besonders bei Anwesenheit eines Unterschlupfs, das Fluchtverhalten teilweise sehr stark ausgeprägt war und das „handling“ problematisch wurde, wohingegen sich die Tiere im Käfig Typ III sehr viel leichter greifen ließen. Es handelte sich bei den von ERNST untersuchten Ratten allerdings um Tiere, die nicht gezielt gestreichelt worden waren. HIRSJÄRVI & JUNNILA (1988) vermuten, daß der Mensch bei Ratten, die nicht gestreichelt wurden, die Angst vor einem Beutegreifer auslösen kann. Im Open field-Test zeigten solche Ratten bei Anwesenheit des Experimentators „freezing“ und ruckartige Bewegungen, wohingegen gestreichelte Ratten diese Ausdrucksformen der Angst nicht zeigten. Wenn sich Ratten, die nicht zahm sind, in kleinen leeren Käfigen gut greifen lassen, könnte das darauf zurückzuführen sein, daß die Tiere „freezing“ zeigen, da sie keine andere Möglichkeit haben, dieser für sie bedrohenden Situation zu entgehen. Ganz anders ist die Situation bei zahmen Tieren, die keine Angst vor Menschen haben und sich daher „freiwillig“ in die Hand nehmen lassen.

CLARK & GALEF (1980) stellten fest, daß Gerbale (*Meriones unguiculatus*) schwieriger beim „handling“ und sogar bissig werden, wenn man sie in Käfigen mit Unterschlupfmöglichkeit aufzieht. Bei zahmen Ratten ist wahrscheinlich nicht zu erwarten, daß sie durch eine angereicherte Haltung scheu und bissig werden. Dies widerspricht auch den Erfahrungen der Heimtierhalter.

Daß die Tiere meist sofort selbständig beim Umsetzen in den benachbarten, frisch eingestreuten Käfig kletterten, zeugt von einer „Umweltsicherheit“, die bei Laborratten offenbar nicht üblich ist, denn das Umsetzen in einen sauberen Käfig gilt als Ursache für Distress (GEBHART, 1990).

Die Beobachtungen an den hier untersuchten Tieren decken sich mit den Ergebnissen von Untersuchungen, die zeigten, daß sich Ratten, die nach dem Absetzen gestreichelt wurden, später in Verhaltenstests anders verhalten als die Kontrolltiere: Sie betreten beispielsweise schneller eine ihnen unbekannte Umgebung (in einer Explorationsbox, WILD & HUGHES, 1972) und erweisen sich als weniger „emotional“ (EELLS, 1961).

Vorkommen von Felldefekten

Wahrscheinlich rupften sich die Tiere gegenseitig durch exzessives soziales Putzen das Fell ab, denn es handelte sich häufig um Körperstellen, die für das betroffene Tier selber nicht zugänglich waren (Nacken, Hals) und die als bevorzugte Stellen für soziale Fellpflege gelten. Vermutlich spielten genetische Prädispositionen und soziale Stellung in der Gruppe eine Rolle (MILITZER & WECKER, 1986; MILITZER, 1990). MILITZER (1986) bezeichnet diese Alopecia areata als Ethopathie, der eine Hypertrophie der Fellpflege zugrundeliegen könnte. Solche Felldefekte stellen „zwar grundsätzlich Hinweise auf Mängel in der Haltung dar. Einen sicheren Indikator für nicht tiergerechte Haltungsbedingungen ... geben sie aber derzeit noch nicht ab.“

Der einzige Käfigtyp, in dem keine Felldefekte vorkamen, war der Typ V+. Im Käfig Typ IIIo traten Felldefekte am häufigsten auf. Ob das Auftreten dieser „Ethopathie“ vom Käfigtyp abhängig oder zufällig war, läßt sich aufgrund der Ergebnisse dieser Untersuchung nicht klären.

