

8. GEBÄUDE UND TECHNIK

8.1 Allgemeine Grundsätze bei der Planung

8.2 Flexibilität

8.3 Raumgrößen und Raumausstattung

8.4 Käfiggrößen und Käfigmaterialien

8.5 Baumaterialien

8.6 Installationen

8.7 Raumluftkonditionierung

8.7.1 Raumtemperatur

8.7.2 Luftfeuchtigkeit

8.7.3 Luftwechselraten

8.7.4 Luftdruck

8.7.5 Luftfilter

8.7.6 Lufttechnische Versorgung von IVC-Systemen

8.8 Raumbegasung/-desinfektion

8.9 Trinkwasseraufbereitung

8.10 Beleuchtung

8.11 Geräusche und Lärm

8.12 Spezielle technische Fragen

8.13 Hinweise zu Kapazitäts- und Kostenplanungen

8. GEBÄUDE UND TECHNIK

8.1 Allgemeine Grundsätze bei der Planung

Die Planung versuchstierkundlicher Einrichtungen hat auf den späteren Betrieb einen erheblichen Einfluß, da sie u.a.

- das Wohlbefinden der Tiere und deren Zuchtverhalten
- die Qualität der Versuchsergebnisse
- die Arbeitsbedingungen der dort tätigen Menschen
- die Betriebsabläufe
- die Investitions- und Betriebskosten
- die Möglichkeit späterer Nutzungsänderungen (-> Flexibilität; vgl. Kap. 8.2)

in hohem Maße festlegt. Oftmals können Fehler in dieser Phase nicht mehr, oder nur zu überproportional hohen Kosten, korrigiert werden. Es ist daher von großer Bedeutung, in der **Planungsphase** – das betrifft nicht nur, aber insbesondere die Technik – **ausreichend Zeit und Kompetenz** einzubringen.

Ausgangspunkt für jegliche Planungstätigkeiten sollte stets eine **exakt dokumentierte Aufgabenstellung** sein, in welcher der angestrebte Soll-Zustand möglichst detailliert beschrieben

wird. Dabei muss bereits der **spätere Leiter des Tierlabors miteinbezogen** werden, der abgestimmt auf die wissenschaftlichen Anforderungen der Forschungseinrichtung ein Pflichtenheft erstellt. Der **Besuch von Referenzeinrichtungen**, die in jüngerer Vergangenheit ähnliche Vorhaben geplant **und realisiert** haben, hat sich dabei immer wieder als ein wichtiges Hilfsmittel erwiesen. Umgekehrt hat sich der Versuch, beim Hinzuziehen von externen Fachleuten zu sparen, oft als teurer Irrweg herausgestellt.

Die Faustregel, dass Planung ca. 10 - 15% der Kosten eines Gebäudes verursacht, aber 90% der Gesamtkosten durch diese Planung bestimmt werden, zeigt deutlich, welche Bedeutung die Planungsphase **für den Bau und den späteren Betrieb** der Anlage hat.

In der Frühphase der Planung ist ein Kontakt mit dem örtlichen Kommissariat Vorsorge der Polizei empfohlen. Dies ist notwendig um eine Gefährdungsanalyse zu erstellen und damit auch Sicherungsmaßnahmen planen zu können (Anforderungen an Fenster, Türen ggf. Videoüberwachung etc.).

8.2. Flexibilität

Tierexperimentelle Einrichtungen sind ein wesentlicher Teil der Infrastruktur für die biomedizinische Forschung. In der Forschung ist nichts beständiger als der Wechsel. Auch die Anforderungen, die sich durch die verschiedenen Wissenschaftsdisziplinen und Forschungsinstitutionen an die Tierlaboratorien ergeben, erfordern ein hohes Maß an Flexibilität (z.B. für „neue“ Spezies, spezielle gentechnisch veränderte Tiere, etc.).

Aus diesem Grund sollte bei der Gebäudestruktur und dessen technischer Ausstattung die Möglichkeit späterer Nutzungsänderungen stets im Auge behalten werden. Ein wesentlicher Bestandteil einer guten Grundlagenplanung ist daher die gründliche Ermittlung und Dokumentation der möglichen, aber auch der bewusst ausgeschlossenen Veränderungs- und Anpassungsmöglichkeiten. Bei rechtzeitiger Berücksichtigung kann der Preis für Flexibilität niedriger ausfallen, als dies zunächst erwartet wird.

8.3 Raumgrößen und Raumausstattung

Ein Tierraum mit ca. 20-25m² Grundfläche, so wie er in der Vergangenheit oftmals als „Standardtierraum“ bezeichnet wurde, hat auch heute noch vielfach Vorteile, auch wenn – aus verschiedenen Gründen – teilweise größere Tierräume gewünscht werden. Besonders größere Spezies (Schweine, Hunde) werden z.T. in anderen Raumgrößen gehalten.

Folgende Vorteile sprechen für kleinere Tierräume mit ca. 20-25m² Grundfläche:

- Jeder Raum kann bedingt als Hygieneeinheit betrachtet werden, wodurch eine Infektionsausbreitung wesentlich erschwert wird.
- Jeder Raum bietet die Möglichkeit zur Einrichtung einer eigenen Klima- und Zeitzone und einer separaten Zutrittsregelung.
- Die getrennte Haltung verschiedener Spezies wird erleichtert (klassischer Fall: Mäuse und Ratten nicht im selben Raum!)
- Der gleiche, modulare Aufbau der Räume erlaubt Standardisierungseffekte bei Ausstattung und Betrieb.

