



GV-SOLAS

Gesellschaft für Versuchstierkunde
Society for Laboratory Animal Science

Fachinformation

**aus dem Ausschuss für Ernährung der
Versuchstiere**

Ernährung der Versuchstiere - Zusammenfassung für Auszubildende Tierpfleger Forschung und Klinik zur Prüfungsvorbereitung

Stand: Juni 2021

verfasst von:

Heike Wagner, Julia Steidle, Sabine Pantzner-Müller

Inhaltsverzeichnis

1.	Vorbemerkungen	4
2.	Definitionen und Begriffsbestimmungen	4
2.1	Futtermittel	4
2.2	Einzelfuttermittel	4
2.3	Mischfuttermittel	5
2.4	Alleinfuttermittel	5
2.5	Ergänzungsfuttermittel	5
2.6	Inhaltsstoffe	5
2.7	Futtermittelzusatzstoffe	5
2.8	Fütterungsarzneimittel	5
2.9	Weender-Analyse	6
3.	Nährstoffe	6
3.1	Kohlenhydrate	6
3.2	Fette	7
3.3	Proteine und NPN-Verbindungen	7
3.4	Mineralstoffe	7
3.5	Vitamine	8
3.6	Wasser	8
4.	Energie	8
4.1	Bruttoenergie	8
4.2	Verdauliche Energie	8
4.3	Umsetzbare Energie	8
4.4	Nettoenergie	9
4.5	Energiebedarf	9
5.	Futtermitteltypen	11
5.1	Futtermittel in Mehlform	11
5.2	Pelletierte Futtermittel	11
5.3	Extrudierte Futtermittel	12
5.4	Granulat-Futtermittel	13
5.5	Geflockte Futtermittel	13
6.	Fütterungstechniken	13
6.1	<i>Ad libitum</i>	13
6.2	Restriktiv	13
6.3	Rationiert	13
6.4	Paarfütterung	14
7.	Übliche Futtermittel pflanzlichen Ursprungs	14
7.1	Getreide	14
7.1.1	Weizen	14
7.1.2	Dinkel	15
7.1.3	Gerste	16
7.1.4	Hafer	16

7.1.5	Roggen.....	17
7.1.6	Hirse.....	18
7.1.7	Mais.....	19
7.1.8	Reis.....	20
7.2	Hülsenfrüchtler (Leguminosen).....	21
7.2.1	Erbsen.....	21
7.2.2	Linsen.....	22
7.2.3	Sojabohnen.....	23
7.2.4	Lupine.....	24
7.2.5	Luzerne.....	24
7.2.6	Esparsette.....	25
7.2.7	Weitere eiweißhaltige Futterpflanzen.....	26
7.3	Sonstiges.....	26
7.3.1	Buchweizen.....	26
7.3.2	Raps.....	27
7.4	Raufutter und Grünfutter.....	29
8.	Übliche Futtermittel tierischen Ursprungs.....	30
8.1	Fleisch.....	30
8.2	Fisch.....	31
8.3	Tiermehle.....	31
8.4	Fischmehl.....	31
8.5	Pulver aus Molkereiprodukten.....	31
9.	Behandlung von Futtermitteln.....	32
9.1	Autoklavieren.....	32
9.2	Bestrahlung.....	32
9.3	Desinfektion durch Tauchbäder.....	32
10.	Verpackung und Lagerung von Futtermitteln.....	32
10.1	Verpackung.....	32
10.2	Transport und Lagerung von Futtermitteln.....	33
10.3	Hygiene.....	33
11.	Mögliche Schäden durch Futtermittel.....	33
12.	Ernährungsbedingte Störungen.....	35
13.	Enrichment.....	35
14.	Musteraufgaben aus der Prüfungsvorbereitung.....	36
15.	Literatur.....	39

Stichwörter:

Ernährung – Versuchstiere - Ausbildung zum Tierpfleger Forschung und Klinik IHK –
Prüfungsvorbereitung

1. Vorbemerkungen

Gut ausgebildetes Personal ist essenziell in der Versorgung der verschiedenen Versuchstierspezies. Seit Jahrzehnten existiert dafür die IHK-Ausbildung für Tierpfleger mit dem Schwerpunkt Forschung und Klinik. Diese dauert in der Regel drei Jahre und endet mit einer Abschlussprüfung, die aus einem theoretischen und einem praktischen Teil besteht. Die Inhalte der Ausbildung sind im Ausbildungsrahmenplan festgelegt. Einen wichtigen Aspekt in dieser Ausbildung stellt die Ernährung der verschiedenen Versuchstierspezies dar. Da in den Ausbildungsbetrieben nicht unbedingt jegliche Versuchstierspezies gehalten wird, ist es oft schwierig, ein weit umfassendes Wissen oder Fähigkeiten für die IHK-Prüfung zu erwerben.

Dieses Heft soll den zukünftigen Fachkräften einen Überblick über die Grundlagen der Ernährung der gängigsten Versuchstierspezies und den verschiedenen Futtermitteln und -formen geben. Hierdurch kann es als Nachschlagewerk für die Prüfungsvorbereitung dienen.

Für weitergehende tierartspezifische Informationen zu deren Ernährungsphysiologie, Fütterungsbedingungen und besonderen Anforderungen in den unterschiedlichen Lebensphasen verweisen wir, unter anderem, auf die Publikationen des Ausschusses für Ernährung (<http://www.gv-solas.de/index.php?id=40>).

2. Definitionen und Begriffsbestimmungen

Im Folgenden sind die wichtigsten Begriffe für die Ernährung der Versuchstiere genannt und erklärt. Außerdem wird die aktuelle rechtliche Grundlage genannt, in der die Definition zu finden und nachzulesen ist.

2.1 Futtermittel

(VO (EG) Nr. 178/2002)

Futtermittel sind in der Europäischen Gemeinschaft definiert als „Stoffe oder Erzeugnisse, auch Zusatzstoffe, verarbeitet, teilweise verarbeitet oder unverarbeitet, die zur oralen Tierfütterung bestimmt sind.“ Es wird zwischen Einzel- und Mischfuttermitteln unterschieden.

Beispiele: Heu, Stroh oder Silage, Getreide und Getreideerzeugnisse, Früchte, Gemüse, pflanzliche Öle und Fette. Einzelfuttermittel können direkt verfüttert oder als Komponenten in Mischfuttermitteln weiterverarbeitet werden.

2.2 Einzelfuttermittel

(VO (EG) Nr. 767/2009)

Einzelfuttermittel sind Produkte pflanzlichen oder tierischen Ursprungs, die den Ernährungsbedarf der Tiere weitestgehend decken. Sie können frisch sein oder haltbar gemacht worden sein.

Beispiele: Heu, Stroh oder Silage, Getreide und Getreideerzeugnisse, Früchte, Gemüse, pflanzliche Öle und Fette. Einzelfuttermittel können direkt verfüttert oder als Komponenten in Mischfuttermitteln weiterverarbeitet werden.

2.3 Mischfuttermittel

VO (EG) Nr. 767/2009)

Ein Mischfuttermittel ist „eine Mischung aus mindestens zwei Einzelfuttermitteln, mit Futtermittelzusatzstoffen oder ohne Futtermittelzusatzstoffe, die zur oralen Fütterung in Form eines Alleinfuttermittels oder Ergänzungsfuttermittels bestimmt sind.“

2.4 Alleinfuttermittel

(VO (EG) Nr. 767/2009)

Alleinfuttermittel sind Mischfuttermittel, die hergestellt werden, um den täglichen Ernährungsbedarf der Tiere vollständig zu decken, ohne dass eine Ergänzung der Ration mit anderen Futtermitteln notwendig ist. Die meisten kommerziell erhältlichen Versuchstierfuttermittel sind Alleinfuttermittel.

2.5 Ergänzungsfuttermittel

(VO (EG) Nr. 767/2009)

Ergänzungsfuttermittel sind Futtermittel, die einen hohen Gehalt an bestimmten Stoffen aufweisen, aber nur mit anderen Futtermitteln zusammen die tägliche Ration abdecken, z.B. Mineralfutter.

2.6 Inhaltsstoffe

Laut Futtermittelverordnung (FuttMV 1981) sind alle Stoffe, die in einem Einzelfuttermittel oder Mischfuttermittel enthalten sind und seinen Futterwert beeinflussen, Inhaltsstoffe. Hierzu zählen die klassischerweise in der Futtermittelanalytik (s.2.9) erfassten Nährstofffraktionen (Rohprotein, Rohfett, Rohfaser, Rohasche) sowie weitere wertbestimmende Nährstoffe wie z.B. Calcium, Phosphor, Vitamin A, Vitamin B12, etc. Nicht als Inhaltsstoffe zählen Futtermittelzusatzstoffe, Mittelrückstände (Pestizide, Reinigungsmittel) und unerwünschte Stoffe (Bsp. Blei, Arsen, Quecksilber - Anhang I der Richtlinie 2002/32/EG).