6.3 Gesamtdiskussion

Die Tiere verteilten ihr Verhalten nicht wahllos über die Käfigfläche, sondern bevorzugten bestimmte Orte. Durch ihre Wahl zeigten die Tiere, welche Orte ihnen für welches Verhalten als „geeignet erschienen“ und was für sie der „nutzbare Raum“ im Käfig war. Für die meisten Verhaltensweisen waren dies Orte in Wandnähe und die vier Ecken.

Durch die Auswahl der Orte zeigten die Tiere, daß für sie die Eigenschaften bzw. Strukturen dieser Orte entscheidende Bedeutung hatten. Die Tiere wählten mit den Orten also eigentlich deren Struktur. Daraus läßt sich ableiten, daß für die Tiere Strukturen wichtig sind. Sie bestimmen die Wahl und erfüllen offenbar bestimmte Funktionen. Die Bevorzugung der Ecken und des Bereiches unter der Raufe als Aufenthaltsorte und für viele Verhaltensweisen läßt vermuten, daß die Tiere Deckung suchen und Rückzugsmöglichkeiten brauchen.

Die Analyse der räumlichen Verhaltensaufteilung zeigte, daß bei allen Käfigen, besonders aber in den Käfigen der Größe III, an den gleichen Orten Ruhe- und Aktivverhalten stattfand. Dies bedeutet, daß die Tiere keine wirklichen Rückzugsmöglichkeiten hatten. Die vier Ecken bzw. die Nische unter der Raufe erfüllten damit nicht wirksam die Funktion des Schutzes und des Entziehens vor Störungen. Wollte ein Tier beispielsweise „ruhen“, besetzte es eine Ecke und konkurrierte dadurch mit den anderen Tieren um diesen „attraktiven“ Bereich. Zog es sich unter die Raufe zurück, wurde seine Ruhe eventuell durch Tiere gestört, die hier beispielsweise fressen oder trinken wollten.

In mehreren Untersuchungen wurde gezeigt, daß Ratten eine ihnen gebotene Unterschlupfmöglichkeit annehmen (ERNST, 1994; PFEUFFER, 1996; ESKOLA et al., 1999). Ein geeigneter Unterschlupf ermöglicht es den Tieren, sich wirklich zurückzuziehen und Störungen durch äußere Reize oder Artgenossen zu entgehen.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung zeigten, daß die vier Ecken die vier „attraktivsten“ Bereiche waren. In den Käfigen der Größe III reduzierten sich jedoch wegen der kleinen Käfigmaße die „attraktiven“ Bereiche auf die beiden Bereiche „vorne“ und „hinten“. Somit gab es in diesen Käfigen nur halb so viele Rückzugsmöglichkeiten wie in den größeren Käfigen. Vermutlich war hier die Konkurrenz der drei Tiere und der Verhaltensweisen viel stärker ausgeprägt als in den größeren Käfigen. Daher ist es besonders bemerkenswert, daß bei keiner Tiergruppe aggressives Verhalten festzustellen war. Im Vergleich dazu hatten die Tiere in den Käfigen der Größe V die Möglichkeit, größere Distanzen zueinander zu wählen, was auch ausgenutzt wurde. Ob die Konkurrenzsituation und die fehlenden Distanzmöglichkeiten in den kleinen Käfigen für die Tiere eine Belastung darstellen, konnte mit den Untersuchungsmethoden dieser Arbeit nicht festgestellt werden. Zur Abklärung könnten Untersuchungen mit streßphysiologischen Meßmethoden hilfreich sein.

Die Tiere zeigten in dieser Untersuchung deutlich die Tendenz, ihr Verhalten räumlich aufzuteilen. Dieses Bestreben ließ sich nicht in allen Käfigtypen gleich gut realisieren.

Dem Gelingen einer räumlichen Verhaltenstrennung stand offenbar das Prinzip entgegen, daß spezielle Orte wegen ihrer Eigenschaften gewählt wurden und daher nicht alle Orte für alle Verhaltensweisen gleichermaßen „geeignet“ waren.