- Bei richtiger Auswahl der Raumgeometrie (Mindest-Breite 3m; Länge ca. 6m) kann man durch wandparallele Anordnung von einseitigen Haltungssystemen (z. B. Käfiggestellen) eine sehr übersichtliche Anordnung erzielen, die das Arbeiten wesentlich erleichtern und den Personaleinsatz reduzieren kann.
- Störungen in einem Raum haben nur Auswirkungen auf die (relativ wenigen) Tiere dieses Raumes, d.h. das Gesamtsystem ist fehlertoleranter.

Als Nachteile solcher Tierräume sind zu nennen:

- Höhere Baukosten sind unvermeidbar.
- Ggf. ist auch mit höheren Ausstattungskosten (etwa wenn gewisse Komponenten, z.B. Umsetzbänke, in jedem Raum gewünscht werden) zu rechnen.
- Aufgrund des höheren technischen Aufwandes kommt es zu höheren Wartungs- und Instandhaltungskosten.
- Bestimmte technische Sonderlösungen – z. B. wandparallel verschiebbare Regalsysteme – sind bei kleinen Raumgrößen nicht sinnvoll einsetzbar.

Natürlich kann man die oben genannten Vor- und Nachteil der kleineren Räume analog umgekehrt als Nach- und Vorteile von größeren Räumen (oftmals 40m², z. T. auch noch größer) sehen. Bei durchdachter Raumplanung werden bei großen und kleinen Räumen die gleichen Käfigdichten (Anzahl der Käfige pro Quadratmeter) erreicht.

Bei der Ausstattung bzw. Einrichtung sollte auf folgendes geachtet werden:

- Ausreichend große Bewegungs- und Bedienflächen
- Ausreichend große Türen (im Lichten min. 200cm hoch; min. 100cm breit)
- Falls Bodenabläufe erforderlich/gewünscht sind, dann in Hygiene-Ausführung (verschließbar, geruchsdicht) und mit hygienisch sicherer Anbindung an das Abwassersystem
- Falls Waschbecken erforderlich, dann in Hygiene-Ausführung und mit hygienisch sicherer Anbindung an das Abwassersystem

8.4 Käfige und Zubehör

In diesem Heft werden die Käfige bereits in den Kapiteln 5 „Haltungssysteme“ und 6 „Haltungseinheiten“ ausführlich beschrieben. Daher wird im Zusammenhang mit diesem Kapitel 8 „Gebäude und Technik“ nur auf folgende Aspekte hingewiesen:

- **Logistik:** je weniger verschiedene Käfigtypen in einer Versuchstierhaltung zum Einsatz kommen, umso einfacher wird die Optimierung logistischer Abläufe (Beschaffung, Bevorratung, Lagerung, Handling).
- Reinigungs- und Sterilisationsanlagen sind auf die einzusetzenden Käfigtypen oder Haltungssysteme abzustimmen.
- **Ergonomische Aspekte** (z. B. Größen und Gewichte) dürfen bei der Planung keineswegs unterschätzt werden, da viele Tätigkeiten, z. B. Käfigwechselprozeduren, repetitiv sind, d.h. sie werden ggf. Hunderte Male pro Tag gleichartig ausgeführt.

- Von großer Bedeutung ist auch die Auswahl des richtigen **Käfigmaterials**, da damit viele Festlegungen für den Betrieb, insbesondere bei der Käfigaufbereitung, getroffen werden (z. B. mögliche Autoklaviertemperaturen und somit auch Zykluszeiten; Haltbarkeit des Materials; Verträglichkeiten mit den Prozesschemikalien der Käfigaufbereitung; u.v.m). Umfangreiche Hinweise zu diesem weiten Themenfeld findet man in der Broschüre „Käfigaufbereitung in der Tierhaltung richtig gemacht“ (siehe Literaturangaben in **Kap. XXXX**).

8.5 Baumaterialien

Bei der Wahl der Baumaterialien sollten folgende Aspekte berücksichtigt werden:

- Die Wand- Boden und Deckenkonstruktionen sind dicht, hohlraumfrei und aus anorganischen Materialien (d. h. z. B. kein Holz und darauf basierende Werkstoffe) auszuführen.
- Die Oberflächen müssen glatt, weitestgehend fugenlos, leicht zu reinigen sowie beständig gegenüber den einzusetzenden Reinigungs- und Desinfektionsmitteln gemäß der Präparatliste des Nutzers sein. Auch mechanische Belastungen, z. B. verursacht durch Wagen, Hochdruckreinigung oder herunterfallendes Material, müssen schadlos aufgenommen werden. Bei der Auslegung der Bodenoberflächen ist ein Zielkonflikt zwischen leichter Reinigung und den Anforderungen an die Rutschfestigkeit gegeben. Dieser ist in Abhängigkeit von den individuellen Gegebenheiten zu lösen (z. B. durch Wahl des Bodenbeschichtungsmaterials und/oder des geeigneten Schuhwerks).
- Bewährt haben sich monolithische Konstruktionen wie z. B. Beton mit Kunstharz- oder Polyurethan-Beschichtungen oder spezielle Bausysteme wie Pharmatrennwände. Insbesondere bei der Kombination verschiedener Werkstoffe ist besondere Sorgfalt erforderlich, um Unverträglichkeiten untereinander, die zu Schäden (z. B. Rissbildung, Ablösung u.s.w.) führen können, zu vermeiden. Fliesenbeläge sind auf Grund des hohen Fugenanteils *in Nagerräumen* nicht empfehlenswert, *es sei denn sie werden mit Epoxid gefüllt..*
- Aus Gründen des kontrollierten Hell-Dunkel-Zyklus und der Raumklimatisierung sind Außenfenster im Tierraum zu vermeiden. Falls diese speziesspezifisch erforderlich sind (z. B. Hunde), müssen die Fensterkonstruktionen absolut dicht mit hohen Wärmeschutzkoeffizienten und ggf. geeigneter Sonnenschutzeinrichtung ausgeführt werden.
- Die Türelemente sollen folgende Anforderungen erfüllen können:
 - Ausgestattet mit Zutrittskontrolleinrichtungen
 - Widerstandsfähig zur Aufnahme von Luftdruckdifferenzen und –feuchtigkeiten (Vermeidung von Materialverformungen)
 - Hohlraumfreie oder in sich geschlossene dichte Türblatt- und -zargenkonstruktion
 - Mechanische Widerstandsfähigkeit
 - Beständig gegenüber den einzusetzenden Reinigungs- und Desinfektionsmitteln
 - Leichtgängigkeit in Verbindung mit elektrischen Türöffnern und Schließvorrichtungen oder mechanischen Einhandbedienungselementen
 - Dichtigkeit des Türelementes abgestimmt auf die Konzeption der Lüftungsanlage (Druckregelung oder Luftüberströmung) und der Raumbegasung (siehe dazu auch Abschnitt 8.8)