2.7 Futtermittelzusatzstoffe

(VO (EG) Nr. 1831/2003)

Futtermittelzusatzstoffe sind Stoffe, Mikroorganismen oder Zubereitungen, die bewusst zu Futtermitteln oder Wasser zugesetzt werden, um ihnen bestimmte Eigenschaften zu verleihen. Ein Futtermittelzusatzstoff muss für die jeweilige Zieltierart zugelassen sein.

Beispiele: Verbesserung der Beschaffenheit des Futtermittels, Deckung des Ernährungsbedarfs oder Verbesserung der Verdaulichkeit. Dies sind u.a. Vitamine, Spurenelemente, Aminosäuren, Bindemittel, Fließhilfsstoffe, Konservierungsstoffe, Aromen oder Farbstoffe, die dem Futtermittel gezielt und in einer bestimmten Menge zugesetzt werden.

2.8 Fütterungsarzneimittel

(§56 Arzneimittelgesetz 1976)

Dies sind Arzneimittel in verfütterungsfertiger Form, die aus Arzneimittelvormischungen und Mischfuttermitteln hergestellt werden und die dazu bestimmt sind, zur Anwendung bei Tieren in den Verkehr gebracht zu werden. Demnach handelt es sich rein rechtlich nicht mehr um ein Futtermittel, sondern um ein Arzneimittel. Nach §56 des Arzneimittelgesetzes (AMG) muss die

eingemischte Arzneimittelvormischung für diesen Zweck zugelassen sein. Futtermittel, denen zu Versuchszwecken eine Testsubstanz beigemischt wird, sind hingegen keine Fütterungsarzneimittel.

2.9 Weender-Analyse

Die Rohnährstoffe (Rohprotein, Rohfaser, Rohfett, Rohasche, Wasser, N-freie Extraktstoffe) werden in der sogenannten Weender-Analyse ermittelt. „Roh“ wird deshalb verwendet, weil es sich um eine Gruppenanalyse handelt, d.h. bei der Rohproteinanalyse handelt es sich in Wirklichkeit um eine Stickstoff-(N-)Analyse, bei der z.B. freie Aminosäuren, aber auch N-haltige Vitamine erfasst werden. Die Weender-Analyse ist insbesondere für die Kohlenhydrat-/Faser-Fraktion ein eher grobes Verfahren. Bei der Rohfaserbestimmung wird nur ein (kleiner) Teil der Faser ermittelt, d.h. die unlöslichen Anteile (z.B. Anteile der Cellulose, Lignin etc.). Der größere Anteil der Faserstoffe („Ballaststoffe“) findet sich bei den N-freien Extraktstoffen (NfE). Diese Faserstoffe (Summe der Gerüstsubstanzen = NDF, *Neutral Detergent Fiber*), die natürlich auch die Rohfaser umfassen, können im Ratte-/Maus-Futter im Durchschnitt 12-20 % betragen, obgleich der Rohfasergehalt dann nur bei ca. 3-7 % liegt.

[* NfE werden auch bei der Weender-Analyse nur errechnet (= 100 – Wasser – Rohprotein – Rohfaser – Rohfett – Rohasche)]

3. Nährstoffe

Als Nährstoffe werden die organischen und anorganischen Bestandteile jedes Futtermittels bezeichnet, die eine nährnde Funktion haben. Sie dienen dem Aufbau und der Aufrechterhaltung des Körpers und/oder liefern dem Körper Energie. Diese Stoffe werden in sechs Klassen (oder Nährstoffgruppen) unterteilt: Kohlenhydrate, Fette, Proteine, Mineralstoffe, Vitamine und Wasser. Mit dem Oberbegriff Makronährstoffe werden die Kohlenhydrate, Fette und Eiweiße bezeichnet, da sie die Energielieferanten sind. Dagegen wird bei der Aufnahme von Mikronährstoffen (Vitamine, Mineralstoffe) keine Energie gewonnen, dennoch sind diese notwendig für die Stoffwechselabläufe.

3.1 Kohlenhydrate

Kohlenhydrate werden anhand ihrer Funktion und ihres Aufbaus in Struktur- und Nicht-Strukturkohlenhydrate unterteilt. Nicht-Strukturkohlenhydrate sind Energielieferanten oder Speicherstoffe und werden abhängig von der Anzahl der einzelnen Moleküle als Einfach- (Mono), Zweifach- (Di-) oder Mehrfach (Oligo-/Poly-Saccharide) bezeichnet. Dazu gehören z.B. Traubenzucker (Glukose – ein Molekül: Monosaccharid), Rohrzucker (Saccharose – zwei Moleküle: Disaccharid) und Stärke (viele Moleküle: Polysaccharid).

Strukturkohlenhydrate (z.B. Zellulose und Hemizellulose) hingegen haben einen komplexeren Aufbau und sind Bestandteil der Zellwand von Pflanzen. Sie können von Fleischfressern (Karnivoren) kaum, von den meisten Pflanzenfressern (Herbivoren) jedoch nahezu vollständig genutzt werden.

Die Kohlenhydrate im Futtermittel gehören zu der Stoffgruppe der stickstofffreien Extraktstoffe (v.a. Nicht-Strukturkohlenhydrate) und zur Rohfaser (Strukturkohlenhydrate). Sie sind mengenmäßig in der Regel der größte Anteil in der Nahrung und dienen vor allem der Energiegewinnung.

3.2 Fette

Fette sind ein wichtiger Bestandteil der Zellmembran. Sie bestehen aus Glycerin und Fettsäuren, dienen als Energielieferant, der Wärmeisolierung, dem Schutz der Organe und zur Aufnahme und Speicherung fettlöslicher Vitamine. Sie sind wasserunlöslich. Bei den Fettsäuren unterscheidet man abhängig von ihrer chemischen Struktur zwischen gesättigten und ungesättigten Fettsäuren. Letztere sind gegenüber Licht, Sauerstoff und Feuchtigkeit empfindlicher und können unter diesen Umständen zum Ranzigwerden des Futtermittels führen. Speziesabhängig sind einige ungesättigte Fettsäuren nicht vom Körper selbst herzustellen und müssen damit mit dem Futter zugeführt werden (essenzielle Fettsäuren).

3.3 Proteine und NPN-Verbindungen

Sinngemäß bedeutet Protein „an erster Stelle stehend“. Dies bringt den besonderen Wert der Proteine, umgangssprachlich auch als Eiweiß bezeichnet, für pflanzliche und tierische Zellen zum Ausdruck. Sie sind ein Hauptbestandteil aller Lebewesen und sind Bestandteil der Muskeln, wirken als Hormone und Enzyme in vielen Stoffwechselvorgängen mit, sind Zellbestandteil, haben Stütz- und Schutzfunktion (Knochen, Bindegewebe, Haut, Haare) und sind an der Abwehr beteiligt (z.B. in Form von Antikörpern).

Der Grundbaustein der Proteine sind Aminosäuren. Kann die Aminosäure nicht selbständig produziert werden, so ist die Aufnahme von bestimmten Aminosäuren lebensnotwendig (essenziell). Welche Aminosäure essenziell ist, ist abhängig von der Spezies. Der Bedarf an Rohprotein im Futter unterscheidet sich auch innerhalb einer Spezies, je nachdem in welcher Lebensphase sich das Tier befindet. So benötigen wachsende, trächtige oder laktierende Tiere mehr Protein als ausgewachsene Tiere, die keine „Leistung“ erbringen.

Non-Protein-Nitrogen (NPN) oder nicht-eiweißartige stickstoffhaltige Verbindungen sind z.B. freie Aminosäuren und Harnstoff. Diese spielen vor allem bei Wiederkäuern eine große Rolle für die im Verdauungstrakt enthaltenen Mikroorganismen, die aus NPN-Verbindungen Stickstoff gewinnen und in nutzbare Verbindungen umwandeln.

3.4 Mineralstoffe

Mineralstoffe sind anorganische mineralische Substanzen und im Körper vor allem im Knochen enthalten. Sie dienen als Gerüst- und Stützsubstanzen, sind aber auch an vielen Stoffwechselvorgängen beteiligt. Abhängig von Spezies und Lebensphase ist der Bedarf an den verschiedenen Elementen unterschiedlich.

Man unterscheidet Mengenelemente, die mit mehr als 50mg/kg Körpermasse vorhanden sein müssen. Hierzu gehören Calcium (Ca), Kalium (K), Natrium (Na), Magnesium (Mg), Phosphor (P), Schwefel (S), Chlor (Cl).

Die Spurenelemente liegen im Durchschnitt mit weniger als 50mg/kg Körpermasse vor. Zu ihnen gehören z.B. Eisen (Fe), Zink (Zn), Mangan (Mn), Kupfer (Cu), Jod (J), Selen (Se) und Cobalt (Co).

