

## **6. Pflege und Haltung der wichtigsten Versuchstierarten**

### **6.1 Möglichkeiten der Standardisierung von Tierversuchen**

Durch die Standardisierung von Tierversuchen kann die statistische Streuung der Versuchsergebnisse deutlich reduziert und so die zur Überprüfung einer wissenschaftlichen Hypothese erforderliche Tierzahl signifikant verringert werden. Da sich dadurch die Aussagekraft und Reproduzierbarkeit tierexperimenteller Studien erhöht, liegt die Standardisierung von Tierversuchen einerseits ganz im Interesse der Tierexperimentatoren. Andererseits stellt sie aber ebenfalls eine eindeutige Forderung des Deutschen Tierschutzgesetzes dar. Ansätze zur Standardisierung von Tierversuchen können sich mit den Versuchstieren selbst beschäftigen (endogene Faktoren) oder können auf die Haltungsbedingungen der Tiere (exogene Faktoren) abzielen. Es können endogene und exogene Parameter unterschieden werden, die einen Einfluss auf Tierversuche nehmen können.:

Endogene Faktoren sind Geschlecht, Zyklusstand, Gravidität und Laktation sowie Alter und Genotyp der Versuchstiere. Alle endogenen Faktoren können prinzipiell vom Experimentator durch sorgfältige Auswahl der Versuchstiere kontrolliert werden. Dabei ist anzumerken, dass die Standardisierung des Zyklusstandes weiblicher Tiere nur in den seltensten Fällen praktiziert wird und dass der Einsatz gravider oder laktierender Tiere für Tierversuche nur legitim ist, wenn eben diese physiologischen Zustände Bestandteil einer wissenschaftlichen Fragestellung sind. Da der Standardisierung des Genotyps der Versuchstiere eine herausragende Bedeutung zukommt, wird diesem Thema ein eigenes Kapitel gewidmet.

Exogene Faktoren mit Einfluss auf Tierversuche sind die Haltungssysteme, Fütterung und Tränkung, Klima (Temperatur, Feuchte, Schadgase), Beleuchtung (Helligkeit, Licht-Dunkel-Schema) und mikrobiologischer Status der Versuchstiere. Auf die exogenen Tierversuchsfaktoren hat der Experimentator zumeist keinen Einfluss; diese werden vielmehr vom Tierhausmanagement vorgegeben. Es ist heute allgemein üblich, das Klima und in gewissem Umfang auch die Beleuchtung der Tierräume zu standardisieren. Die Haltungssysteme von Versuchstieren sowie die Versuchstierfütterung und -tränkung unterliegen in der Regel keiner Standardisierung. Da dem mikrobiologischen Status der Versuchstiere eine herausragende Bedeutung zukommt; wird dieses Thema an anderer Stelle gesondert behandelt.

### **6.2 Haltungssysteme**

Das Deutsche Tierschutzgesetz fordert, Tiere entsprechend ihrer Art und ihrer Bedürfnisse verhaltensgerecht unterzubringen. Dies impliziert, dass Versuchstiere in solchen Käfigen zu halten sind, die alle natürlichen Bewegungsmuster der Versuchstiere erlauben. Die Haltung von Tieren

in Käfigen, in denen ein Aufrichten oder Strecken des Körpers nicht möglich ist, ist tierschutzrechtlich unzulässig. An Käfigelemente, die der Aufnahme von Versuchstieren dienen, sind jedoch weitergehende Anforderungen zu stellen. So sollten die Systeme vorzugsweise aus Kunststoffen hergestellt sein, da dadurch eine gute Temperaturisolation gewährleistet wird. Zudem müssen die Käfige eine geringe Verletzungsgefahr für Personal und Tiere darstellen und ergonomischen Kriterien genügen (geringes Gewicht, leichte Wechselbarkeit, gute Stapelbarkeit). Schließlich müssen die Käfige aus hygienischen Gründen leicht zu reinigen und zu desinfizieren sein (glatte Oberfläche, Beständigkeit gegen Desinfektionsmittel, eventuell geeignet für thermische Verfahren)

Die Haltung von Mäusen und Ratten erfolgt üblicherweise in transparenten Kunststoffkäfigen, in die Einstreumaterial zur Absorption von Urin eingebracht wird. Als Einstreu wird üblicherweise Holz- oder Cellulosegranulat verwandt. Prinzipiell wird die Einzelhaltung von Mäusen und Ratten heute kritisch gesehen. Bei der Gruppenhaltung männlicher Mäuse ist allerdings Vorsicht geboten, da Mausböcke untereinander sehr aggressiv sind. Da Rattenböcke untereinander nur geringe aggressive Tendenzen zeigen, ist deren Gruppenhaltung in der Regel unproblematisch möglich. Die Haltung von Meerschweinchen und Kaninchen erfolgt zumeist in Kunststoffkäfigen, deren Boden perforiert ist und unter die jeweils eine Kotwanne geschoben wird. Die Kotwanne dient der Entmistung. Alternativ kann die Entmistung der Kaninchenkäfige auch durch eine Bandfolie erfolgen, die von einer Rolle abgespult wird (Bandentmistung). Es stehen Kaninchenkäfige zur Verfügung, die sowohl eine Einzelhaltung als auch -durch Verbund- die Bildung größerer Käfigkompartimente und somit die Haltung in größeren Tiergruppen erlauben. Alternativ zur Käfighaltung können Kaninchen auch gruppenweise in Boxen gehalten werden, die direkt auf dem Boden des Tierraums aufgestellt werden (Bodenhaltung). Bei der Haltung von Meerschweinchen und weiblichen Kaninchen ist eine Gruppenhaltung zu empfehlen. Die Gruppenhaltung männlicher Kaninchen ist kritisch zu bewerten, da die Rammler untereinander sehr aggressiv sind.