- Eventuell Ausstattung mit verdunkelbaren, luftdichten Kontrollfenstern zur Überwachung der Tierräume

8.6 Installationen

Folgende allgemeine Grundsätze sollten bei Planung und Ausführung von Medien-, Elektro- und Lüftungsinstallationen berücksichtigt werden:

- Möglichst wenige Installationen im Tierbereich bzw. in der Hygienebarriere
- Zu wartende Bauteile möglichst außerhalb des Tierbereichs bzw. der Hygienebarriere, um eine einfache Zugänglichkeit für das Wartungspersonal zu gewährleisten.
- Wenige (gasdicht auszuführende) Wanddurchführungen an den Barrieregrenzen
- Einfache und geradlinige Installationsführung für einfache Reinigung und Desinfektion.
- Bei der Auswahl der Materialien ist auf die Beständigkeit gegenüber den einzusetzenden Reinigungs- und Desinfektionsmitteln zu achten.
- Horizontale Flächen (z.B. rechteckige Kanalquerschnitte) sind zu vermeiden, um Staub- und Schmutzablagerungen zu reduzieren.
- Bei einem Ausfall von Anlagen, die für die Versorgung der Tierräume notwendig sind, muss für ausreichende Redundanz (bei Lüftung ca. 60% der max. erforderlichen Kapazitäten) gesorgt sein.

Folgende Medien können je nach Tierart und Nutzung in Tierräumen notwendig sein:

- Kalt- und Warmwasser
- Entkeimtes Wasser für Barriere-Bereiche
- Enthärtetes bzw. vollentsalztes Wasser
- Wasser für automatische Tränken
- Strom (230 / 400V, ggf. ersatzstromversorgt)
- Schwachstrom (für EDV, Telefon, Alarmer)
- Raumzu- und -abluft (ggf. mit direktem Abluft-Anschluss für Einzelgeräte)
- Netzanschluss für PC
- Ggf: Zu- und Ableitungen für CO₂

8.7 Raumluftkonditionierung

Tierräume sollen aufgrund unterschiedlicher Besatzdichten unabhängig voneinander in ihrer Raumtemperatur geregelt werden können. Bei der Haltung unterschiedlicher Spezies sind ggf. weitere Klimazonen auszubilden, die sich hinsichtlich weiteren Parameter (Luftfeuchtigkeit u.s.w.) unterscheiden können. In bestimmten Fällen können auch mehrere Räume zu Klimazonen zusammengefasst werden.

Die raumluftechnischen Anlagen müssen so beschaffen sein, dass vorgegebene Werte für den Raumlufzustand (feste Werte mit zugelassenen Toleranzen oder tagesrhythmische Schwankungen) selbstregelnd eingehalten werden können. Bei Ausfall eines Teiles der Anlage muss bis zur

Beendigung einer Reparatur ein Notbetrieb mit mindestens 60% der max. Leistung aufrechterhalten werden können.

Die raumluftechnischen Anlagen eines Barrierensystems sollten auf keinen Fall mit denen eines Nachbarsystems oder anderen Bereichen in Verbindung stehen. Die Leistung der raumluftechnischen Anlage eines Raumes soll auf dessen maximale Belegung ausgerichtet sein. Berechnungsgrundlage ist die von den Tieren abgegebene sensible und latente Wärmemenge (Tabelle xyz) sowie die klimatechnisch relevanten Faktoren des Raumes (Lage, Größe, Bauweise), seiner Einrichtungen und Personen. Die Außenluftansaugung sollte in mehr als 3 m Höhe über dem Erdreich erfolgen.

Die im nachfolgenden Unterkapitel angegebenen Werte sind Standardwerte für die Tierhaltung im Experiment in Anlehnung an international gebräuchliche Standards. Sie dienen vor allem auch dazu, Ergebnisse tierexperimenteller Arbeiten vergleichbar zu machen.

Da die Belüftungsfragen für IVC-Systeme einer gesonderten Betrachtung bedürfen, ist hierzu ein spezieller Abschnitt „8.7.6 Lufttechnische Versorgung von IVC-Systemen“ vorgesehen.

8.7.1 Raumtemperatur

Tabelle XX: Empfohlene Raumtemperatur für verschiedene Versuchstierarten,

<u>Tierart</u>	<u>°C</u>
Krallenfrosch	21 (16-23)
Hühner	18 (15-22)
Zwergwachteln	18 (15-21)
Mäuse	22 (20-24)
Ratten	22 (20-24)
Meerschweinchen	22 (20-24)
Kaninchen.....	18 (15-21-22)
Katzen.....	22 (15*-21-24)
Hunde	18 (15*-24)
Schweine	18 (15*-21)
Primaten**	22 (20-28)

*unterer Temperaturbereich nur bei Vorhandensein eines warmen Liegeplatzes zulässig

**speziesabhängige Abweichungen sind zu beachten.

Zur Einhaltung der o.g. Raumtemperaturen ist grundsätzlich eine Kühllastberechnung unter Berücksichtigung der Wärmelast der Tiere (vgl. Tabelle XYZ, im alten Heft Tabelle 20), eingesetzten Geräte und Personen zu erstellen.