3.5 Vitamine

Der tierische Organismus benötigt Vitamine nicht als Energieträger, sondern für andere lebenswichtige Funktionen. Wenn sie nicht bedarfsdeckend vom Körper hergestellt werden können, müssen Vitamine mit der Nahrung aufgenommen werden und sind damit essenziell. Man unterscheidet fettlösliche (E, D, K, A) und wasserlösliche (B-Komplex, C) Vitamine. Der Bedarf an den einzelnen Vitaminen unterscheidet sich von Spezies zu Spezies. Einige Spezies können einzelne Vitamine nicht selbst herstellen und müssen die fehlenden Vitamine grundsätzlich zugefüttert bekommen. Beispiele dafür wären Meerschweinchen, Früchte fressende Fledermäuse und einige höhere Primaten-Arten (Trockennasenprimaten). Alle sind nicht in der Lage, Vitamin C zu synthetisieren, da ihnen dafür ein Enzym (L-Gulonolacton-oxidase) fehlt. Ein weiteres Beispiel ist Vitamin A1, das für Katzen essenziell ist.

3.6 Wasser

In der Versuchstierkunde werden meist Trockenfuttermittel verwendet. Trockenfutter enthalten im Allgemeinen nur bis zu 14% Wasser, Feuchtfuttermittel hingegen bis über 80%. Der niedrige Wassergehalt hat einen positiven Einfluss auf die Haltbarkeit, daher sind Trockenfuttermittel im Vergleich zu Feuchtfuttermitteln deutlich länger haltbar. Halbfeuchte Futtermittel spielen in der Versuchstierkunde nur eine untergeordnete Rolle, z.B. in Form von Leckerlies bei Hund und Katze.

Jeder Organismus besteht zu einem hohen Anteil aus Wasser, das an nahezu allen Stoffwechselvorgängen beteiligt ist. Es dient als Lösungs- und Transportmittel im Körper und ist mitverantwortlich für den osmotischen Druck und die Regulierung der Körpertemperatur. Der Organismus verliert täglich Wasser, u.a. über Schweiß, Atemluft und Urin, was die Aufnahme von Wasser lebensnotwendig macht. Abhängig vom Wassergehalt im Futter sollte daher für die meisten Spezies Wasser zu jeder Zeit und in freiem Umfang (ad libitum) zur Verfügung stehen. Ein Mangel an Wasser führt zur Dehydrierung (Austrocknen).

4. Energie

4.1 Bruttoenergie

Mit Bruttoenergie wird die gesamte Energiemenge, die in einem Futtermittel enthalten ist, bezeichnet. Verbrennt man das Futtermittel vollständig, entspricht die Bruttoenergie der Wärme, die dabei frei wird. In der Literatur spricht man auch von der „*gross energy*“ (GE).

4.2 Verdauliche Energie

Die verdauliche Energie bleibt übrig, wenn man von der Bruttoenergie die Energie abzieht, die mit dem Kot wieder ausgeschieden wird. Man spricht hier von der „*digestible energy*“ (DE).

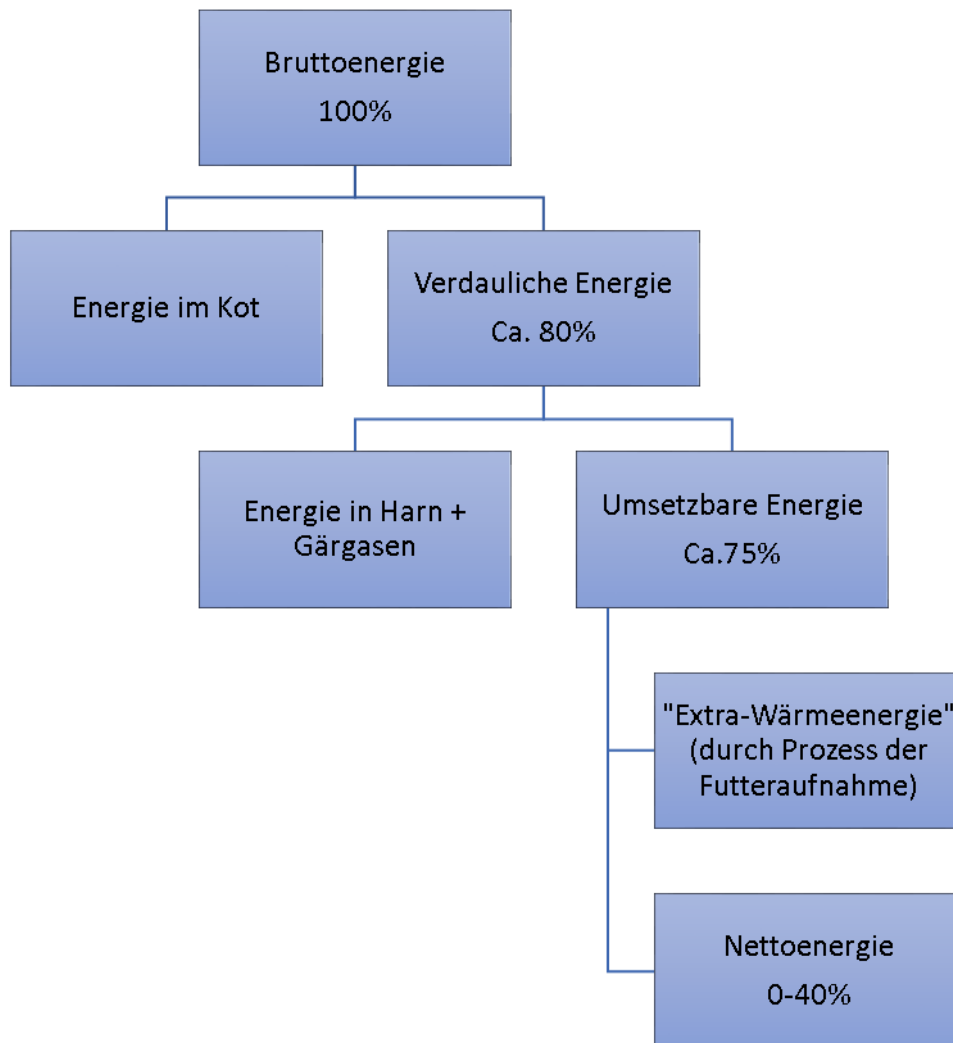
4.3 Umsetzbare Energie

Ein weiterer Anteil an Energie geht über die Abgabe von Harn und Gärgasen verloren. Übrig bleibt die umsetzbare Energie, auch „*metabolizable energy*“ (ME).

4.4 Nettoenergie

Von der umsetzbaren Energie geht dem Organismus ein weiterer Anteil von Energie durch die Abstrahlung von Wärme verloren. Die Extrawärme oder *Heat Increment* ist eine direkte „Steuer“ an das Futter bzw. die Futteraufnahme, d.h. Kauen, Verdauen, Transport der Nährstoffe. Es verbleibt die Nettoenergie, oder auch „*net energy*“ (NE).

Abb.1 (J. Steidle): Futterenergieverwertung



4.5 Energiebedarf

Die Energiemenge, die der Körper bei völliger Ruhe für die Aufrechterhaltung der Lebensvorgänge in den Zellen und für die Tätigkeitsbereitschaft der Organsysteme in 24 Stunden verbraucht, wird Grundumsatz genannt. Der Grundumsatz wird überwiegend in der menschlichen Ernährungslehre verwendet.

Da beim Tier eine völlige Muskelruhe nicht zu erreichen ist, verwendet man hier den Begriff Nüchternumsatz. Dieser wird gemessen, wenn der Körper den kleinstmöglichen Energieeinsatz benötigt, also nüchtern mit leichter Muskeltätigkeit bei einer Temperatur, bei der das Tier weder friert noch schwitzt. Der Nüchternumsatz ist hauptsächlich abhängig von der Körpergröße. Bei warmblütigen Tieren ist der Nüchternumsatz (Grundumsatz) umso

größer, je kleiner das Tier ist. Dies hängt hauptsächlich mit dem Wärmeverlust zusammen. Der Nüchternumsatz einer Maus ist pro Gramm Körpergewicht ca. 200-mal höher als der eines Elefanten.

Der Erhaltsbedarf setzt sich aus dem Nüchternumsatz und dem Energiebedarf für Futteraufnahme, Verdauung, leichte Muskeltätigkeit und Wärmeregulation zusammen.

Der Leistungsbedarf ist folglich der Bedarf, den der Körper hat, wenn zu dem Erhaltsbedarf körperliche Leistung kommt.