In den Käfigen der Größe V war eine räumliche Verhaltenstrennung am besten möglich, weil hier offensichtlich am meisten „geeignete“ Orte zur Verfügung standen. In den Käfigen der Größe III dagegen mußten viele Verhaltensweisen, die die Tiere bei mehr „nutzbarem“ Raum getrennt hätten, am selben Ort stattfinden. Das Prinzip, daß bestimmte Orte aufgrund ihrer Eigenschaften gewählt werden, scheint sogar eine höhere Wertigkeit zu besitzen als das Prinzip, die Verhaltensweisen räumlich zu trennen. Denn sogar in den Käfigen der Größe III gab es Orte, die weniger benutzt wurden, wohl weil sie als „ungeeignet angesehen“ wurden. Ein deutliches Beispiel hierfür war die Verteilung der Kotboli. In den Käfigen der Größe III wurde der meiste Kot an den Orten des Hauptaufenthaltes gefunden. Kotabsatz und Aufenthalt konkurrierten also um dieselben Orte. Die Ergebnisse lassen vermuten, daß das Hinterlassen des Kotes an Orten mit bestimmten Eigenschaften (Nähe zur Wand, Ecke) höhere Priorität hat als die räumliche Trennung zwischen Kot- und Aufenthaltsort. In den Käfigen der Größe V gab es offenbar genügend für das Hinterlassen von Kot „geeignete“ Orte, so daß die Aufenthaltsorte (Ecken) freigehalten wurden, also eine räumliche Trennung zwischen Kot- und Aufenthaltsorten erfolgreich gelingen konnte.

Die hohe Priorität, Verhalten an „geeigneten“ Orten, also an Orten mit geeigneter Struktur, auszuüben, macht die Bedeutung von Strukturen für die Ratten deutlich.

Trennwand:

Die Trennwand hatte den deutlichsten Effekt auf die Verteilungsbilder in den Käfigen der Größe V. Es ist wahrscheinlich, daß sich durch die zusätzliche Wand der für die Tiere „nutzbare“ Raum vergrößerte und dadurch den Tieren mehr Orte zur Verfügung standen, die ihnen als „geeignet erschienen“. Daher waren die Verteilungsbilder im Käfig Typ V+ am differenziertesten. Hier war eine Aufteilung des Verhaltens am besten möglich. Wenn auch der Bereich neben der Trennwand nicht besonders häufig als Aufenthaltsort benutzt wurde, so bot er Platz für das Hinterlassen von Kot und Harn und für das Anlegen von Futterdepots. Da die Tiere im Käfigtyp V+ die gleichen Verteilungsbilder hätten zeigen können wie die Tiere im Typ V₀, ist anzunehmen, daß die Trennwand für diese Zwecke sogar als besonders „geeignet erschien“.

Bei der Konzeption tiergerechter Haltungen muß man berücksichtigen, daß man wirklich den für die Tiere „nutzbaren Raum“ vergrößert. STRICKLIN (1995) vermutet, daß für Ratten mehr Platz in Form einer offenen Fläche gar nicht wünschenswert ist. Wenn man nur

die Käfigfläche vergrößert, nimmt vermutlich der für die Tiere „nutzbare Raum“ nicht gleichermaßen zu, denn eine Vergrößerung der Wandfläche (also des Käfigumfangs) erfolgt nicht proportional (WHITE, 1990; STRICKLIN, 1995), und mehr Ecken als vier entstehen auch nicht.

Durch die Vergrößerung der Käfigfläche beim Typ V wurde zwar die Wandfläche ringsum vergrößert, im Zentrum des Käfigs entstand jedoch ein Freiraum, der von den Tieren wenig benutzt wurde, weil er wohl als dazu „nicht geeignet angesehen“ wurde. Um diesen Raum nutzbar zu machen, hat sich die Trennwand zwar bewährt. Als Aufenthaltsort war der Bereich neben der Trennwand jedoch nicht so „attraktiv“ wie die Ecken. Wenn man beabsichtigt, das Käfigzentrum auch für den Aufenthalt und für verschiedene Verhaltensweisen „nutzbar“ zu machen, muß man den Käfig entsprechend strukturieren. Es müssen Orte entstehen, die ähnliche Qualitäten besitzen wie die Ecken, d.h. es müßten Rückzugsmöglichkeiten geschaffen werden.