8.7.2 Luftfeuchtigkeit

Die relative Feuchte sollte $55\% \pm 5\%$ r. F. betragen, sofern keine anderen speziesspezifischen Anforderungen notwendig sind (z.Bsp. Kaninchen oder Gerbils)

8.7.3 Luftwechselraten

Zur Einhaltung der o.g. Raumtemperaturen ist grundsätzlich eine Kühllastberechnung unter Berücksichtigung der Wärmelast der Tiere (vgl. Tabelle XYZ, im alten Heft Tabelle 20) eingesetzten Geräte und Personen zu erstellen, welche die erforderliche Mindest-Luftwechselrate ergibt. Aufgrund der langjährigen Erfahrung ist in den Tierräumen ein 15 – 20facher Luftwechsel für die am häufigsten verwendeten Tierarten zu empfehlen. Dies entspricht dem aktuellen Entwurf der EU-Haltungsempfehlungen (ETS 123, 2006). Keinesfalls sollte in Tierhaltungsräumen ein zehnfacher Luftwechsel pro Stunde unterschritten werden. Bei zehnfachem Luftwechsel wird die auch für Labore geforderte Luftwechselrate von $25\text{m}^3/\text{m}^2$ Grundfläche (DIN EN 1946-T7) realisiert (bei 3 m Raumhöhe und 20% Luftreserve). In intensiv belegten Tierräumen und offenen Haltungssystemen kann eine höhere Luftwechselrate erforderlich sein, um Schadgase wie CO_2 und Ammoniak ausreichend schnell abzuführen. Dies entspricht dann den so genannten „Stinkarbeitsräumen“ der o.g. DIN-Vorschriften, für die 15- bis 20-fache Luftwechsel gefordert werden.

Wenn – etwa in Nagerräumen – IVC-Systeme verwendet werden und die Käfigabluft direkt in die Raumabluftkanäle geleitet werden, kann ein reduzierter Luftwechsel ausreichend sein, sofern auch damit die auftretenden Wärmelasten (von Geräten, Tieren und Nutzern) sicher abgeführt werden. Der Anschluss der Abluft aus den IVC-Systemen an die Raumabluft hat so zu erfolgen, dass bei Druckschwankungen im bauseitigen Abluftsystem die gesamte Raumlufte als Puffer zur Verfügung steht, und so eine direkte Einwirkung auf die Druckverhältnisse im Käfig vermieden wird. Die Raumluftegeschwindigkeit sollte 0,3m pro Sekunde, gemessen bei 22°C in 1,6m Höhe im Gang zwischen den Regalen nicht überschreiten. Die Raumzulufteführung muss eine optimale Durchmischung der Raumlufte und ein hinreichend konstantes Kleinklima in den einzelnen Käfigen sicherstellen.

8.7.4 Luftdruck

Um den hygienischen Schutz von Tierräumen zu gewährleisten gibt es zwei gebräuchliche Prinzipien der Luftverteilung:

- **Kontrolliertes Überströmen:**
Bei dieser Variante wird durch eine definierte Luftmengendifferenz zwischen Zu- und Abluft ein kontrollierter Luftstrom in die gewünschte Richtung erzeugt.
- **Druckregelung (bei S3-Bereichen gem. GenTSV gesetzlich vorgeschrieben):**
Dabei wird eine bestimmte Druckdifferenz zwischen zwei Hygienebereichen eingestellt. Eine Druckdifferenz von ca. 50 Pa zwischen Tierraum und Außenbereich sollte nicht unterschritten werden. Bei Verwendung von Schleusensystemen ist die Druckdifferenz kaskadenweise realisierbar.
- Bei der Druckregelung sind erhöhte Anforderungen an die Steuerung zu stellen. Die Steuerung muss sicherstellen, dass beim Öffnen der Tür der Druck nicht zusammenbricht und beim Schließen der Tür keine Druckspitze im Raum entsteht.

8.7.5 Luftfilter

In Tierlaboratorien sind geeignete Luftfilter in die Zu- und Abluftkanäle einzubauen. Für die Entkeimung der Zuluft in Tierräumen mit hygienischer Barriere oder in sogenannten reinen Räumen haben sich dreistufige Filteranlagen bewährt: Vor- oder Außenluftfilter, Feinfilter und Absolut- bzw. Schwebstofffilter. Die letzteren, auch «S» oder «HEPA» - Filter genannt, haben einen Abscheidegrad von 99,995 % aller Partikel, die größer als 0,2 μ sind (Filterklasse: H 14, DIN EN 1822.1). Solche Absolutfilter zur Keimfilterung der Zuluft müssen in geeigneten Gehäusen, die einen hygienischen Wechsel der Filterelemente ermöglichen, dicht vor den Tierräumen installiert werden. Die Außenluftfilter, eingebaut in der Luftansaugung bzw. -Aufbereitung und die Feinfilter dienen vor allem auch dem Schutze der Absolutfilter. Die Einteilung der Filter in Klassen erfolgt nach europäischen, bzw. nach internationalen Normen.