Bei der körperlichen Bewegung hat nicht nur die Dauer der körperlichen Leistung, sondern auch ihre Intensität einen Einfluss auf die verbrauchte Energie. Die körperliche Leistung beschränkt sich nicht nur auf die Bewegung, auch der Bedarf für Wachstum, Reproduktion und Laktation zählt hierzu. Bei der Reproduktion ist der zusätzliche Energiebedarf bei allen Säugetieren zunächst gering. Erst gegen Ende der Trächtigkeit steigt der Bedarf steil an. In der Laktation ist der Bedarf davon abhängig, wie sich die Milch speziesspezifisch zusammensetzt und wie hoch die Milchmenge ist. Bei Tieren im Versuch kann auch aufgrund des Versuches (Krankheit, Laufrad) ein höherer Leistungsbedarf entstehen.

Tab.1: Vergleichende Darstellung des Energiebedarfes in den unterschiedlichen Lebensphasen von Maus und Ratte in Kilokalorien (kcal) und in Kilojoule (kJ)

Energiebedarf	Maus	Ratte
Erhaltung	161-164 kcal ME/BW _{kg} ^{0.75}	112-114 kcal ME/BW _{kg} ^{0.75}
Wachstum	263 kcal ME/BW _{kg} ^{0.75}	min. 227 kcal ME/BW _{kg} ^{0.75}
Laktation	311-430 kcal ME/BW _{kg} ^{0.75}	Mind. 311 kcal ME/BW _{kg} ^{0.75}

Energiebedarf	Maus	Ratte
Erhaltung	~675 kJ ME · kg BW ^{0.75}	~470 kJ ME · kg BW ^{0.75}
Wachstum	1100 kJ ME · kg BW ^{0.75}	min. 950 kJ ME · kg BW ^{0.75}
Laktation	1300-1800 kJ ME · kg BW ^{0.75}	min. 1300 kJ ME · kg BW ^{0.75}

NRC, National Research Council, 1995. *Nutrient Requirements of Laboratory Animals: Fourth Revised Edition*, 1995. Washington, DC: The National Academies Press. DOI: <https://doi.org/10.17226/4758>

BW = *body weight* = Lebendmasse

5. Futtermitteltypen

Im Heft „Charakterisierung und Herstellungsverfahren von Versuchstiernahrung“ (Stand Juli 2019) sind weitere Ausführungen zu den Futtermitteltypen zu finden.

5.1 Futtermittel in Mehlform

Der Einsatz mehlförmiger Alleinfuttermittel in Versuchstierhaltungen ist speziellen Fragestellungen (z.B. Stoffwechselkäfig, Verabreichung thermolabiler Substanzen über das Futter) vorbehalten, weil sie gegenüber gepressten Futtermitteln diverse Nachteile haben, z.B.:

- verminderte Homogenität durch Entmischung der einzelnen Bestandteile
- verminderte hygienische Stabilität aufgrund erhöhter Oberfläche
- erschwerte Fütterungstechnik, da Mehl nicht über die Gitterraufen verabreicht werden kann
- Belastung von Mensch und Tier durch erhöhte Staubentwicklung
- schlechtere Wirtschaftlichkeit durch erhöhten Verlust

Mehlförmige Futtermittel werden für die Herstellung von Versuchstiernahrung in der Regel erst pelletiert und anschließend vermahlen. Hierdurch wird die Homogenität der Mischung erhöht, eine Entmischung und damit selektive Futteraufnahme verhindert und durch das Erhitzen die Keimzahl vermindert. Eine seltene Ausnahme hiervon stellen Spezialfuttermittel in Mehlform dar, deren Inhaltsstoffe (z.B. Testsubstanzen) beim Pelletieren eine Hitzeschädigung erleiden würden. Hier werden die Komponenten lediglich homogen zu einem Mehlfutter vermischt.

Ein weiterer Nachteil der Mehlfuttermittel ist, dass z.B. Mäuse ihren Nagetrieb nicht ausleben können. Auch die nachwachsenden Zähne werden nicht abgenutzt. Deshalb müssen den Tieren zusätzlich Nagehölzer zur Verfügung gestellt werden.

5.2 Pelletierte Futtermittel

Im Vergleich zu mehlförmigen Mischfuttermitteln bieten pelletierte Futtermittel Vorteile beim Transport, bei der Handhabung durch den Tierhalter und für das Tier selbst:

- rieselfähige, dosierbare Pellets (Rieselfähigkeit = Ausmaß der freien Beweglichkeit oder das Fließverhalten von Schüttgütern)
- keine Entmischung bei Losetransport und Silobefüllung
- verbesserte Lagerfähigkeit
- nur geringe Futterverluste durch Verstreuungen
- erhöhte Lagerstabilität durch reduzierte Keimbelastung
- keine selektive Futteraufnahme durch das Tier
- hohe hygienische Qualität und Stabilität
- problemlose Fütterung über Käfigraufen (Maus, Ratte)
- bessere Akzeptanz
- Nageaktivität; dadurch notwendiger Zahnabrieb sichergestellt

Für die Herstellung von Pellets wird die gemahlene Futtermischung zunächst mit Dampf behandelt und anschließend in eine Matrize gepresst. Dampf, Druck und Reibungswärme (in Randbereichen bis max. 80°C) führen zur Bildung von Füttersäulen in den Kanälen der Matrize. Messer an der Außenseite brechen dann diese durch die Kanäle gedrückten

Futtersäulen zu zylinderförmigen Stücken, den Pellets, ab. Verschiedene Spezies benötigen aufgrund ihrer unterschiedlichen Anatomie auch unterschiedliche Pelletgrößen.

Die Pelletlänge nach Austritt der Matrice beträgt normalerweise das 1,5- bis 2-fache des Pelletdurchmessers. Übliche Pelletdurchmesser sind 2, 3, 4, 10, 12 und 15 mm.

Der Wärmeeinfluss beim Pelletieren von Mischfuttermitteln kann die enthaltenen Nährstoffe (z.B. Vitamine) verändern (Gehalt im Futtermittel nimmt ab), hat aber auch einen positiven Effekt: Durch die vorangegangene Dampfkonditionierung wird die Keimbelastung reduziert.

Tab. 2: Übliche Pelletdurchmesser bei standardisierten Versuchstierfuttern

Tierart	Üblicher Pelletdurchmesser
Maus	10-15 mm
Ratte	10-15 mm
Hamster	10, 12 oder 15 mm
Kaninchen	3-4 mm
Meerschweinchen	3-4 mm
Minipig	4-6 mm, 10 mm
Geflügel	2-4 mm
Hunde	10 mm
NHP	4-10 mm

5.3 Extrudierte Futtermittel

Extrudate werden ebenfalls durch Dampf, Druck und Wärmezugabe hergestellt. Im Gegensatz zum Pelletieren werden hierbei kurzzeitig Temperaturen deutlich über 100 °C erreicht. Aufgrund der höheren Temperaturen in Kombination mit einem deutlich höheren Druck wird beim Extrudieren im Vergleich zum Pelletieren eine deutlich bessere Reduzierung der Keimbelastung im Endprodukt erreicht.

Das Fließverhalten von Extrudaten ist mit dem von Pellets vergleichbar. Die Schüttdichte ist geringer als bei Pellets.

- Effekte des Extruders:
- Reduzierung des Keimgehaltes (stärker als beim Pelletieren)
- Stärkeaufschluss
- Abbau hitzeunbeständiger nicht-nahrhafter Substanzen
- Mögliche Schädigung von Zusatzstoffen: z.B. Vitamine, freie Aminosäuren (Entstehung von Kondensationsprodukten)

Erfahrungswerte zeigen, dass extrudierte Futter von den Tieren leichter und damit vermehrt aufgenommen werden. Daher wird das Füttern von Extrudaten für reine Haltungstiere nicht empfohlen, da diese schneller verfetten. Bei Tieren, die einen erhöhten Bedarf haben, z.B. aufgrund von Zuchtleistung oder genetischer oder versuchsbedingter Belastung, kann sich die Fütterung von Extrudaten positiv auswirken.

5.4 Granulat-Futtermittel

„Granulate“ finden überwiegend in der Fischhaltung Verwendung. Bei Granulaten handelt es sich fast ausschließlich um Extrudate (seltener um Pellets) mit sehr geringem Durchmesser, der an die aktuelle Fischgröße angepasst wird: Für kleine Fische bzw. Brut liegt der Durchmesser bei <1 mm. Gegenüber herkömmlichen Pellets haben Granulate den Vorteil, dass sie schwimmfähig sind und nur langsam zu Boden sinken. Dies beugt einer raschen Verschmutzung des Beckenbodens durch aufgeweichte Futterreste („Schlamm“) vor. Ein weiterer Vorteil ist, dass die Belastung der Wasserqualität verringert wird, indem die mikrobielle Zersetzung und das sogenannte „*Leaching*“ (Lösen von Substanzen aus festem Material) reduziert werden.

5.5 Geflockte Futtermittel

Futtermittelflocken werden aus einem Futterbrei, der auf Walzen gesprüht oder aufgetragen wird, dünn gewalzt und gepresst. Unter Wärmeeinwirkung trocknen die Flocken im Laufe der Produktion immer mehr, bis sie unter 10% Restfeuchtigkeit haben. Dies ist die sogenannte Walzentrocknung, bei der auch wieder Stärke aufgeschlossen wird. Meistens wird Fischfutter so hergestellt.