Bei der Größe IV waren in den Käfigen mit Trennwand die Verteilungsbilder sowohl von Kot als auch von Pellets konzentrierter und zwischen den Versuchsdurchgängen einheitlicher als in den Käfigen ohne Trennwand. Es ist möglich, daß die Trennwand den Tieren bei dieser Käfiggröße eine Strukturierung der Käfigfläche erleichterte.

Wahrscheinlich hatte die Trennwand auch noch andere Effekte, die mit den Methoden dieser Untersuchung nicht erfaßt werden konnten. So kann man annehmen, daß den Tieren in den Käfigen mit Trennwand durch deren Wirkung als Sichtschutz bessere Rückzugsmöglichkeiten sowohl vor den Artgenossen als auch vor Reizen außerhalb des Käfigs zur Verfügung standen, was mit einer Erhöhung des Sicherheitsgefühls der Tiere verbunden sein könnte.

Bei der Käfiggröße III kann eine Trennwand wegen der beengten Verhältnisse nicht den Sinn erfüllen, das Käfigzentrum besser „nutzbar“ zu machen. Dies zeigte auch die Untersuchung von CHMIEL & NOONAN (1996): Ein Käfig, der nur wenig größer war als die Größe III, wurde mit einer Metallwand angereichert und in einem Wahlsystem mit männlichen Ratten getestet. Die Tiere präferierten diesen Käfig nicht, d.h. die Attraktivität des Käfigs als Aufenthaltsort erhöhte sich nicht durch diese Wandstruktur.

Bei tiergerechten Haltungsformen wird durch eine geeignete Strukturierung der Raum in vom Tier nutzbare Funktionsbereiche gegliedert, so daß eine räumliche Verhaltensaufteilung auch auf engem Raum möglich wird. Im Stolba-Familienstall für Hausschweine beispielsweise werden die Buchten mit Trennwänden unterteilt, um die räumlichen Distanzen zu vergrößern (STOLBA & WOOD-GUSH, 1981).

Bei der Haltung von Mäusen (CHAMOVE, 1989) und Schweinen (NEHRING, 1981) haben sich Trennwände bewährt, um Aggressivität zwischen den Tieren zu vermindern.

Wandpräferenz

In allen Käfigen, auch in den Käfigen der Größe III, wurde das Käfigzentrum deutlich weniger benutzt als der Käfigrand. Es ist bekannt, daß Ratten offene Flächen eher meiden (ERNST, 1994). Das Zentrum im Käfig Typ IIIo kann man zwar nicht als eine „offene Fläche“ bezeichnen, trotzdem konzentrierte sich das Verhalten hauptsächlich am Käfigrand. Dieses Phänomen ist offenbar nicht abhängig von der Käfiggröße. Daß die Tiere sogar in den Käfigen der Größe III die Nähe zur Wand suchen, spricht dafür, welche große Bedeutung für die Ortswahl die Nähe zur Wand, also die Struktur eines Ortes hat.

6.3.1 Beurteilung der untersuchten Käfigtypen

Kriterium: Gelingen einer differenzierten räumlichen Verhaltensaufteilung

Die differenzierteste räumliche Verhaltensaufteilung („spezifische Raumnutzung“) wurde in den Käfigen der Größe V festgestellt. In den Käfigen der Größe III gelang eine räumliche Trennung der meisten Verhaltensweisen dagegen nicht. Die Käfige der Größe IV nahmen eine Mittelstellung ein. Die Verhaltensaufteilung gelang etwas besser, v.a. bei den „Adulten“ im Käfigtyp IV+, als in den Käfigen der Größe III.

Beurteilt man die untersuchten Käfigtypen anhand dieses Kriteriums, so ist der Käfig Typ V+ als am besten zu bewerten. Die Käfiggröße V war der Größe IV und diese der Größe III überlegen.