Die gesetzlichen Anforderungen an Tierhaltungsräume und Tierkäfige sind in der „Richtlinie des Rates vom 24. November 1986 zur Annäherung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten zum Schutz der für Versuche und andere wissenschaftliche Zwecke verwendeten Tiere (86/609/EWG)“ spezifiziert. Dieses Werk wird auch als sogenannte Eurorichtlinie bezeichnet. Die Eurorichtlinie werden derzeit überarbeitet. Zwar existiert bereits eine „endgültige Entwurfsversion“ der neuen Eurorichtlinie, diese Regelung ist jedoch noch nicht offiziell in Kraft getreten. Da mit der Verabschiedung der neuen Eurorichtlinie jedoch in Bälde zu rechnen ist, sind nachfolgend die Anforderungen der „endgültigen Entwurfsversion“ der modifizierten Eurorichtlinie wiedergegeben. Dabei sind lediglich die Angaben für die Spezies Maus, Ratte, Meerschweinchen und Kaninchen wiedergegeben.

**6.3 Richtlinien für Maushaltung:**

Mindesthöhe eines Käfigs:	12 cm
Mindestfläche eines Zuchtkäfigs	
für ein Zuchtpaar oder ein Zuchttrio:	330 cm <sup>2</sup>
zusätzlich pro weiterem Zuchtweibchen:	180 cm <sup>2</sup>
Mindestflächen bei Zuchtvorratsstieren	
die in einem Käfig von mindestens 1500 cm <sup>2</sup> gehalten werden:	
	pro Tier von < 20 g 40 cm <sup>2</sup>
die in einem Käfig von mindestens 950 cm <sup>2</sup> gehalten werden:	
	pro Tier von < 20 g 30 cm <sup>2</sup>
Mindestfläche eines Käfigs bei Experimentalvorrats- und Experimentalhaltung: 330 cm <sup>2</sup>	
Mindestflächen pro Tier bei Experimentalvorrats- und Experimentalhaltung:	
< 20 g	60 cm <sup>2</sup>
21-25 g	70 cm <sup>2</sup>
26-30 g	80 cm <sup>2</sup>
> 30 g	100 cm <sup>2</sup>

**6.4 Richtlinien für Rattenhaltung:**

Mindesthöhe eines Käfigs:	18 cm
---------------------------	-------

  

Mindestfläche eines Zuchtkäfigs											
für ein Zuchtweibchen:	800 cm <sup>2</sup>										
zusätzlich pro weiterem Zuchttier:	400 cm <sup>2</sup>										
Mindestflächen pro Tier bei Zuchtvorrattieren, die in einem Käfig von mindestens 1500 cm <sup>2</sup> gehalten werden :											
	<table border="1"> <tr> <td>≤50 g</td> <td>100 cm<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>51-100 g</td> <td>125 cm<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>101-150 g</td> <td>150 cm<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>151-200 g</td> <td>175 cm<sup>2</sup></td> </tr> </table>	≤50 g	100 cm <sup>2</sup>	51-100 g	125 cm <sup>2</sup>	101-150 g	150 cm <sup>2</sup>	151-200 g	175 cm <sup>2</sup>		
≤50 g	100 cm <sup>2</sup>										
51-100 g	125 cm <sup>2</sup>										
101-150 g	150 cm <sup>2</sup>										
151-200 g	175 cm <sup>2</sup>										
Mindestflächen pro Tier bei Zuchtvorrattieren, die in einem Käfig von mindestens 2500 cm <sup>2</sup> gehalten werden:											
	<table border="1"> <tr> <td>&lt; 100 g</td> <td>100 cm<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>101-150 g</td> <td>125 cm<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>151-200 g</td> <td>150 cm<sup>2</sup></td> </tr> </table>	< 100 g	100 cm <sup>2</sup>	101-150 g	125 cm <sup>2</sup>	151-200 g	150 cm <sup>2</sup>				
< 100 g	100 cm <sup>2</sup>										
101-150 g	125 cm <sup>2</sup>										
151-200 g	150 cm <sup>2</sup>										
Mindestfläche eines Käfigs bei Experimentalvorrats- und Experimentalhaltung:											
	<table border="1"> <tr> <td>bis 600 g</td> <td>800 cm<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>&gt; 600 g</td> <td>1500 cm<sup>2</sup></td> </tr> </table>	bis 600 g	800 cm <sup>2</sup>	> 600 g	1500 cm <sup>2</sup>						
bis 600 g	800 cm <sup>2</sup>										
> 600 g	1500 cm <sup>2</sup>										
Mindestflächen pro Tier bei Experimentalvorrats- und Experimentalhaltung:											
	<table border="1"> <tr> <td>&lt; 200 g</td> <td>200 cm<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>201-300 g</td> <td>250 cm<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>301-400 g</td> <td>350 cm<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>401-600 g</td> <td>450 cm<sup>2</sup></td> </tr> <tr> <td>&gt; 600 g</td> <td>600 cm<sup>2</sup></td> </tr> </table>	< 200 g	200 cm <sup>2</sup>	201-300 g	250 cm <sup>2</sup>	301-400 g	350 cm <sup>2</sup>	401-600 g	450 cm <sup>2</sup>	> 600 g	600 cm <sup>2</sup>
< 200 g	200 cm <sup>2</sup>										
201-300 g	250 cm <sup>2</sup>										
301-400 g	350 cm <sup>2</sup>										
401-600 g	450 cm <sup>2</sup>										
> 600 g	600 cm <sup>2</sup>										