Bei der Herstellung von Getreideflocken wird das Getreide erst mit einem Dämpfer und Feuchtigkeit aufgeschlossen. Danach kommt es in eine Walze, in der es zu einer Flocke gewalzt wird. Danach werden die Flocken getrocknet und gekühlt, damit sie lange lagerfähig werden.

6. Fütterungstechniken

6.1 *Ad libitum*

In der Ernährung wird die zeitlich und mengenmäßig unbegrenzte Verfügbarkeit von Futtermitteln für das Tier mit dem Begriff „*ad libitum*-Fütterung“ bezeichnet. Die Tiere haben hierbei jederzeit freien Zugang zu Futter und Wasser.

6.2 Restriktiv

Restriktives Füttern bedeutet, den Tieren eine bestimmte Menge Futter zuzuteilen, bzw. die Menge des Futters einzuschränken. Diese Technik wird häufig zur Untersuchung stoffwechselphysiologischer Fragestellungen oder zur Motivationssteigerung bei Verhaltens-tests (Belohnung) eingesetzt. Dabei spricht man von einer quantitativen Restriktion, wenn die Menge des Futtermittels vermindert, die Fütterungszeit verkürzt wird oder Fastentage eingelegt werden.

Bei einer qualitativen Restriktion wird die Zusammensetzung im Futtermittel verändert, gegebenenfalls der Nährstoffgehalt verringert (z.B. um die Wachstumsrate oder den Eintritt der Geschlechtsreife zu steuern).

6.3 Rationiert

Bei einer rationierten Fütterung („*meal fed*“) wird generell in bestimmten Zeitabständen gefüttert oder jeweils eine bestimmte Menge Futter in bestimmten Zeiträumen zur Verfügung

gestellt. Diese Fütterung ist auch im versuchstierkundlichen Bereich bei Hunden, Katzen und Frettchen sowie bei Schweinen, Schafen und Kühen Standard.

6.4 Paarfütterung

Die Paarfütterung oder auch „*pair feeding*“ ist eine spezielle Form der restriktiven Fütterung. Hierbei sollen Versuchs- und Kontrollgruppen miteinander verglichen werden. Daher erhält das jeweilige Kontrolltier exakt die gleiche Futtermenge, die vorher das Versuchstier erhalten hat.

7. Übliche Futtermittel pflanzlichen Ursprungs

Die nachfolgenden Beschreibungen der Futtermittelpflanzen beziehen sich auf die ursprünglichen Wildformen. Im Rahmen der agrarwirtschaftlichen Nutzung werden durch Zucht und durch den Einsatz von Chemikalien die Nutzungsformen optimiert. Dies hat Auswirkungen auf die Wuchshöhe, Aussehen und die Inhaltsstoffe. Daher können Pflanzenbestimmungen heute nicht immer auf den ersten Blick nach den gängigen Merkmalen durchgeführt werden. Dies trifft insbesondere auf die Getreidearten zu.

7.1 Getreide

Zu den Getreidesorten zählen u.a. Weizen, Dinkel, Gerste, Mais, Roggen, Hafer, Reis und Hirse. Es handelt sich fast ausschließlich um einjährige Pflanzen, wobei Reis partiell auch mehrjährig genutzt werden kann. Getreide gehört zu den Gräser bzw. Süßgräsern (*Poaceae*).

In Futtermitteln für Ratte und Maus stellen sie einen Hauptbestandteil (50-70 %) und wichtigen Energielieferanten in Form von Stärke dar.

7.1.1 Weizen

Die unterschiedlichen Weizenarten erreichen Wuchshöhen von etwa 0,5 m bis zu 1 m. Die Pflanze wirkt dunkelgrün mit einem rundlichen Halm und einer gedrungenen Ähre. Die kurzen bewimperten Blattöhrchen umschließen den Halm nicht, was den Weizen von der Gerste unterscheidet.

Abb. 2: Weizen – Feld (a) – einzelne Ähren (b) – Korn (c)



a) Feld



b) einzelne Ähren



c) Korn

7.1.2 Dinkel

Dinkel gehört zur Gattung des Weizens. Das Korn ist fest mit den Spelzen, den trockenen Hüllen des Getreidekorns, verwachsen. Vor der Verarbeitung muss es daher entspelzt werden. In erster Linie ist es ein Backgetreide. In der Tierfütterung spielt es nur als Ganzes Korn, oder als Spelze, in der Pferdezucht eine Rolle.

Abbildung 3: Dinkel – Feld (a) – einzelne Ähren (b) – Korn (c)



a) Feld



b) einzelne Ähren



c) Korn

7.1.3 Gerste

Die Gerste hat eine Wuchshöhe von 0,7 bis 1,2 m. Die Pflanze ist glatt, unbehaart, und mit einem aufrechtstehenden Halm. Die Laubblätter sind wechselständig und zweizeilig angeordnet. Die wichtigsten morphologischen Erkennungsmerkmale sind die zwei langen, unbewimperten Blattöhrchen der Blattscheide, die den Halm vollständig umschließen. Der ährige Fruchtstand besitzt lange Grannen und ist im reifen Zustand geneigt bis hängend.

Abbildung 4: Gerste – Feld (a) – einzelne Ähren (b) – Korn (c)



a) Feld



b) einzelne Ähren



c) Korn

7.1.4 Hafer

Der Hafer ist ein Rispengras, das sich von anderen Getreidearten hauptsächlich in der Form seines Fruchtstandes unterscheidet. Dieser ist beim Hafer als Rispe und nicht als Ähre ausgebildet. Die Haferarten sind einjährige krautige Pflanzen, mit einem hohlen, eher rundlichen Halm. Dem Hafer fehlen die Blattöhrchen, was ihn von anderen Nutzgetreidearten unterscheidet. Die Blatthäutchen (*Ligula*) sind schmal bis mittelgroß, fransig und gezahnt. Die Haferpflanze bestäubt sich selbst. Haferkörner sind spindelförmig und tief gefurcht.

Abbildung 5: Hafer – Feld (a) – Rispenstand (b) – Korn (c) – Haferflocken (d)



a) Feld



b) Rispenstand



c) Korn



d) Haferflocken

7.1.5 Roggen

Der Roggen hat lange Wurzeln, die bis zu einem Meter tief in den Erdboden reichen. Dadurch gedeiht der Roggen auch auf sandigen Böden und überlebt einige Trockenzeiten. Er wird 65 bis 200 Zentimeter groß und hat 5 bis 20 Zentimeter lange, vierkantige, zur Blütezeit leicht überhängende Ähren. Diese einzelnen, meist zweiblütigen, Ährchen sind mit schmalen Hüllspelzen und langbegrannnten Deckspelzen ausgestattet.

Abbildung 6: Roggen – Feld (a) – einzelne Ähre (b) – Korn (c)



a) Feld



b) einzelne Ähre



c) Korn

7.1.6 Hirse

Hirse ist eine Sammelbezeichnung für kleinfrüchtiges Spelzgetreide mit 10-12 Gattungen die der Familie der Süßgräser (Poaceae) angehören. Das einjährige Gras kann eine Höhe von 5 m erreichen. In ihrem Wuchs erinnert die Hirse stark an den Mais. Die markerfüllten Halme tragen bandförmige zweizeilige Blätter. Die aufrechten, lockeren Rispen sind 10-60 cm lang, ihre Ästchen tragen jeweils 2 Ährchen. Die unbespelzten Körner haben einen Durchmesser von 4-8 mm. Je nach Sorte können sie weiß, gelb oder rot sein.



Abbildung 7: Hirse – Kolben

7.1.7 Mais

Kulturmais ist eine einjährige kräftig gebaute, krautige Pflanze. Die Wuchshöhen kann von ein bis zu drei Metern reichen. Der runde Halm, welcher auf ganzer Länge von glatten Blattscheiden bedeckt ist, ist nicht oder nur selten verzweigt. Im Gegensatz zum Hafer ist der Halm markhaltig. Die Laubblätter sind wechselständig, mit einem drei bis fünf Millimeter lange Blatthäutchen (*Ligula*) ist zerschlitzt oder bewimpert. Die dunkelgrüne Blattspreite besteht aus einem Blatt und ist bis zu einem Meter lang und vier bis zehn Zentimetern Breit. Die ist einfach, leicht rau, mitunter zerstreut behaarte zum Rand hin wellig.