Nach WECHSLER (1992) muß ein tiergerechtes Haltungssystem es dem Tier ermöglichen, Verhaltensweisen aus verschiedenen Funktionskreisen an unterschiedlichen Orten ausführen zu können. Die Käfigtypen IIIo, III+ und IVo erfüllten damit diese Anforderung an ein tiergerechtes Haltungssystem am wenigsten.

Kriterium: Gelingen einer räumlichen Trennung zwischen Ruhe- bzw. Hauptaufenthaltort und Kotort

Dieses Kriterium wurde von BURE (1987), WIELAND & JAKOB (1992) und SCHMID (1992, 1994) bei Schweinen und von MILITZER & BERGMANN (1994) bei Hunden angewendet, um die Haltungssituation zu beurteilen bzw. um zu versuchen, den „minimalen Platzbedarf“ der Tiere zu ermitteln. Wenn die Tiere ihren Ruheplatz mit Kot verschmutzen, zeigt sich, daß in dieser Haltungssituation die „evoluierte Steuerung des Ausscheidungsverhaltens“ der Tiere überfordert ist (SCHMID, 1992).

Eine sichere räumliche Trennung bei beiden Altersstufen kam nur in den Käfigen der Größe V vor. Hier befanden sich die „Hauptkotorte“ in sonst kaum benutzten Käfigbereichen. In den Käfigen der Größe IV dagegen stimmten die „Hauptorte“ für Kot und Aufenthalt teilweise überein, in den Käfigen der Größe III sogar teilweise die für Kot und „Ruhe“.

Beurteilt man die untersuchten Käfigtypen anhand dieses Kriteriums, sind die Größen III und IV als nicht ausreichend zu bewerten.

Allerdings ist zu bedenken, daß alle untersuchten Käfigtypen weitgehend unstrukturiert waren. Der „minimale Platzbedarf“ der Tiere ist aber von der Strukturierung der Haltung abhängig und läßt sich daher nicht nur als reines Flächenmaß angeben.

Kriterium: Konzentrationsgrad der Kotverteilung:

BURE (1987) verwendete als Beurteilungskriterium von Schweinebuchten das Aussehen des Kotmusters der Schweine. Ein „stabiles, kleines Kotmuster“ wurde als positiv für die Tiere bewertet.

Auch WIELAND & JAKOB (1992) benutzten die räumliche Konzentration des Ausscheidungsverhaltens als Beurteilungskriterium für die Schweinehaltung. Wenn die räumliche Trennung des Ruhe- vom Explorations- und Futtersuchverhalten sowie die räumliche Konzentration des Ausscheidungsverhaltens bei Schweinen nicht mehr gewährleistet sind, wird das Wohlergehen der Tiere beeinträchtigt, so die Autoren.

In den Käfigtypen IV+, Vo und V+ zeigten sich bereits zwei Tage nach dem letzten Käfigsäubern stabile Kotmuster, die als „käfigtyp-spezifische“ Verteilungsbilder bezeichnet wurden. Der Kot wurde hier an bestimmten Stellen des Käfigs konzentriert. Anhand dieses Kriteriums sind die Käfiggrößen V und IV besser zu bewerten als die Größe III.

Kriterium: Käfigraumausnutzung

Eine „spezifische Raumnutzung“ liegt vor, wenn die verschiedenen Verhaltensweisen und Objekte an unterschiedlichen Orten konzentriert werden, also eine räumliche Trennung stattfindet (siehe auch Kapitel 3). Wird nur ein kleiner Teil der Fläche von den Tieren benutzt und gelingt eine räumliche Trennung nicht, kann die Haltung als nicht „verhaltensgerecht“ bezeichnet werden, da zu wenig „geeignete“ Orte zur Verfügung stehen (siehe auch Kapitel 6.1.13).

Die differenzierte Untersuchung der Raumausnutzung in dieser Arbeit zeigte, daß eine „spezifische Raumnutzung“ am besten in den Käfigen der Größe V, speziell im Typ V+ möglich war. Durch die Trennwand wurde das Käfigzentrum in den Käfigen der Größe V stärker zum Hinterlassen von Kot, Harn und Pellets und auch etwas mehr als Aufenthaltsbereich genutzt. Die Trennwand bewirkte also bei der Käfiggröße V eine Erhöhung der Käfigraumausnutzung.