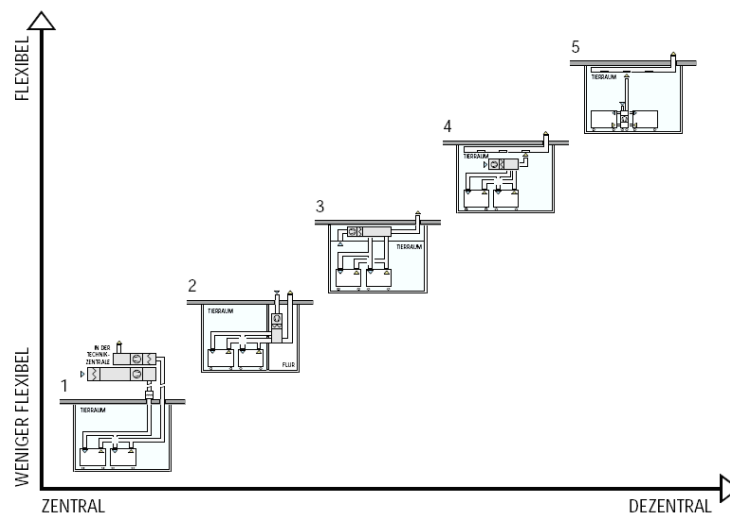
Da insbesondere die kleinen Laboratoriumstiere große Mengen Staub erzeugen, sollten die Abluftöffnungen in den Tierlaboratorien mit Staubfiltern versehen sein. Auf diese Weise kann die Ablagerung von Staub in den Abluftkanälen (Keimwachstum, Brandgefahr!) und an den dort installierten Messfühlern vermindert werden. Die Filter und das sich anschließende Kanalsystem müssen zu reinigen und zu desinfizieren sein, Filter (nach dem Wechsel) auch für sich alleine (siehe Kapitel 8.8 Raumbegasung). Bei der Haltung von infizierten Tieren dürfen Keime aus den Tierräumen nicht nach aussen gelangen. Deshalb müssen zusätzliche Fein- und Schwebstofffilter in das Abluftsystem eingebaut sein. Beim Einsatz von IVC-Systemen gelten obige Überlegungen analog, nur eben auf das IVC-System, und nicht auf den Raum bezogen.

8.7.6 Lufttechnische Versorgung von IVC-Systemen

Bei der Luftversorgung von IVC-Gestellen für die Nagerhaltung sind folgende Aspekte zu berücksichtigen: (Dezentrale) Gebläseeinheiten haben gegenüber zentralen Be- und Entlüftungsanlagen klimatechnisch unter anderem den großen Vorteil, dass sie die Luft aus dem Raum ansaugen und dieser somit „als Puffer“ fungiert, d.h. bei möglichen, sprunghaften Änderungen der Zuluftkonditionen werden diese vom Raum abgepuffert, gelangen also nicht sofort zu den Tieren und das Personal kann eingreifen. Bei zentralen Anlagen schlägt der Temperatursprung unmittelbar zu den Tieren in den Käfigen durch und es ist daher die Gefahr eines hypo- bzw. hyperthermischen Schocks gegeben. Die Idee, mit zentralen Systemen im Käfig andere Temperaturen als im Raum zu erreichen (etwa: 24°C für die Tiere und 18°C für das Personal), hat sich auf Grund des Wärmeaustausches zwischen Käfig und Raum als nicht realisierbar erwiesen.

Die nachfolgende Graphik zeigt einige der möglichen Varianten für eine lufttechnischen Versorgung von IVC-Systemen – von der zentralen, über eine semizentrale bis zu einer dezentralen Luftversorgung.

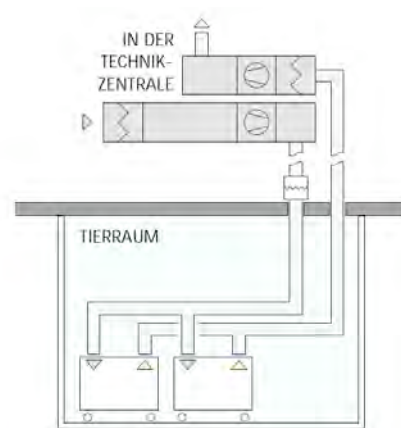
Lufttechnische Versorgung von IVC-Systemen



Kurzbeschreibung der Varianten:

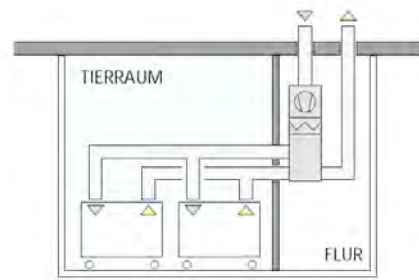
Variante 1 – Zentrales Belüftungssystem

Die Luftver- und entsorgung aller IVC-Gestelle des Gebäudes erfolgt von einer zentralen Stelle innerhalb der Technikzentrale aus. Die Frischluft wird hier konditioniert und über ein separates Reinluftkanalsystem direkt zu den Gestellen in den Tierräumen geführt. Die Filtrierung der Zuluft kann entweder direkt in der Technikzentrale oder über Filterkästen vor den jeweiligen Tierräumen erfolgen. Die Abluft aus den Gestellen wird ebenfalls über ein getrenntes Kanalsystem in die Technikzentrale zurückgeführt und von dort über die Abluftanlage optional gefiltert über Dach ausgeblasen.



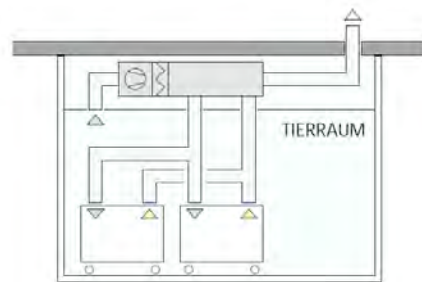
Variante 2 – Raumweise zentralisiertes externes Belüftungssystem

Die Funktionen sind identisch mit der Variante 1, jedoch werden die Funktionselemente wie Ventilator, Regelung und Filtrierung jeweils für einen Raum oder eine Gruppe zusammengefasst und außerhalb des Tierraumes an der Tierraumbegrenzung (etwa im Flur oder in einer angrenzenden Installationsebene) modular untergebracht.