Mais als ganze Pflanze wird in Form von Silage oder Schrot eingesetzt. Aber auch nur das Korn, in Rohform oder gemahlen, wird verwendet. Als Nebenprodukte der Stärkegewinnung fallen Maiskleber („*Corn gluten*“) und Maiskleberfutter an. Während Maiskleber größtenteils aus dem Kleberprotein des Maiskorns besteht, enthält Maiskleberfutter zusätzlich noch Schalen und Reste des entölten Keimlings. Daher weist Maiskleber einen sehr hohen Proteingehalt (60-65 %) im Vergleich zum Maiskleberfutter (ca. 18-22 %) auf. Maiskleber wird häufig bei phytoestrogen-armen (ohne Soja) Futtermitteln für Ratte und Maus eingesetzt. Aufgrund der eingeschränkten Proteinqualität müssen hier jedoch zusätzlich Aminosäuren supplementiert werden.

Abbildung 8: Mais– Feld (a) – einzelner Kolben (b) – Korn (c)



a) Feld



b) einzelner Kolben



c) Korn

7.1.8 Reis

Als Reis werden die Getreidekörner der Pflanzenarten *Oryza sativa* (weltweiter Anbau) und *Oryza glaberrima* (Anbau in Westafrika) bezeichnet. Die Kulturreispflanze, *Oryza sativa*, bildet bis zu 30 Halme aus. Die Halme werden 50 bis 160 cm hoch und tragen je eine schmale überhängende Rispe. An der Rispe können 80 bis zu 100 einblütige Ährchen sitzen. Daher kann eine Pflanze fast 3000 Früchte tragen. Wie bei allen Getreiden besteht die Frucht aus Keimling, Mehlkörper, Aleuronschicht, Samenschale und Fruchtwand. Die letzten drei bilden das sogenannte Silberhäutchen. Durch Vorbehandlung (Polieren), wird das Silberhäutchen inklusive der Samenschale entfernt. Man spricht hier auch vom geschälten oder polierten Reis. Durch diese Prozedur gehen zwar einige Nährstoffe verloren (Vitamine, Mineralstoffe, Ballaststoffe), jedoch ist der Reis danach auch besser lagerfähig und besitzt eine verkürzte Kochzeit.

Abbildung 9: Reis – neu gepflanztes (a) und älteres Feld (b, Schumacher) – Korn (c)



a) neu gepflanztes Feld



b) älteres Feld



c) Korn

7.2 Hülsenfrüchtler (Leguminosen)

Hülsenfrüchtler haben ihren Namen durch ihren Fruchttyp erhalten. Sie bilden eine Hülsenfrucht, die sich bei der Reife öffnet und ihre Samen entlässt.

Die meisten Leguminosen gehen eine Symbiose mit Bakterien und Pilzen in ihren Wurzelknöllchen ein. Die Knöllchenbakterien binden Stickstoff und somit ist die Pflanze unabhängig vom Nitratgehalt des Bodens.

Leguminosen sind sehr nährstoffreich und eine gute Quelle für Proteine (Eiweiße), Vitamine und Mineralstoffe.

Die Pflanzen bilden allerdings auch eine Reihe von antinutritiven Stoffen, welche gesundheitsschädlich sein können. Deshalb müssen z.B. Bohnen erhitzt werden, bevor man sie verzehren kann.

7.2.1 Erbsen

Die Erbse (*Pisum sativum*) ist eine Pflanzenart aus der Gattung Erbsen (*Pisum*) in der Unterfamilie Schmetterlingsblütler (*Faboideae*) und gehört damit auch zur Familie der Hülsenfrüchtler (*Fabaceae*, *Leguminosae*). Sie ist eine einjährige, krautige Pflanze. Die Wurzeln sind in der oberen Bodenschicht stark verzweigt.

Die Pflanze hat niederliegenden oder kletternden Stängel. Sie werden 0,5 bis 2 Meter lang. Die Laubblätter besitzen ein bis drei Fiederpaare und verzweigte Blattranken. Ein bis drei Blüten stehen in einem traubigen Blütenstand. Der Blütenstiel ist 5 bis 10 Millimeter lang. Die Hülsenfrüchte sind 3 bis 12 Zentimeter lang, 1 bis 2,5 Zentimeter dick und je nach Sorte grün, gelb oder bräunlich, selten schwarz. Die Hülsenfrüchte enthalten vier bis zehn Samen, die Erbsen.

Für die Fütterung von Tieren werden andere Sorten als für die menschliche Ernährung eingesetzt, sie werden Futtererbsen bzw. Ackererbsen bezeichnet.

Mit dem hohen Energie- und Proteingehalt können Erbsen die Sojabohne ersetzen.

Erbsen enthalten – wie auch andere Leguminosen – antinutritive Substanzen, z.B. Tannine und Proteaseinhibitoren, die insbesondere die Verdaulichkeit und Verträglichkeit einschränken. Dies kann durch Erhitzen verhindert werden.

Abbildung 10: Erbse – Frucht



Frucht

7.2.2 Linsen

Linsen gehören, wie Bohnen und Erbsen, zur Familie der Hülsenfrüchtler (*Leguminosae* oder *Fabaceae*). Sie sind für ihre Robustheit und geringen Ansprüche an Klima und Boden bekannt. Durch die Knöllchenbakterien an ihren Wurzeln, die Stickstoff aus der Luft im Boden binden und zu Nährstoffen umwandeln, haben sie stets ihren „eigenen Dünger“ parat. Sie sind vorwiegend einjährige krautige Pflanzen, deren Stängel aufrecht bis niederliegend ist. Die wechselständigen Laubblätter sind meist paarig gefiedert mit zwei bis acht Paaren von Fiederblättchen und enden in einer grannenartigen Spitze oder auch in einer einfachen Ranke. Die kurz gestielte Hülsenfrucht ist stark abgeflacht und enthält ein bis zwei Samen. Die braunen Samen sind abgeflacht und rundlich.

Abbildung 11: Linse – Frucht



Rote Linse



Braune Tellerlinse

7.2.3 Sojabohnen

Die Sojabohne ist eine in Europa nicht heimische Pflanzenart aus der Unterfamilie Schmetterlingsblütler (*Faboideae*) innerhalb der Familie der Hülsenfrüchtler. Es handelt sich um eine einjährige krautige grüne Pflanze mit bräunlicher Behaarung. Die Sojabohne gibt es in verschiedenen Varianten, die sich in ihren morphologischen Merkmalen sehr unterscheiden können. Am häufigsten sind aufrecht wachsende Sorten von 20 bis 80 Zentimeter Wuchshöhe. Die Stängel sind eher dünn und mehr oder weniger verzweigt. Die meisten Sorten sind an Stängeln, Blattstielen und Blättern fein und dicht behaart.

Die Laubblätter sind in Blattstiel und Blattspreite unterteilt und wachsen wechselständig am Stängel. Die Blattspreite wird mehr als 10 Zentimeter breit und ist unpaarig gefiedert, bestehend aus drei Blättchen mit ein bis zwei Nebenblättchen. Die einzelnen ganzrandigen Blättchen sind oval und 3 bis 10 Zentimetern lang und 2 bis 6 Zentimetern breit. Während der Fruchtreifung werden die Laubblätter abgeworfen. Sojabohnen besitzen ausgeprägte Pfahlwurzeln, die bis zu 1,5 Meter lang werden können. Die Wurzeln werden von dem Knöllchenbakterium *Bradyrhizobium japonicum* besiedelt. Durch das Zusammenwachsen profitieren sowohl die Sojabohne als auch das Knöllchenbakterium, und es handelt sich hier um eine Symbiose. Durch die Symbiose erhält die Pflanze von den Bakterien den wichtigen Nährstoff Stickstoff in pflanzenverfügbarer Form.

Soja ist eines der wichtigsten Eiweißfuttermittel weltweit. Die Sojabohne enthält ca. 36-38 % Rohprotein und rund 20 % Rohfett. Sojabohnen müssen vor der Verfütterung erhitzt („getoasted“) werden, um antinutritive Substanzen, wie Trypsininhibitoren, zu zerstören. Aus den Vollfettsojabohnen wird durch Fettextraktion Fett gewonnen. Der daraus zurückbleibende Sojaschrot hat ca. 44-48 % Protein und nur noch ca. 2-3 % Fett. In weiteren Bearbeitungsschritten kann Sojaproteinkonzentrat (ca. 64 % Protein) bzw. Sojaproteinisolat (85-87 % Protein) gewonnen werden, wobei letzteres in der Nagerernährung nur in bestimmten Versuchsdiäten Einsatz findet

Abbildung 12: Sojabohne – Pflanze (a) – Frucht mit Hülse (b)



a) Pflanze



b) Frucht mit Hülse

7.2.4 Lupine

Die Lupinen (Süßlupine) gehören ebenfalls zu den Schmetterlingsblütlern (Leguminosen). Die dichten, rispenähnlichen Blütenstände der Lupine wachsen etwa 80 bis 100 Zentimeter hoch und erscheinen ab dem Frühsommer in leuchtenden Farben. In der Nutztierfütterung finden sowohl die Lupinensamen als auch ganze Pflanzen Verwendung. Die Lupine wird alleine oder als Beimischung im Futter eingesetzt. Als Grünfutter wird sie zu Beginn der Blüte oder als Ganzpflanzensilage 3 bis 4 Wochen vor der Körnerreife geerntet. Für die Körnergewinnung lässt man die Pflanze von August bis September reifen.