**6.5 Richtlinien für Meerschweinchenhaltung**

Mindesthöhe eines Käfigs:		23 cm
Mindestfläche eines Zuchtkäfigs:		
	für ein Zuchtpaar mit Jungtieren:	2500 cm <sup>2</sup>
	pro weiterem Zuchtweibchen zusätzlich:	1000 cm <sup>2</sup>
Mindestfläche eines Käfigs bei Vorrats- und Experimentalhaltung:		
	bis 450 g	1800 cm <sup>2</sup>
	> 450 g	2500 cm <sup>2</sup>
Mindestflächen pro Tier bei Vorrats- und Experimentalhaltung:		
	< 200 g	200 cm <sup>2</sup>
	201-300 g	350 cm <sup>2</sup>
	301-450 g	500 cm <sup>2</sup>
	451-700 g	700 cm <sup>2</sup>
	> 700 g	900 cm <sup>2</sup>

## 6.6 Richtlinien für Kaninchenhaltung

Mindestkäfigflächen und Mindestkäfighöhen eines einzelnen Tiers oder eines sozial harmonisierenden Duos eines Alters > 10 Wochen:

Gewicht	Fläche	Höhe
< 3 kg	3500 cm <sup>2</sup>	45 cm
3 - 5 kg	4200 cm <sup>2</sup>	45 cm
> 5 Kg	5400 cm <sup>2</sup>	60 cm

Mindestabmessungen der Käfigfläche, der Nestboxfläche und der Käfighöhe eines einzelnen Zuchtweibchens samt Jungtieren:

Gewicht	Käfigfläche	Nestboxfläche	Höhe
< 3 kg	3500 cm <sup>2</sup>	1000 cm <sup>2</sup>	45 cm
3 - 5 kg	4200 cm <sup>2</sup>	1200 cm <sup>2</sup>	45 cm
> 5 kg	5400 cm <sup>2</sup>	1400 cm <sup>2</sup>	60 cm

Maximale Anzahl an Tieren eines Alters < 7 Wochen pro Käfig einer Fläche von mindestens 4000 cm<sup>2</sup> und einer Höhe von mindestens 40 cm: 5

pro zusätzlichem Tier eines Alters < 7 Wochen zusätzlich 800 cm<sup>2</sup>

Maximale Anzahl an Tieren eines Alters von 8 - 10 Wochen pro Käfig einer Fläche von mindestens 4000 cm<sup>2</sup> und einer Höhe von mindestens 40 cm: 3

pro zusätzlichem Tier eines Alters 8 - 10 Wochen zusätzlich 1200 cm<sup>2</sup>

Bei Kaninchenhaltung wird dringend der Einsatz von erhöhten Liegebrettern empfohlen. Auf den Einsatz dieser Haltungselemente kann verzichtet werden, wenn experimentelle oder veterinärmedizinische Gründe dafür bestehen. In diesem Fall sollten die oben aufgeführten Käfigflächen bei Einzelhaltung um 33% und bei gemeinsamer Haltung von mindestens 2 Kaninchen um 60% erhöht werden.

Für Fläche und Höhe der Liegebretter gelten folgende Empfehlungen:

Alter (Wochen)	Körpergewicht	Abmessung der Liegebretter (cm x cm)	Höhe der Liegebretter (cm)
< 10		55 x 25	
> 10	< 3	55 x 25	25
	3 - 5 kg	55 x 30	25
	> 5 Kg	60 x 35	30

## 6.7 Fütterung

Die Fütterung von Versuchstieren muss einerseits die ausreichende energetische Versorgung der Tiere gewährleisten. Darüber hinaus müssen die Futtermittel so zusammen gesetzt sein, dass die Entstehung von Mangelkrankheiten sicher verhindert wird. Zur Bearbeitung entsprechender wissenschaftlicher Fragestellungen kann es notwendig sein, Futtermittel einzusetzen, die zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen der Versuchstiere führen. Dies darf jedoch nur im Rahmen genehmigter Tierversuchverfahren erfolgen. Viele Tierexperimentatoren nehmen fälschlicherweise an, die Zusammensetzung der Versuchstierfuttermittel sei standardisiert. Dabei handelt es sich jedoch um einen Trugschluss; es existieren weder nationale noch internationale Richtlinien für die Herstellung von Versuchstierfutter. Der hauptsächliche Grund für die fehlende Standardisierung von Versuchstierfuttermitteln liegt in der stark wechselnden Qualität der Ausgangsstoffe, die aus ökonomischen Gründen üblicherweise für die Herstellung verwandt werden.

Bei der Fütterung von Versuchstieren werden vorzugsweise Alleinfuttermitteln eingesetzt. Alleinfuttermittel können die artgerechte Ernährung der Tiere prinzipiell alleine, d. h. ohne den Einsatz weiterer Futtermittel, gewährleisten. Versuchstierarten wie Mäuse, Ratten, Hamster und Schweine können als omnivore Spezies unproblematisch ausschließlich mit Alleinfuttermitteln ernährt werden. Alleinfuttermittel werden nach der Reinheit der zur Herstellung verwandten Ausgangsstoffe unterschieden:

- Alleinfuttermittel auf der Basis von Getreide (=non-purified diet, =cereal-based diet): Alleinfutter auf der Basis von Getreide werden mit Abstand am häufigsten zur Fütterung von Versuchstieren eingesetzt. Diese Futtermittel sind aus unterschiedlichen Getreiden zusammengesetzt, die gemahlen, gemischt und gepresst werden. Futtereigenschaften wie Energie-, Protein-, Kohlenhydrat-, Fett-, Mineral- und Vitamingehalt können durch die Zusammensetzung der Ausgangsmaterialien in gewisser Weise variiert werden. Die Qualität von Alleinfuttermitteln auf der Basis von Getreide wird kontrolliert, indem die Futterzusammensetzung im Rahmen einer sogenannten Weenderanalyse bestimmt wird. Bei dieser Analyse werden Rohwasser, Rohasche, Rohfett, Rohprotein, Rohfaser und Stickstoff-freie Extraktstoffe (=Kohlenhydrate excl. Rohfaser) auf ökonomische Weise gemessen. Das Adjektiv „Roh-“ besagt dabei, dass die Weenderanalyse keine chemisch exakte Bestimmung der aufgeführten Inhaltsstoffe leistet, sondern dass durch die Analyse bestimmte Stoffgruppen zusammengefasst werden. So erfolgt beispielsweise die Bestimmung des Rohproteins bei der Weenderanalyse über die Quantifizierung des Stickstoffgehalts des Futtermittels. Dabei wird bewusst in Kauf genommen, dass auch bestimmte Nicht-Proteine Stickstoff enthalten. In Abhängigkeit von Charge, Lagerungsart und -dauer sowie vom Verarbeitungsverfahren können bei Al-

leinfuttermitteln auf der Basis von Getreide starke Schwankungen der wertbestimmenden Anteile auftreten. Zudem können diese Futtermittel stark mit Toxinen oder Mikroorganismen belastet sein. Alleinfuttermittel auf der Basis von Getreide können offen oder geschlossen formuliert sein. Bei offener Formulierung können ganz unterschiedliche Ausgangskomponenten zur Futtermittelherstellung verwandt werden; bei geschlossener Formulierung finden stets die gleichen Ausgangskomponenten, jedoch in unterschiedlichen Mengen, Verwendung.

- Alleinfuttermittel aus reinen Komponenten (=purified diet): Diese Futtermittel bestehen aus isolierten Proteinen (z.B. Kasein, extrahiertes Sojaprotein), aufgereinigten Kohlenhydraten (z.B. Mais-, Reis-, Kartoffelstärke) und pflanzlichen Ölprodukten. Alleinfuttermittel aus reinen Komponenten zeigen nur geringe Schwankungen der wertbestimmenden Anteile. Darüber hinaus weisen sie keine oder nur geringfügige Belastungen mit Toxinen oder Mikroorganismen auf. Aus ökonomischen Gründen bleibt ihr Einsatz jedoch Spezialanwendungen vorbehalten.
- Chemisch definierte Alleinfuttermittel (=chemically defined diet): Diese Alleinfuttermittel werden aus synthetisch hergestellten Aminosäuren, Zuckern, isolierten Fettsäuren und Mineralstoff- und Vitaminvormischungen mit jeweils hohen Reinheitsgraden zusammengemischt. Die Verwendung bleibt speziellen Fragestellungen vorbehalten.

Während bestimmte Versuchstierarten ganz unproblematisch mit Alleinfuttermitteln auf der Basis von Getreiden ernährt werden können, stellen andere Tierspezies höhere Anforderungen. So sind beispielsweise reine Pflanzenfresser (herbivore Spezies) auf einen hohen Anteil strukturierter Rohfaser (vorwiegend Zellulose) in der Nahrung angewiesen. Der ausschließliche Einsatz von Alleinfuttermitteln auf der Basis von Getreide kann bei Pflanzenfressern deshalb zu Gesundheitsproblemen führen. Bei der Fütterung von Pflanzenfressern kommen deshalb sogenannte Ergänzungsfuttermittel zum Einsatz. Ergänzungsfuttermittel dienen dazu, zusammen mit einem anderen Futtermittel, wie einem Einzelfuttermittel, oder in Kombination miteinander den tierischen Nährstoffbedarf zu decken. Dabei können folgende Ergänzungsfuttermittel unterschieden werden:

- Rauhfutter: Dabei handelt es sich um Ergänzungsfuttermittel, die einen hohen Anteil strukturierter Rohfaser enthalten (Heu, Stroh). Bei Pferden und Wiederkäuern (Rinder, Schafe, Ziegen) ist die Zufütterung von Rauhfutter zwingend erforderlich, bei Kaninchen und Meerschweinchen wird sie dringend empfohlen.
- Saftfutter: Dabei handelt es sich um Ergänzungsfuttermittel, die durch einen hohen Wassergehalt gekennzeichnet sind (z. B. Kohl, Mohrrüben, Äpfel, Rüben, Kartoffeln). Saftfutter

werden häufig bei der Fütterung landwirtschaftlicher Nutztiere eingesetzt. Dabei ist sorgfältig auf Verderb der Saftfuttermittel zu achten.

- Ergänzungsfuttermittel auf Getreidebasis (z. B. Hafer, Haferflocken, Getreideschrote). Auch dieser Typ von Ergänzungsfuttermittel wird häufig bei der Fütterung landwirtschaftlicher Nutztiere eingesetzt.

Tierische Alleinfuttermittel können auf unterschiedliche Weise technisch präpariert werden:

- Mehle: Der Einsatz von Mehlen ist insbesondere bei Nagetieren kritisch zu sehen, da die Tiere das Material leicht zerstreuen können. Zudem besteht die Gefahr der Entmischung des Mehls.
- Breie: Breie werden wegen des rasch eintretenden mikrobiologischen Verderbs eher selten bei Versuchstieren eingesetzt. Kommen Sie dennoch zum Einsatz, muss eine sorgfältige Hygieneüberwachung stattfinden. Statt Breien können auch eingeweichte Futterpellets eingesetzt werden.
- Pellets: Bei dieser Futterpräparation werden die Ausgangsmaterialien mit Wasserdampf behandelt und über einen Zeitraum von 30 Sekunden bei Temperaturen von ca. 75 °C - 80 °C zusammengepresst. Die thermische Behandlung entspricht einem Niederpasteurisierungsverfahren (high temperature – short time). Der Einsatz von Futterpellets ist bei Versuchstieren, insbesondere bei Nagetieren und Kaninchen, sehr stark verbreitet. Futterpellets sind in der Regel mikrobiologisch stark belastet. Dies kann zur Gefährdung des Hygienestatus von Versuchstieren führen. Pellets können jedoch durch Autoklavierung beispielsweise bei 121 °C über einen Zeitraum von 20 Minuten sterilisiert werden. Bei der thermischen Behandlung kommt es zu starken Vitaminverlusten. Thermisch zu behandelndes Futter muss deshalb besonders mit Vitaminen angereichert sein („Übervitaminisierung“ oder „fortified“). Übervitaminisierte Futtermittel müssen vor der Verfütterung autoklaviert werden, da sie ansonsten zu Hypervitaminosen führen können. Futterpellets haben eine sehr harte Konsistenz, die durch die Autoklavierung noch zusätzlich erhöht sich.
- Extrudiertes Futter: Beim Extrudieren wird das Futterausgangsmaterial ca. 10 Sekunden lang auf eine Temperatur von 130 - 160 °C erhitzt. Diese thermische Behandlung entspricht einem Ultra-Hochtemperatur-Verfahren. Die entstehenden Futterkügelchen sind zwar nicht steril, aber deutlich geringer mikrobiologisch belastet als Futterpellets. Extrudiertes Futter kann nicht mehr autoklaviert werden. Die Wahrscheinlichkeit, mit extrudiertem Futter einen SPF-Tierhaltungsbereich mit Tier-pathogenen Mikroorganismen zu kontaminieren, ist jedoch extrem gering. Da extrudiertes Futter spezifisch leichter als pelletiertes Futter ist, muss bei ad

libitum Fütterung häufiger nachgefüttert werden. Zudem sind extrudierte Futtermittel deutlich weicher als Futterpellets, weshalb bei ad libitum Gabe extrudierter Futtermittel an Versuchstiere stärkere Gewichtszunahmen und raschere Verfettung im Vergleich zur Pelletfütterung zu beobachten sind.

Bei der Fütterung von Versuchstieren können unterschiedliche Techniken zum Einsatz kommen:

- **Ad libitum Fütterung:** Bei dieser Fütterungsart haben die Tiere zu jedem Zeitpunkt Zugang zum Futter. Ad libitum Fütterung führt prinzipiell zur raschen Verfettung der Tiere, sie ist jedoch aus ökonomischen Gründen, insbesondere bei Labornagern, weit verbreitet. Bei ad libitum Fütterung nehmen die Tiere in ihrer Aktivitätsperiode deutlich mehr Futter auf als in der Inaktivitätsperiode. So nehmen ad libitum gefütterte nachtaktive Labornager beispielsweise mehr Futter in der Dunkelperiode als in der Helligkeitsphase auf.
- **Zeitbegrenzte Fütterung:** Bei dieser Fütterungsart können die Versuchstiere über definierte Zeiträume soviel Futter zu sich nehmen, wie sie möchten. Die zeitbegrenzte Fütterung wird üblicherweise nur im Rahmen von Tierversuchen und nicht zur Routinefütterung eingesetzt.
- **Beschränkte Fütterung:** Bei beschränkter Fütterung wird die Futterraufnahme quantitativ begrenzt. Dabei darf die Mengenbeschränkung kein Ausmaß annehmen, welches zu Unterernährung oder Mangelsituationen führt. Vielmehr soll bei der beschränkten Fütterung eine definierte energetische Grenze oder eine definierte Nährstoffquantität nicht überschritten werden. Die beschränkte Fütterung kann zum Ausgleich der Futterraufnahme unterschiedlicher Tiere (Kontrolltiere versus Testtiere) herangezogen werden.
- **Paarfütterung:** Die Paarfütterung ist eine spezielle Form der beschränkten Fütterung. Dabei wird zunächst jedem Tier einer Versuchsgruppe genau ein Partner aus der Behandlungsgruppe zugeordnet. Die Kontrolltiere erhalten jeweils genau die gleiche Futtermenge und -qualität, die ihr Partner aus der Versuchsgruppe einen Tag zuvor verspeist hat. Durch die Paarfütterung kann die Futterraufnahme von Kontroll- und Behandlungsgruppe genau ausgeglichen werden.

## 6.8 Tränkung

Den Versuchstieren ist jederzeit sauberes Trinkwasser zur Verfügung zu stellen. Da Trinkwasserentzug sehr rasch zum Tod führt, muss der Kontrolle der Trinkwasserversorgung der Versuchstiere größte Aufmerksamkeit gewidmet werden. Darüber hinaus ist die Verkeimung des Trinkwassers durch geeignete Maßnahmen zu verhindern. Die Verabreichung des Trinkwassers an die Versuchstiere kann entweder über Flaschen oder über automatische Tränkesysteme erfol-

gen. Eine Flaschentränkung wird üblicherweise bei Nagetieren und Kaninchen eingesetzt. Hierbei ist zu beachten, dass sämtliche Flaschen und Tränkenippel in angemessenen regelmäßigen Abständen zerlegt, gereinigt und desinfiziert/sterilisiert werden. Üblicherweise werden alle Trinkwasserflaschen ca. einmal wöchentlich durch saubere und desinfizierte/sterilisierte Flaschen mit frischem Tränkewasser ersetzt. Selbstverständlich sind alle leeren oder fast leeren Wasserflaschen oder solche, die sichtbar verschmutztes Trinkwasser enthalten, unverzüglich zu wechseln. Automatische Tränkevorrichtungen werden üblicherweise bei größeren Tierspezies wie Ziegen, Schafen oder Schweinen eingesetzt. Die automatischen Systeme sind regelmäßig zu überprüfen, zu warten und zu durchspülen, damit Defekte und eine Verkeimung des Wassers vermieden werden. Zur Tränke von Versuchstieren können folgende Wasserqualitäten eingesetzt werden:

- Demineralisiertes Wasser (frei von Mineralstoffen): Ein Teil der Versuchstierkundler steht der Tränkung von Versuchstieren mit demineralisiertem Trinkwasser kritisch gegenüber, da Mineralmangelsituationen der Versuchstiere befürchtet werden. Es muss jedoch angemerkt werden, dass sich in der Literatur keinerlei Hinweise zur Unterstützung dieser Hypothese finden. Darüber hinaus wird demineralisiertes Trinkwasser in einer Vielzahl von Tierhaltungen eingesetzt, ohne dass bisher Mangelerkrankungen der Versuchstiere beschrieben worden wären. Demineralisiertes Trinkwasser kommt in solchen Tierhaltungen zum Einsatz, in denen das Wasser routinemäßig aus hygienischen Gründen autoklaviert wird. Durch den Einsatz von demineralisiertem Wasser kann die Bildung von freiem Kalk bei der thermischen Behandlung vermieden werden. Kalkrückstände im Trinkwasser sind sehr gefürchtet, da sie die Tränkenippel der Wasserflaschen verstopfen und so zum Verdursten der Tiere führen können.
- Entkalktes Wasser (Austausch von  $\text{Ca}^{2+}$  und  $\text{Mg}^{2+}$  Ionen durch  $\text{Na}^{+}$  Ionen): Gegen den Einsatz von entkalktem Wasser zur Tränkung von Versuchstieren bestehen keine versuchstierkundlichen Bedenken. Wie demineralisiertes Wasser wird auch entkalktes Wasser in solchen Tierhaltungen eingesetzt, in denen das Trinkwasser aus hygienischen Gründen autoklaviert werden muss.
- Übliches Trinkwasser (Leitungswasser): Bei der Verwendung von dieser Wasserqualität sind die üblichen quantitativen und qualitativen regionalen Schwankungen der Mineralgehalte (z. B. Kalk- und Eisengehalt) zu berücksichtigen.

## 6.9 Klima

In Versuchstierhaltungen muss zwischen dem Klima im Raum selbst (=Raumklima) und dem Klima im einzelnen Tierhaltungskäfig (Mikroklima) unterschieden werden. Raumklima und Mikroklima können sich durchaus in gewissen Grenzen unterscheiden. Die Standardisierung des Raumklimas von Tierhaltungen bezüglich Temperatur, Luftfeuchte und Raumluftrate stellt eine tierschutzrechtliche Forderung dar. In diesem Zusammenhang wird von einer Klimakonstanz der Tierhaltungsräume gesprochen. Der Klimakonstanz kommt eine große tierexperimentelle Bedeutung zu, da bekannt ist, dass die Ergebnisse beispielsweise von pharmakologischen und toxikologischen Tierexperimenten in starker Weise von der Haltungstemperatur der Tiere abhängen. Im Einzelnen legt der Gesetzgeber folgende Klimaanforderungen an Tierhaltungsräume fest:

- Temperatur der Tierhaltungsräume:
  - 22 - 24 °C (bei Maus-, Ratten-, Hamster-, Gerbil- oder Meerschweinchenhaltung)
  - 15 - 21 °C (bei Kaninchen-, Frettchen- oder Hühnerhaltung)
  - 10-24 °C (bei Schweine-, Ziegen-, Schaf-, Rinder- oder Pferdehaltung)
- Relative Luftfeuchte: 55 % +/- 10 %. Eine relative Luftfeuchte von weniger als 40 % und mehr als 70 % sollte über längere Zeiträume in Tierhaltungsräumen vermieden werden, da sie zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen der Versuchstiere führen kann.
- Luftaustauschrate: 15-20 pro Stunde. Durch das Belüftungssystem von Tierräumen sollen Frischluft zugeführt und Gerüche, Schadgase, Staub und Krankheitserreger jeglicher Art so weit wie möglich abgeführt werden. Das Belüftungssystem dient auch zur Beseitigung überschüssiger Wärme und Feuchtigkeit. Unter bestimmten Bedingungen, wenn die Belegungsdichte gering ist, können in Tierhaltungsräumen 8 bis 10 Luftwechsel pro Stunde ausreichen oder es kann eventuell sogar auf eine Zwangslüftung verzichtet werden. Unter anderen Bedingungen könnte eine wesentlich höhere Luftaustauschrate erforderlich sein. Das Belüftungssystem von Tierhaltungsräumen sollte so ausgelegt sein, dass schädliche Zugluft vermieden wird.
- Die Klimaanlagen von Tierhaltungsräumen sind an ein elektronisches Überwachungssystem anzuschließen, so dass bei Lüftungsausfall unverzüglich geeignete Gegenmaßnahmen ergriffen werden können, um gesundheitliche Schäden der Versuchstiere zu vermeiden.

## 6.10 Beleuchtung

Bei der Gestaltung der Beleuchtung von Tierräumen ist einerseits der Licht-Dunkel-Rhythmus und andererseits die Helligkeit zu beachten. Die Kontrolle dieser Parameter ist nur möglich, wenn die Versuchstierräume entweder ohne Fenster sind, was üblicherweise auch der Fall ist,

oder wenn die Fenster verdunkelt werden. Bei den meisten Versuchstierspezies wird ein Licht-Dunkel-Rhythmus von 12 Stunden Helligkeitsphase und 12 Stunden Dunkelphase eingestellt. Es gibt jedoch auch Ausnahmen. So ist beispielsweise zur Zucht von Hamstern oder Meerschweinchen (Langtagzüchter!) eine längere Helligkeitsperiode (üblicherweise 14 Stunden) zu wählen.