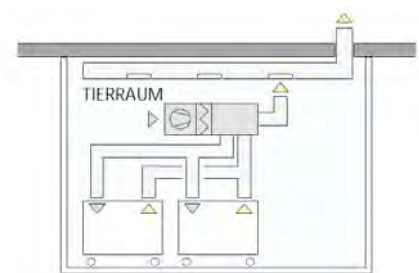
Variante 3 – Raumweise zentralisiertes internes Belüftungssystem

Die Lüftungsanlage ist im Raum oder innerhalb der hygienischen Barriere an der Raumgrenze (d.h. in der Regel unter der Decke oder an der Wand) angeordnet und bezieht die Zuluft direkt aus dem Tierraum. Diese wird gefiltert und direkt den Gestellen zugeführt. Die Käfigabluft aus den Gestellen wird über Zugunterbrecher entweder an die Raumabluft oder an eine separate Käfigabluftleitung (ähnlich wie bei den Varianten 1 und 2) angeschlossen.



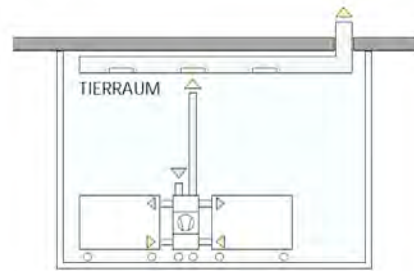
Variante 4 – Wand- oder deckenmontiertes dezentrales Belüftungssystem

Im Tierraum werden Lüfereinheiten zur Versorgung von bis zu zwei Doppelgestellen an der Wand oder an der Decke hängend montiert. Alle weiteren Funktionen sind prinzipiell wie bei Variante 3, jedoch können – da mehrere Lüfereinheiten an Stelle von nur einer vorhanden sind – in verschiedenen Gestellen leichter unterschiedliche Bedingungen realisiert werden.



Variante 5 – Auf dem Boden stehendes, dezentrales Belüftungssystem

Das Belüftungssystem ist identisch dem der Variante 4, jedoch ist die Lüftereinheit ein eigenständiges, verfahrbares Modul zwischen den Gestellen (bei einigen Fabrikaten sind die Lüftereinheiten auch auf den Gestellen angebracht). Ansonsten sind die Funktionalitäten identisch mit denen in Variante 4.



Anmerkungen zur Graphik und der Variantenbeschreibung:

- Flexibilität
Je flexibler das System ist, umso einfacher ist es auf wechselnde oder spezifische Haltungsbedingungen anpassbar.
- Schnittstellen
Je zentraler das System ist, umso höher ist der Aufwand für die Schnittstellenklärung und -bereinigung sowie die Einregulierung des Systems.
- Betriebssicherheit
Je zentraler das System ausgelegt ist, umso mehr Gestelle sind bei möglichen Störungen innerhalb des Systems betroffen. Bei den Systemen, die die Tierraumluf ansaugen, werden im Falle von sprunghaften Änderungen der Zuluftkonditionierung diese durch das Raumvolumen abgepuffert.
- Platzbedarf
Nur bei der Variante 5 mit dezentralen, auf dem Boden stehenden Gebläseeinheiten wird zusätzliche Tierraumfläche benötigt. Bei den zentralen Lösungen der Varianten 1 und 2 sind dementsprechende Flächen im Technikbereich oder Technikfluren nachzuweisen.

8.8 Raumbegasung /-desinfektion

Die Begasung eines einzelnen Tierraumes oder eines gesamten Tierhaltungsbereiches ist i.d.R. stets dann erforderlich, wenn ein definiertes Hygieneniveau erreicht werden soll, z.B. vor der Belegung von Tierräumen oder zur Dekontamination nach Hygieneeinbruch. Üblicherweise werden Verfahren eingesetzt, die mit Formaldehyd, Wasserstoffperoxyd, Chlordioxid oder mit anderen speziellen, vernebelbaren Desinfektionschemikalien arbeiten.

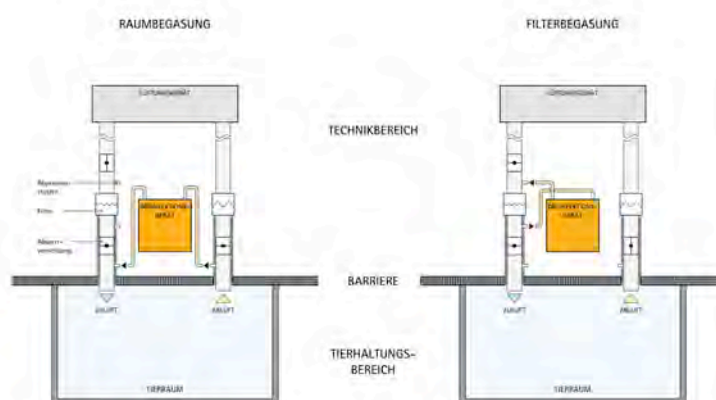
Für alle Verfahren müssen folgende bautechnischen Bedingungen erfüllt sein:

- Absolute Dichtigkeit der Räume (Wände, Decken, Durchführungen, technische Einbauten). Türen – sofern sie nicht gasdicht ausgeführt sind - müssen gasdicht abgeklebt werden können.
- Dichtigkeit der Lüftungskanäle einschließlich geeigneter Absperrvorrichtungen (DIN EN 12237; mind. Dichtheitsklasse C, besser D).