Die Lupine ist sehr eiweißreich, mit vielen essenziellen Aminosäuren. Sie sollte, außer bei Vögeln, geschrotet oder gequetscht verfüttert werden, um wirklich verdaut werden zu können. Das Toasten von Lupinensamen wird empfohlen, um die schädlichen sekundären Pflanzenstoffe, insbesondere Alkaloide aufzuspalten.

Abbildung 13: Lupine – Pflanze



Pflanze

7.2.5 Luzerne

Luzerne, auch Alfalfa genannt, gehört zur Gattung Schneckenklee. Sie wächst als krautige, ausdauernde grüne Pflanze und erreicht eine Wuchshöhe von ca. einem Meter. Ihre Wurzeln gehen tief in den Boden und können ein Rhizom (Wurzelstock) von über 4,5 Metern bilden. Wie andere Hülsenfrüchtler (Leguminosen) besitzt die Luzerne die Fähigkeit, mit Hilfe von symbiotischen Knöllchenbakterien (Rhizobien) Stickstoff aus der Luft aufzunehmen und ist dadurch in der Lage, unabhängig vom vorhandenen Stickstoff im Boden Protein zu bilden.

Aufgrund ihres hohen Eiweißgehaltes ist die Luzerne als Trockenfutter aus einheimischer Produktion von Bedeutung. Luzerne eignet sich sehr gut zur Grünmehlherstellung durch Heißlufttrocknung und zur Pelletherstellung.

Abbildung 14: Luzerne – Feld (a) – Pflanze (b)



a) Feld



b) Pflanze

7.2.6 *Espарsette*

Die Espарsette *Onobrychis sativa* ist eine Futterpflanze mit niedrigem Zucker- und Stärkegehalt. Als Leguminose hat sie einen hohen Rohproteinanteil und gilt mit ihren essenziellen Aminosäuren als ausgesprochen energiereich. Außerdem enthält sie viele kondensierte Gerbstoffe. Diese verbessern die Verwertung der Eiweiße und schwächen potentielle Magen-Darm-Parasiten, was parasitäre Infektionen hemmt. Darüber hinaus fördert der hohe Gehalt an Rutin die Elastizität der Blutgefäße und Blutkapillaren. Espарsette wird als Heu, Cobs oder Silage verfüttert.

Abbildung 15: Espарsette – Pflanze



Pflanze

7.2.7 Weitere eiweißhaltige Futterpflanzen

Abbildung 16: Rotklee (a), Weißklee (b), Wicken (c), Platterbsen (d)



a) Rotklee



b) Weißklee



c) Wicken



d) Platterbsen

7.3 Sonstiges

7.3.1 Buchweizen

Der Buchweizen ist eine Pflanzengattung in der Familie der Knöterichgewächse (*Polygonaceae*). Trotz der Bezeichnung Buchweizen handelt es sich nicht um Getreide, sondern um ein Pseudogetreide. Als Pseudogetreide werden Körnerfrüchte von Pflanzenarten bezeichnet, die nicht zur Familie der Süßgräser (*Poaceae* = alle echten Getreidearten) gehören, aber ähnlich wie Getreide verwendet werden. Die Buchweizen-Arten sind ein- oder mehrjährige krautige Pflanzen. Sie bilden Pfahlwurzeln. Der Stängel ist aufrecht und kahl oder fein behaart.

Die wechselständig angeordneten Laubblätter sind in Blattstiel und Blattspreite gegliedert. Die einfachen, ganzrandigen Blattspreiten sind schief und dreieckig, breit oval, herzförmig,

linealisch oder pfeilförmig mit spitzem oder gestutztem oberem Ende. Die Achänen (nussähnliche Schließfrüchte) sind dreieckig und an der Basis nicht gehörnt oder geflügelt.

Buchweizen ist insbesondere eine gute Alternative bei Glutenunverträglichkeit und findet somit Verwendung bei verschiedenen Diätfuttermitteln.

Abbildung 17: Buchweizen – Pflanze (a) – Korn (b)



a) Pflanze



b) Korn

7.3.2 Raps

Raps ist eine Pflanzenart aus der Familie der Kreuzblütengewächse. Aus der Rapssaat wird in erster Linie Rapsöl gewonnen. Das Rapsöl wird als Speiseöl, aber auch als Biokraftstoff verwendet.

Rapsöl wird in Ölmühlen durch Pressen oder Extraktion gewonnen. Die Rapssaat enthält einen mittleren Ölgehalt von 43 Prozent. Als Nebenprodukte der Rapsölgewinnung fallen je nach Verarbeitungsmethode Rapskuchen oder Rapsextraktionsschrot an. Diese Nebenprodukte finden als eiweißreiches Tierfutter Verwendung.

Rapsöl

Rapsöl kann im Futter ähnlich wie andere Öle, bspw. Sojaöl, eingesetzt werden und liefert dem Tier damit als kleiner Rezepturbestandteil neben Energie auch die typischen (und lebensnotwendigen) Fettsäuren sowie fettlösliche Vitamine.

Rapskuchen

Rapskuchen entsteht als fester, übrigbleibender Anteil, wenn aus Rapssaat das darin enthaltene Öl mechanisch herausgepresst wird. Rapskuchen besitzt im Vergleich zu Rapsschrot deutlich mehr Fett, ungefähr 12 bis 18 Prozent.

Raps(extraktions)schrot

Wird aus der Rapssaat das darin enthaltenen Öl über die sogenannte Extraktion herausgezogen, verbleibt das sogenannte Rapsschrot. Beim Extraktionsvorgang wird der klein gemahlene Saat ein Lösungsmittel zugesetzt, welches das Öl herauslöst. Anschließend wird das Lösungsmittel wieder abdestilliert. Rapsschrot wird vor allem in der Milchviehfütterung eingesetzt. Bis zu einem gewissen Anteil kann es aber auch im Futter von Schweinen, in kleinerem Umfang bei Geflügel und Pferden eingesetzt werden. Eigenschaften, wie der hohe Anteil an nutzbarem Rohprotein und die gute Verträglichkeit, machen Rapsschrot zu einem wertvollen Futtermittel. Rapsschrot besitzt einen Rohfettgehalt von zwei bis vier Prozent

Zu den wichtigsten antinutritiven Substanzen von Raps gehören die Glucosinolate, die Organschäden und Schilddrüsenveränderungen auslösen können. Sie kommen in stark variierenden Konzentrationen (0,4-21 mmol/kg) in Raps vor, sodass die Verwendung von Raps bei monogastrischen Tieren eingeschränkt ist und bei Versuchstieren gegebenenfalls ganz ausgeschlossen werden sollte.

Seit 1974 werden Rapssorten gezüchtet, die kaum noch schädigenden Stoffe enthalten. Diese Rapssorten werden mit „00“ bezeichnet. Die in Kanada gezüchteten Sorten werden auch Canola (*Canadian oil, low acid*) genannt.

Abbildung 18: Raps – blühendes Feld (a) – reifes Feld (b) – Saat (c)



a) blühendes Feld



b) reifes Feld



c) Saat

7.4 Raufutter und Grünfutter

Zum Raufutter gehören Heu und Stroh, Gras, Grassilage, Maissilage und andere Ganzpflanzenprodukte mit hohem Strukturgehalt.

Als Grünfutter bezeichnet man die oberirdischen Teile von Futterpflanzen, deren Wachstum noch nicht abgeschlossen ist. Grünfutter kann vom Dauergrünland (Gräser, Leguminosen und Kräuter) oder vom Acker (z.B. Luzerne oder Sommerraps) gewonnen werden, fällt aber auch als Nebenprodukt beim Ackerbau (z.B. Zuckerrübenblätter) an. Alle Grünfutter haben einen hohen Wasser- und Rohfaseranteil. Der Gehalt an Nährstoffen variiert stark in Abhängigkeit von Nutzungseignung, Düngung, Pflanzengesellschaft und Nutzungszeitpunkt (Vegetationsstadium).

Gräser

Gras dient oft als Grundfutter, d.h. als Hauptbestandteil der Ernährung bei Pflanzenfressern, z.B. Schafen. Ein gutes Gras muss schmackhaft sein, um eine gute Akzeptanz bei den Tieren zu erreichen. Aufgrund ihres hohen Rohfaseranteils zählen die Gräser zu den Raufuttern. Je nach Tierart und Leistung unterscheiden sich die Anforderungen an die Inhaltsstoffe. Milchkühe haben z.B. einen hohen Bedarf an Energiedichte, Pferde einen hohen Bedarf an Struktur.