Für die Durchführung von Tierpflegearbeiten muss aus Gründen des Arbeitsschutzes eine ausreichende Helligkeit gewährleistet sein. Üblicherweise wird hierfür ein Helligkeitswert von ca. 500 Lux etabliert. Dieser Wert kann jedoch bei nachtaktiven Tieren wie Mäusen, Ratten oder Hamstern, insbesondere bei albinotischen Stämmen, bereits zu Augenschädigungen (phototoxische Retinopathie) führen. Deshalb sollte bei solchen Tieren für eine dunkle Rückzugsmöglichkeit im Käfig gesorgt werden. Zusätzlich kann die Raumhelligkeit während der Abwesenheit des Personals mittels eines Dimmers auf Werte von ca. 200 – 300 Lux herabgesetzt werden.

### **6.11 Geräusche, Lärm**

Lärm ist ein wichtiger Störfaktor im Tierlaboratorium. Dabei muss berücksichtigt werden, dass viele Versuchstierspezies (z. B. Maus und Ratte) Frequenzen oberhalb der menschlichen Hörschwelle von ca. 20.000 Hz wahrnehmen können. Um Störungen des Verhaltens zu vermeiden, sind laute Arbeitsplätze und technische Einrichtungen, insbesondere wenn von diesen dabei Ultraschallwellen emittiert werden (z. B. Waschmaschinen, Computermonitore), von der Tierhaltung fernzuhalten. Im leeren Tierraum sollten die durch die technischen Einrichtungen wie raumlufttechnische Anlagen usw. erzeugten Geräusche möglichst 52 dB (A) nicht überschreiten. Gedämpfte Musik hingegen und Gegensprechanlagen zeigen keinen ungünstigen Effekt auf das Verhalten der Versuchstiere. Durch den Einsatz von Filtertopfkäfigen wird eine Dämpfung von Lärm und Geräuschen des Tierraums erreicht. Andererseits können bei IVC-Systemen mit direkter Anbindung der Käfige an ein Lüftungssystem eventuell Ventilatorengeräusche zu den Tieren übertragen werden.

### **6.12 Angereicherte Tierhaltungsumgebung („Environmental Enrichment“)**

Im § 1 des Deutschen Tierschutzgesetzes wird der Schutz des Wohlbefindens von Tieren gefordert. Das animale Wohlbefinden kann nur in einer Umgebung gewährleistet werden, die den Tieren entsprechende Anreize bietet. In diesem Zusammenhang wird von einer angereicherten Umgebung („environmental enrichment“) gesprochen. Das „environmental enrichment“ beinhaltet die Ermöglichung sozialer Aktivitäten, d.h. eine Gruppenhaltung von Tieren ist einer Einzelhaltung vorzuziehen. Sofern die Einzelhaltung unabdingbar ist, sollte auf visuelle, akustische oder olfaktorische Kontaktmöglichkeiten geachtet werden. Über soziale Aktivitäten hinaus kann eine Umgebungsanreicherung durch Futtersuche, durch die passive Ermöglichung bzw. Begünstigung

physischer Aktivitäten oder durch aktive Herbeiführung geeigneter tierischer Verhaltensweisen erreicht werden.

Die Notwendigkeit zur Anreicherung der Umgebung von Versuchstiere wird von der Mehrzahl der Versuchstierkundler anerkannt. Zur Bewertung von unterschiedlichen Umgebungsanreicherungen stehen prinzipiell verhaltensbiologische und stressphysiologische Ansätze zur Verfügung. Bei den verhaltensbiologischen Ansätzen kann einerseits das Verhalten von Versuchstieren mit dem von Artgenossen verglichen werden, die unter „semiwild“ Bedingungen gehalten werden. Zeigen die Versuchstiere Einschränkungen ihres Verhaltensrepertoires in Vergleich zur „semiwild“ Kontrolle, so ist dies ein Hinweis auf ein eingeschränktes Wohlbefinden, welches durch Anreicherungsmaßnahmen zu kompensieren ist. Alternativ können Tiere vor die Wahl gestellt werden, sich in verschieden ausgestatteten Arealen aufzuhalten (Wahlverhalten). In Arealen, die stärker gemieden werden, wird von einem beeinträchtigten Wohlbefinden der Tiere ausgegangen. Eine sehr elegante, aus der Marktpsychologie stammende Methode der verhaltensbiologischen Beurteilung von Umgebungsanreicherungen stellt die Bestimmung der „Elastizität der Nachfrage“ dar. Hierbei müssen die Tiere Arbeit verrichten, um in den Genuss einer bestimmten angereicherten Umgebung zu kommen. Die Methode hat im Gegensatz zum „semiwild“- und Wahlverhaltenansatz den Vorteil, dass sie präziser zwischen Umgebungsanreicherungen diskriminieren kann, die für das Wohlergehen essentiell sind bzw. Luxus darstellen. Im ersten Fall wird die sukzessive Erschwerung des Zutritts zum angereicherten Areal einen geringen Einfluss auf die Nutzung haben, d. h. es wird gegebenenfalls sehr stark dafür gearbeitet, um in das angereicherte Areal zu gelangen. In dieser Situation wird von einer geringen Nachfrageelastizität gesprochen. Im anderen Fall wird die Erschwerung des Zutritts einen deutlichen Einfluss auf die Arealnutzung haben, d. h. bei entsprechend starkem Arbeitsaufwand wird die angereicherte Umgebung kaum noch genutzt, die Nachfrage nach dem angereicherten Areal unterliegt offensichtlich einer starken Elastizität.