- Die notwendigen Begasungsstutzen sind so anzuordnen, dass die zum Hygienebereich gehörenden Zu- und Abluftkanäle mitbehandelt werden (siehe Skizze am Ende dieses Abschnitts)
- Materialverträglichkeit gegenüber dem eingesetzten Desinfektionsmittel
- Mit dem Hygienebereich in Verbindung stehende Hohlräume (z.B. Kabelkanäle) müssen ebenfalls in ausreichender Menge und Konzentration vom Desinfektionsmittel erreicht werden.

Weiterhin ist folgendes zu beachten:

- Die Wirksamkeit aller Verfahren sollte über eine Validierung belegt werden.
- Die Raumbegasung mit Formaldehyd setzt eine behördliche Genehmigung voraus. Außerdem müssen die Ausführenden über einen Begasungsschein verfügen (z. B. TRGS 522 „Raumdesinfektion mit Formaldehyd“).
- Weiterhin ist zu beachten, dass einer Formaldehydbegasung i.d.R. eine Neutralisationsphase mit Ammoniak folgt und daher auch die Materialverträglichkeit mit Ammoniak zu berücksichtigen ist. Als Alternative können die Räume belüftet werden und ausreichend lange (mehrere Tage) leer stehen bleiben. Die anschließende Reinigung ist unbedingt mit kaltem Wasser vorzunehmen.
- Bei Begasungen mit Wasserstoffperoxid muss berücksichtigt werden, dass Kunststoffmaterialien dieses Agens absorbieren und es über einen längeren Zeitraum wieder in die Umgebungsluft abgeben können.
- Eine Probebegasung von Beschichtungen (Epoxidharz etc.) und Materialien wie Steckdosen, Netzwerkdozen etc. hat sich bewährt um die Materialverträglichkeit vorher zu überprüfen.



8.9 Trinkwasseraufbereitung

Bzgl. Trinkwasseraufbereitung ist insbesondere auf das „Gelbe Heft: Trinkwasseraufbereitung“ zu verweisen. Weiterhin sind in diesem Heft in **Kapitel XXX** viele Verfahren und Lösungen zur Trinkwasseraufbereitung beschrieben. Aus bautechnischer Sicht ist in Ergänzung dazu auf folgendes hinzuweisen:

- Einhaltung der Trinkwasserverordnung sowie der einschlägigen Normen (im Besonderen DIN EN 8006 und DIN 1988).
- Berücksichtigung des Einflusses von Leitungsmaterial auf die Wasserqualität.
- Desinfektionsmöglichkeit der Wasserleitungen (in Abhängigkeit vom Einsatzzweck).

8.10 Beleuchtung

Tageslicht ist im Tierraum bei einigen Versuchstierspezies, insbesondere bei Nagern, unerwünscht, da unkontrollierbare Schwankungen der Lichtintensität Zucht und Experiment stören können. Auch kann das Raumklima durch Sonnenlichteinstrahlung negativ beeinflusst werden. Es werden daher Tageslicht-Leuchtstoff-Lampen empfohlen, die so an den Decken zu befestigen sind, dass eine möglichst gleichmäßige Ausleuchtung des Raumes gesichert ist. Die Leuchten sind so zu wählen, dass die Leuchtmittel vom Tierpflege- oder Technikpersonal leicht gewechselt werden können. Das Abschalten des Lichtes sollte nicht abrupt erfolgen, insbesondere, wenn die Tiere in Kolonie gehalten werden. Für Vögel soll während der Dunkelphase die Beleuchtungsstärke 15 Lux betragen. Für Arbeiten im dunklen Raum ist bei vielen Nagerspezies eine Beleuchtung mit Rotlicht geeignet, da dieses Beobachten bzw. Arbeiten im Raum ohne Störung der Tiere durch Lichtreize zulässt. Andere Spezies (z. B. Vögel, Hunde) sind hingegen sehr wohl in der Lage rotes Licht zu erkennen. Für Tierlaboratorien sind Zweikreissysteme für die Beleuchtung vorzusehen, wobei das eine - über eine Schaltuhr gesteuert - die Lichtperiode festlegt, während das andere die Einschaltung zusätzlicher Lampen (Arbeitsplatzbeleuchtung) gestattet. Als Arbeitsplatzbeleuchtung sollen in der Regel eine Lichtintensität von 300-350 Lux, gemessen 1 Meter über dem Boden senkrecht unter dem Beleuchtungskörper nicht überschritten werden. Für ausschließliche Tierhaltung reichen jedoch 50 % dieser Werte aus. Über den Abfall der Beleuchtungsstärke vom Raum zum Käfig siehe Abb. 2. Für die Langzeithaltung von albinotischen Tieren - einschließlich der Zucht - sollte die Lichtintensität in den Käfigen 60 Lux nicht überschreiten (u.U. Abdeckung der obersten Käfigetage). Bei höherer Lichtintensität ist mit pathologischen Retinaveränderungen und auch mit erhöhter Aktivität endokriner Organe zu rechnen.

Weiterhin ist folgendes zu berücksichtigen:

- Überwachungseinrichtungen zur Überprüfung des Tag- Nachtrhythmus
- Kein Lichteintrag aus benachbarten Räumen oder Fluren
- Vorsicht bei Einsatz von Dimmern und elektronischen Vorschaltgeräten (wg. Ultraschallemissionen)
- Faktoren, welche die Lichtintensität im Käfig beeinflussen:
 - Position des Käfigs in Raum und Gestell;
 - Geometrie und Gestaltung des Käfigs;
 - Werkstoffauswahl/Lichtdurchlässigkeit bei Kunststoffkäfigen;

Anmerkung:

Die vorstehenden Ausführungen beziehen sich auf die gängigen Versuchstierspezies, insbesondere auf Nager. In Sonderfällen sind spezielle andere Bedingungen ggf. notwendig. Hierzu kann der Anhang A (ETS 123) hilfreich sein, wo neben allgemeinen Empfehlungen zur Beleuchtung auch tierspezifische Besonderheiten genannt werden.