Doch auch bei den Käfigen der Größe V häuften sich verschiedene Verhaltensweisen an bestimmten Orten, und andere Teile des Käfigs wurden nur wenig benutzt. Diese Ergebnisse zeigen, daß auch die Käfige der Größe V noch verbesserungswürdig sind. Es ist denkbar, daß durch eine geeignete Strukturierung der nutzbare Raum noch vergrößert werden kann.

Kriterium: Bewegungsmöglichkeit, Verhaltensauffälligkeiten

In den Käfigen der Größe V war die „Bewegungsaktivität“ der Tiere am größten, und die Tiere hatten die Möglichkeit, die Distanz zueinander größer zu wählen als in den kleineren Käfigen.

In den Käfigen der Größe III war die „Bewegungsaktivität“ am geringsten. Die Käfige der Größe IV nahmen eine Mittelstellung ein.

Der Empfehlung der EG-Richtlinie (Anhang II, Richtlinie des Rates, 1986), „den Tieren Bewegung zu verschaffen“, entsprachen die Käfige der Größe V am besten, die der Größe III am wenigsten.

Die von MILITZER (1986) als Ethopathie bezeichnete Hypertrophie des Pflegeverhaltens, die sich bei einzelnen Individuen als Alopecia areata manifestierte, kam bei allen Käfiggrößen vor, und zwar in allen Käfigtypen außer im Typ V+.

Scharren und Nagen an den Wänden und Nagen am Gitter kam in allen Käfigtypen vor. Dies könnte ein Hinweis darauf sein, daß alle untersuchten Käfigtypen für die Tiere nicht die optimale Haltungsform darstellten.

Einbeziehung anderer Untersuchungen und Beurteilungskriterien:

Rückzugsmöglichkeit:

Im Freigehege bauen Laborratten unterirdische Röhren mit Nestkammer (BOICE, 1977). Sie leisten also einen beträchtlichen körperlichen Aufwand, um sich einen Unterschlupf zu bauen. Daß Ratten hochmotiviert sind, einen Unterschlupf aufzusuchen, zeigten auch Untersuchungen, in denen den Tieren dazu die Möglichkeit geboten wurde (ESKOLA et al., 1999).

In den hier untersuchten Käfigen gab es ebenso wie in der Standardhaltung als Unterschlupfmöglichkeit nur die Nische, die durch die Absenkung der Futterraufe entsteht. Diese Nische wurde von den Tieren intensiv und vielfältig genutzt. Sie erlaubte jedoch keinen Rückzug vor den Käfiggenossen und war kein ungestörter Ruheort, da sie auch für viele andere Verhaltensweisen der „geeignete“ Ort war. Außerdem wird der Käfig von der Raufenseite her geöffnet, so daß den Tieren bei solch einer Störung durch den Menschen kei-

nerlei Unterschlupfmöglichkeiten bleiben. Auch die Ecken und die Trennwand konnten wahrscheinlich keine „sicheren“ Rückzugsbereiche bieten.

Lichtintensität:

Eine Lichtintensität ab 80 bis 100 lx im Käfig kann bei Albinoratten zu Retinaschäden führen (REME, 1986). Bereits ab einer Lichtintensität von 25 lx zeigen die Tiere aktives Meideverhalten, d.h. sie verlassen ihren Ruheort und suchen einen Bereich auf, der eine geringere Lichtintensität aufweist (SCHLINGMANN et al., 1993). Der Internationale Workshop von Berlin 1993 (O' DONOGHUE, 1994) empfiehlt daher, daß Tieren die Möglichkeit gegeben werden sollte, sich in dunklere Bereiche wie z.B. eine Nestbox zurückziehen zu können. Diese Empfehlung wurde vom Europarat in die „Entschließung zur Unterbringung und Pflege von Versuchstieren“ (COUNCIL OF EUROPE, 1997) aufgenommen.