Bei stressphysiologischen Ansätzen zur Beurteilung von Umgebungsanreicherungen von Versuchstieren wird gemessen, ob das zu testende Areal eine Stressreaktion der Tiere induziert. Ist dies der Fall, so wird von einem beeinträchtigten Wohlbefinden der Versuchstiere im Testareal ausgegangen.

In der bereits erwähnten „endgültigen Entwurfsversion“ der modifizierten Eurorichtlinie finden sich folgende Angaben über die Umgebungsanreicherung von Versuchstiershaltungen:

1. Bei Tierarten mit geselligem Zusammenleben soll eine Gruppenhaltung praktiziert werden, solange die Gruppen stabil und harmonisch sind. Solche Gruppen können auch bei der Haltung männlicher Mäuse, adulter Hamster und Gerbils erreicht werden, wenn auch teilweise

mit Schwierigkeiten, weil innerhalb der Gruppenmitglieder aggressives Verhalten auftreten kann.

2. Tiere können in solchen Fällen einzeln gehalten werden, in denen ansonsten die Gefahr nachteiliger Effekte oder einer Schädigung besteht. Das Auseinanderreißen stabiler harmonischer Gruppen sollte vermieden werden, da dies zu starken Stressreaktionen führen kann.
3. Die Käfige und deren Anreicherung sollen so gestaltet sein, dass den darin gehaltenen Tieren ein normales Verhalten ermöglicht wird.
4. Einstreu- und Nestbaumaterial sowie Rückzugsmöglichkeiten stellen wichtige Ressourcen für Nagetiere dar, die sich in der Zucht, in der Vorrathaltung oder in der Experimentalhaltung befinden. Diese Mittel sollten den Versuchstieren nur dann vorenthalten werden, wenn ein experimenteller oder veterinärmedizinischer Grund gegeben ist. Das Nestbaumaterial sollte so beschaffen sein, dass die Tiere es selbst manipulieren und ein Nest herstellen können. Alternativ zum Nestbaumaterial können den Tieren Nestboxen zur Verfügung gestellt werden. Das Einstreumaterial dient primär der Absorption von Urin, wird aber auch von den Versuchstieren genutzt, um Urinmarkierungen zu hinterlassen. Nestbaumaterial ist wichtig für Mäuse, Ratten, Hamster und Gerbils; Nestboxen für Meerschweinchen, Hamster und Ratten. Meerschweinchen sollten immer mit manipulierbarem Material wie Heu zum Kauen und als Versteckmöglichkeit versehen werden.
5. Holzstöckchen zum Kauen und Nagen sollten bei allen Nagetierarten als Anreicherungs-material in Betracht gezogen werden.
6. Viele Nagetierarten versuchen, ihren Käfig in Areale zum Fressen, zum Ruhen, zum Urinieren und Koten sowie zum Futtersammeln zu unterteilen. Die Unterteilung muss nicht auf physische Barrieren sondern kann auf Geruchsmarkierungen beruhen. Um die Komplexität der Umgebung darüber hinaus anzureichern, wird der Einsatz von Schläuchen, Häuschen oder Klettergestellen empfohlen.
7. In der Kaninchenhaltung kann eine Umgebungsanreicherung durch Ballaststoffe, Heublöcke, Kaustöckchen und durch die Bereitstellung von Rückzugsmöglichkeiten erreicht werden. Bei Bodenhaltung von Kaninchen in Gruppen sollten Sichtbarrieren und Rückzugsmöglichkeiten sowie Ausblickeinrichtungen bereitgestellt werden.

### **6.13 Gesundheitskontrolle**

In jeder Tierhaltung muß eine regelmäßige Betreuung des Tierbestands sowie eine Überwachung der Unterbringung und Pflege vorzugsweise durch tierärztliches Personal oder alternativ durch andere sachkundige Personen stattfinden.

### **6.14 Transport von Tieren**

Für Tiere stellen Transporte eine starke Belastung dar. In Deutschland müssen Tiertransporte den Anforderungen der Verordnung zum Schutz von Tieren beim Transport (Tierschutztransportverordnung) genügen. Wer Versuchstiere aus sogenannten Drittländern (entspricht etwa den nicht zur EG gehörenden Ländern wie z. B. USA) einführen will, bedarf der Genehmigung durch die zuständige Behörde (Importerlaubnis). Selbstverständlich muss der Empfänger vor dem Tiertransport ein Hygienezeugnis vom Empfänger einholen (siehe Manuskript „Hygiene in Versuchstierhaltungen“). Zudem müssen Sender und Empfänger die Bedingungen und das Timing des Transports abstimmen. Kranke Versuchstiere dürfen nicht transportiert werden. Die Transportbehältnisse müssen so beschaffen sein, dass den Tieren genügend Raum zur Verfügung steht, dass sich die Tiere nicht verletzen können, dass Schutz vor schädlichen Witterungseinflüssen geboten ist und dass eine ausreichende Lüftung gewährleistet ist. Die Transportmittel sind an gut sichtbarer Stelle der Außenseite mit der Angabe „lebende Tiere“ oder einer gleichbedeutenden Angabe zu versehen. Es ist sicherzustellen, dass beim Transport von Tieren eine sogenannte Transporterklärung mitgeführt wird, die Angaben über Herkunft und Eigentümer der Tiere, über Versandort und Bestimmungsort sowie über Tag und Uhrzeit des Verladebeginns enthält.

### **6.15 Weiterführende Literatur**

Van Zutphen LFM, Baumans V, Beynen AC (eds) (1995) Grundlagen der Versuchstierkunde, Gustav Fischer, Stuttgart, Jena, New York

Weiss J, Maeß J, Nebendahl K (eds) (2003) Haus- und Versuchstierpflege, Enke, Stuttgart