8.11 Geräusche und Lärm

Lärm ist ein wichtiger Störfaktor im Tierlaboratorium. Nach neueren Erkenntnissen sind von verschiedenen Versuchstierarten Frequenzen oberhalb der menschlichen Hörschwelle bis zu 60.000 Hz wahrnehmbar. Um negative Einflüsse auf die Tiere zu vermeiden, müssen die Schallpegel in den Tierräumen so niedrig wie möglich gehalten werden. Von besonderer Bedeutung sind hier die Klimaanlage, da diese eine Dauerbelastung der Tiere über 24 Stunden und 365 Tage im Jahr sorgen. Weiterhin stellen sie den Sockel für die Schallbelastung der Tiere dar, zu dem ggf. weitere Schallemissionen durch zusätzliche Geräte im Tierraum und den allgemeinen Betrieb hinzukommen. Technisch möglich ist bei laufender Klimaanlage ein Schalldruckpegel von 40 dB(A), gemessen im leeren Tierraum mit seinen schallharten Oberflächen und ohne bewegliche Ausstattung. Für das Erreichen dieses Wertes ist grundsätzlich auf die schalltechnische Entkopplung aller Geräte und Anlagen vom Bauwerk zu achten. Daher wird insbesondere empfohlen, das Aufbereitungszentrum („Spülküche“) in einer ausreichenden Entfernung zu den Tierräumen vorzusehen und die Vakuumpumpen von Autoklaven in ein Technikgeschoß auszulagern. Gedämpfte Musik hingegen zeigt keinen ungünstigen Effekt auf das Verhalten der Versuchstiere.

Weiterhin ist folgendes zu berücksichtigen:

- Nach Möglichkeit Vermeidung von Bodenfugen und –schwelen, um Transportgeräusche beim Überfahren möglichst gering zu halten
- Geräuschdämmende Materialien und Gestaltung der Tierraumausstattung, insbesondere der Transporteinrichtungen und sonstiger beweglicher Komponenten (z.B. Käfigwechselstationen)
- Keine akustischen Alarmer in den Tierräumen (auch keine akustischen Feuermelder oder Sirenen, alternativ: rote Blitzlampen)
- Keine Ultraschallemissionen

Anmerkung:

Die vorstehenden Ausführungen beziehen sich auf die gängigen Versuchstierspezies, insbesondere auf Nager. In Sonderfällen sind spezielle andere Bedingungen ggf. notwendig. Hierzu kann der Anhang A (ETS 123) hilfreich sein, wo neben einen allgemeinen Empfehlungen zum Lärm auch tierspezifische Besonderheiten genannt werden.

8.12 Spezielle technische Fragen

- Ausreichende Lagerkapazität (auch und gerade in Barrieren) für ca. 30% des für die Routineversorgung der Tiere benötigten Materials (Käfigschalen, Deckel, Flaschen etc.)
- Ausreichend große Flure, abgestimmt auf die jeweils eingesetzten Ausrüstungsgegenstände, mind. jedoch 2 Meter breit

- Laderampen für Material-Anlieferung
- Ausreichende Dimensionierung (Kabinenmaße / Lasten) der Aufzüge
- Nach Möglichkeit Trennung der Transportwege für reine und unreine Materialien
- Empfohlene Schleusen:
 - Autoklav (bodeneben; HxBxT idealerweise 2000x1300x1600 mm)
 - Materialschleuse für thermolabile Güter (bodeneben; HxBxT idealerweise 2000x1200x2000 mm), ggf. begasungsfähig
 - Materialschleuse für kleinere thermolabile Güter (Einfahrtiefe auf ca. 800 mm; HxBxT idealerweise 600x600x900 mm)
 - Personenschleusen, ausgeführt als Luft- und/oder Wasserdusche (idealerweise als Dreikammerschleuse)
- Sprinkleranlagen sind, insbesondere hinter der Barriere zu vermeiden und ggf. durch andere Einrichtungen mit ähnlicher Schutzfunktion zu ersetzen. Gründe hierfür liegen in den Bereichen Hygiene und Betriebssicherheit/Fehlauslösungen (Ausnahme S3-Bereiche)
- Brandmeldeanlagen sollten, sofern sie erforderlich sind, so gestaltet sein, dass in den Tierräumen keine Wartungen erfolgen müssen und diese staubunempfindlich ausgelegt sind (z. B. photooptischer Rauchmelder im Abluftkanal hinter Filter oder thermischer Brandmelder). Brandmeldeanlagen, sind primär so zu konzipieren, dass der Schutz des Personals gewährleistet wird. So weit dies möglich und zulässig ist, sollte bei den Alarmen auch auf die Lärmempfindlichkeit der Versuchstiere geachtet werden.
- Tierbehandlungsräume und die darin gewünschten Funktionalitäten sind bereits in der Planungsphase mit dem Nutzer abzustimmen. Größe, Anzahl und Lage hängen von den individuellen Gegebenheiten ab.

8.13 Hinweise zu Kapazitäts- und Kostenplanungen

Tierhaltungsgebäude sind Sonderbauten, deren Ausführung von sehr individuellen Faktoren bestimmt wird. So sind der Ort, die Forschungsschwerpunkte, die eingesetzten Spezies, die Infrastruktur, die lokalen Bestimmungen und Auflagen von Fall zu Fall höchst unterschiedlich. Entsprechend können die Kosten solcher Gebäude sehr stark voneinander abweichen. Aus diesem Grund ist die Angabe seriöser Kapazitäts- und Kosten-Kennwerte nicht allgemeingültig möglich.