In den hier untersuchten Käfigtypen gab es dagegen fast keinen Lichtgradienten. In den Käfigen waren in der Hellphase auf der gesamten Käfigfläche 80 bis 100 lx meßbar. Den Tieren fehlten somit in allen Käfigtypen entsprechende Wahl- und Rückzugsmöglichkeiten.

ESKOLA et al. (1999) untersuchten, wie Ratten einen Holzunterschlupf nutzen. Die Tiere hielten sich über 80 % der Hellphase und über 20 % der Dunkelphase in diesem Unterschlupf auf.

Eine Unterschlupfmöglichkeit hat also hauptsächlich Bedeutung in der Hellphase, in der die Tiere zum Ruhen einen abgedunkelten und geschützten Rückzugsbereich brauchen. In der vorliegenden Arbeit wurden die Ratten nur in der Dunkelphase untersucht. Es ist anzunehmen, daß die Tiere, weil sie bereits in der Dunkelphase hauptsächlich strukturierte Orte (Ecken und Raufe) für die meisten Verhaltensweisen aufsuchten, dies in der Hellphase auch taten.

Platzangebot:

Ein ausreichendes Platzangebot erlaubt es dem Tier, sich vor Drohungen durch Distanzaufbau zurückzuziehen bzw. zu fliehen (STRICKLIN, 1995; POOLE, 1998). Die in der Haltung maximal mögliche Distanz ist daher für ein Tier wahrscheinlich eine wichtige Eigenschaft des Raums (STRICKLIN, 1995).

Die Käfige der Größe V boten im Vergleich zu den kleineren Käfigen die besseren Möglichkeiten, sich durch Distanz zu entziehen. In den Käfigen mit Trennwand gab es sogar noch mehr Möglichkeiten, Distanz aufzubauen. Zwei Tiere, die beispielsweise nebeneinander auf den verschiedenen Seiten der Trennwand saßen, waren statt eines halben Zentimeters eine ganze Trennwandlänge voneinander entfernt. Durch ihre Wirkung als Sichtschutz bot die Trennwand den Tieren die Möglichkeit, sich vor Stressoren innerhalb oder außerhalb des Käfigs zurückzuziehen.

Exploration und Stimulation:

Die untersuchten Käfige enthielten, abgesehen von den Tieren selbst, keine neuen Reize und Stimuli.

Vermutlich ließ sich das Problem der Reizarmut mit Hilfe der von WECHSLER (1995) genannten „coping“ Strategien („escape, remove, search, wait“) nicht lösen. Die Tiere hatten keine Möglichkeit, aktiv etwas an ihrer Situation zu verändern, die sich auch nicht durch Abwarten oder Suchen beeinflussen ließ. Das Explorieren beschränkte sich hauptsächlich auf ein Patrouillieren in der bekannten Umgebung, die Suche nach neuen Stimuli war meistens erfolglos.

Wenigstens hatten die Tiere durch die Gruppenhaltung die Möglichkeit zur Interaktion. Die einzige Abwechslung darüber hinaus war das tägliche dreiminütige „gentling“ und das wöchentliche „handling“ zur Vorbereitung der Videoaufnahme. Daher läßt sich die hohe Bereitschaft der Tiere erklären, mit der Untersucherin zu interagieren.

Gesamtbeurteilung:

Von den in dieser Arbeit untersuchten Käfigtypen ist der Typ V+ anhand des Kriteriums „spezifische Raumnutzung“ als am besten zu beurteilen. Die Käfiggröße V war auch bei den Kriterien „Gelingen einer räumlichen Trennung von Hauptaufenthaltort und Hauptkotort“ und „Bewegungsaktivität“ der Größe IV und diese der Größe III überlegen. Die Käfige der Größe III verhinderten eine räumliche Verhaltensaufteilung und sind anhand dieses Kriteriums als „nicht verhaltensgerecht“ zu beurteilen. Auch die Käfiggröße IV erlaubte keine sichere räumliche Verhaltensaufteilung. So wird anhand dieses Kriteriums auch die Größe IV, zumindest in der unstrukturierten Form, als „nicht verhaltensgerecht“ eingeschätzt. Wahrscheinlich entspricht jedoch auch der Käfigtyp V+ nicht einer optimalen Haltungssystemform für Laborratten, weil ihm, ebenso wie allen untersuchten Käfigen, Reize und Stimuli, manipulierbare Objekte sowie wirkliche Rückzugs- und Wahlmöglichkeiten fehlen.

Schlußfolgerung:

Ratten streben danach, ihren Lebensraum in verschiedene Funktionsbereiche zu gliedern und durch ihr Verhalten zu strukturieren. Noch höhere Priorität als eine solche Verhaltensstrennung hat jedoch für die Ratten das Prinzip, das Verhalten an dafür „geeigneten“ Orten auszuführen. Für die meisten Verhaltensweisen werden von den Tieren offenbar Orte als „geeignet“ angesehen, die bestimmte strukturelle Eigenschaften besitzen (Ecke, Wand, Nische unter der Raufe). Durch ihre Wahl zeigen die Tiere, welche große Bedeutung die Struktur eines Ortes für sie hat. Ein Haltungssystem, das wie die übliche Standardhaltung kaum strukturiert ist, bietet nur wenige „geeignete“ Orte, so daß die Tiere an einer räumli-

chen Verhaltenstrennung gehindert werden. Zwar ist es bisher noch nicht möglich zu beurteilen, welche Bedeutung die räumliche Trennung der verschiedenen Verhaltensbereiche für die Tiere hat und ob es eine Belastung für die Tiere darstellt, wenn sie verhindert wird. Doch kann das Gelingen einer räumlichen Verhaltensaufteilung als zusätzliches Kriterium dienen, eine Haltungssituation zu beurteilen. Denn ein Kennzeichen einer „verhaltensgerechten“ Haltung ist, daß die Tiere unterschiedliches Verhalten an unterschiedlichen Orten ausführen können. Gelingt eine räumliche Verhaltenstrennung nicht, kann man daraus schließen, daß die Haltung nicht „verhaltensgerecht“ ist. Der Umkehrschluß ist jedoch nicht möglich, da eine „verhaltensgerechte“ Haltung noch weitere Kriterien erfüllen muß.

Will man Mindesthaltungsflächen für Ratten in Richtlinien festlegen, muß man den „minimalen Platzbedarf“ der Tiere bestimmen. Dieser hängt jedoch nicht nur von der absoluten Haltungsfläche, sondern auch von der Strukturierung der Fläche ab, da hierdurch der für die Tiere nutzbare Raum bestimmt wird. Durch eine geeignete Strukturierung des Käfigraumes (Kompartimentierung) kann der für die Tiere nutzbare Raum vergrößert und ein Gelingen der Verhaltensaufteilung auch auf kleiner Fläche ermöglicht werden. Untersuchungen der räumlichen Verhaltensorganisation in sinnvoll strukturierten Käfigen könnten damit wichtige Informationen liefern, wie ein Käfig aussehen muß, der einerseits eine räumliche Verhaltensaufteilung zuläßt, und andererseits möglichst wenig Platz beansprucht, so daß er in der Laborhaltung akzeptabel ist. Grundsätzlich sind zwei verschiedene Vorgehensweisen solcher Untersuchungen möglich: Entweder ändert man die Standardhaltung durch Einbringen von Strukturen schrittweise ab und prüft, ab wann eine räumliche Verhaltenstrennung gelingt. So kann man verschiedene Arten der Raumstruktur auf ihre Eignung testen. Oder aber man geht in umgekehrter Richtung vor, d.h. man reduziert und substituiert die Strukturen eines reichhaltigen Referenz-Haltungssystems, bis man zu dem Punkt kommt, an dem eine weitere Reduktion keine Verhaltensaufteilung mehr zuläßt. Mit der Untersuchung der räumlichen Verhaltensaufteilung steht damit eine Methode zur Verfügung, die ein objektivierbares zusätzliches Kriterium zur Beurteilung einer Haltung und zur Evaluierung von Mindestflächen liefern kann.