Außerdem müssen die Grassorten an die jeweiligen Standorte angepasst sein, um den Befall mit Rost oder Fusarien (Pilzen) zu vermeiden. Fusarienarten können gesundheitsschädliche Gifte produzieren, z.B. Zearalenon.

Heu

Als Heu bezeichnet man getrocknetes Grünfutter vom Dauergrünland, also von einer Wiese. Die Qualität des Heus wird stark vom Zeitpunkt der Heuernte beeinflusst. Frisches, junges Gras ist eiweißreich und hat viele Kohlenhydrate, vor allem Fruktane. Nach der Blüte und vor der Samenbildung hat das Gras am wenigsten Pollen und die Nährstoffe sind noch nicht für die Samenbildung verbraucht. Je später im Jahr gemäht wird, desto mehr nimmt der Rohfaseranteil zu und der Nährwertanteil ab. Der zweite Schnitt, gemäht im Hochsommer,

wird im allgemeinen als Grummet bezeichnet und ist feiner und kürzer mit entsprechend niedrigerem Nährstoffgehalt.

Heu mit großem Nährstoffgehalt ist insbesondere für die Rinder- und Schafhaltung wichtig. In der Pferdehaltung und bei der Haltung von Kaninchen steht eher der Rohfaseranteil im Mittelpunkt.

Heu sollte eine Restfeuchte von weniger als 15 % haben und sollte nach dem Schnitt schnell trocknen und möglichst staubfrei gepresst und eingelagert werden. Bevor das Heu verfüttert wird, sollte es mindestens 4-10 Wochen trocken, leicht durchlüftet und möglichst kühl gelagert werden:

In den ersten Wochen nach der Ernte „schwitzt“ das Heu noch Restfeuchte aus. Verbleibt diese im Heu, fördert die Feuchtigkeit die Vermehrung der vorhandenen Mikroorganismen und es kommt zu einer Gärung, welche zu Verdauungsproblemen führt. Eine zu warme Lagerung mindert die Qualität, da hierdurch die Nährstoffe und die Verdaulichkeit sinken.

Abbildung 19: Heu beim Trocknen



Heu beim Trocknen

Silage ist durch Milchsäuregärung aufbereitetes Futter. Wasserhaltige Futtermittel (Gras, Mais Kleeartige, Rübenblätter etc.) werden luftdicht abgedeckt gelagert, sodass die Milchsäurebakterien die Kohlenhydrate vergären können. Der pH-Wert sinkt dabei unter 4 und verhindert so das Wachstum von Fäulnisbakterien. Durch die Säure ist das Futter länger haltbar, gut bekömmlich und wird in der Regel gut aufgenommen

8. Übliche Futtermittel tierischen Ursprungs

Bei allen Futtermitteln tierischen Ursprungs wird nur Material von Tieren verwendet, die für diesen Zweck getötet wurden. Es werden keine verendeten Tiere eingesetzt.

8.1 Fleisch

Fleisch ist eine der wichtigsten Proteinquellen für Fleisch- und Allesfresser. Es liefert hochwertige Eiweiße (Proteine), alle essenziellen Aminosäuren und Mineralstoffe sowie

Vitamine. Fleisch kann auch sehr fettreich sein, je nachdem von welcher Spezies und aus welcher Körperregion es stammt.

Zur Herstellung von Trockenfutter wird Fleischmehl eingesetzt, für Extrudat wird auch frisches Fleisch verwendet. Futter mit einem Wassergehalt von 70-80%, sogenanntes Dosenfutter, wird primär für den Heimtiersektor produziert und z.B. als Hunde- und Katzenfutter eingesetzt.

Frisches Fleisch muss gekühlt werden, da es schnell verdirbt. Für längere Haltbarkeit wird Fleisch eingefroren, getrocknet, geräuchert oder gepökelt.

8.2 Fisch

Fische sind fett- und proteinreich. Man unterscheidet Süßwasserfische und Salzwasserfische. Frischer Fisch muss konsequent gekühlt werden, da er sehr schnell verdirbt. Stinkt ein Fisch, ist er nicht mehr genießbar.

Gerade Meeresfische enthalten mehrfach ungesättigte Fettsäuren (Omega-3-Fettsäuren), insbesondere in ihrem Fischöl, sowie viel Jod.

8.3 Tiermehle

Tiermehle werden aus hierfür getöteten Tieren oder Schlachtabfällen hergestellt. Je nach Ausgangsmaterial unterläuft das Material eine Fettabscheidung. Besonders schwer verdauliches Material wie Haut und Horn werden entfernt. In Abhängigkeit der verwerteten Teile wird zwischen Blut-, Fleischfutter-, Knochen- und Lebermehl unterschieden.

Die Verfütterung an Nutztiere ist seit 1994 in der EU verboten. Seit 2013 dürfen Tiermehle, die nicht von Wiederkäuern stammen, wieder in Fischzuchten und anderen Tieren aus Aquafarmen eingesetzt werden. Tiermehle werden vorwiegend bei einmägigen Tieren zur Eiweißergänzung eingesetzt, insbesondere bei der Herstellung von Hunde- und Katzenfutter. Bei der Herstellung von Nagetierfutter im versuchstierkundlichen Bereich werden Tiermehle aufgrund ihrer wechselhaften Qualität nicht eingesetzt, sondern definierte Fleischmehle.

8.4 Fischmehl

Fischmehl ist ein Sammelbegriff für Erzeugnisse, die durch Trocknen und Mahlen von Fisch, Fischteilen oder Fischabfällen produziert werden. Fischmehle werden als Quelle für hochwertiges tierisches Eiweiß zur Aufwertung des Proteins in der Gesamtration eingesetzt.

8.5 Pulver aus Molkereiprodukten

Milch bzw. Milchprodukte weisen eine sehr hohe Proteinqualität und Verdaulichkeit auf und werden daher überwiegend in der Ernährung von Jungtieren eingesetzt. Vollmilch bzw. Vollmilchpulver hat dabei keine Bedeutung. Durch Abtrennung des Fetts wird Magermilch und durch schonende Walzen- oder Sprühtrocknung Magermilchpulver gewonnen. In der Magermilch kann das Protein ausgefällt werden (Labferment, Säurezusatz, milchsaure Gärung): Nach Abtrennung der Molke wird zunächst Rohcasein und nach weiterer Separierung von Mineralien und Lactose das nahezu reine Casein gewonnen. Casein (getrocknet) wird in der Versuchstierhaltung fast ausschließlich für gereinigte („purified“) Diäten verwendet. Molkenpulver wird partiell auch im Primatenfutter eingesetzt, sofern keine Allergien bestehen.

9. Behandlung von Futtermitteln

9.1 Autoklavieren

Durch das Autoklavieren, also die Behandlung mit heißem Dampf und hohem Druck, soll eine Keimreduzierung des Futters und damit ein höherer hygienischer Standard erreicht werden. Zum Autoklavieren vorgesehene Futtermittel werden in perforierten Papiersäcken geliefert, damit der Dampf das Futter erreichen kann. Es kann auch Futter auf Blechen ausgestreut und lose autoklaviert werden.

Futterinhaltsstoffe können durch die Dampfsterilisation nachteilig beeinflusst werden. Von Bedeutung sind hierbei vor allem Vitamine und Aminosäuren. Besonders empfindlich gegenüber Hitze sind die Vitamine B1, A und B6. Die Verluste liegen für Vitamin B1 im Bereich von 60-76 %, für Vitamin A bei 23-45 % und für Vitamin B6 bei bis zu 16 % (Hygienische Behandlungsverfahren für Futtermittel, GV-SOLAS). Daher sind autoklavierbare Futtermittel „*fortified*“ (verstärkt), d.h. sie haben einen höheren Gehalt der relevanten Stoffe, um den Verlust durch das Autoklavieren auszugleichen.

9.2 Bestrahlung

Die herkömmliche Bestrahlung von Futter erfolgt mit Gamma- oder Röntgenstrahlen. Das Futter wird doppelt luftdicht verpackt und in einer speziellen Kammer bestrahlt, die den Austritt von Gamma- oder Röntgenstrahlung in die Umwelt verhindert. Nach der Bestrahlung ist das Futter steril. Weitere Angaben sind im GV-SOLAS -Heft „Einschleppungsrisiko von murinen Parvoviren in Labortierhaltungen mittels Futtermitteln und Hinweise zur Bestrahlung von Futtermitteln“ (Stand September 2019) zu finden.

9.3 Desinfektion durch Tauchbäder

Bei der Desinfektion in einem Tauchbad wird nur die Oberfläche der Verpackung desinfiziert, nicht das darin enthaltene Futtermittel. Die Verpackung muss dementsprechend fest verschlossen und geeignet für eine Behandlung mit Desinfektionsmittel sein.

10. Verpackung und Lagerung von Futtermitteln

10.1 Verpackung

Die Verpackung richtet sich in erster Linie nach der Futtermittelart und nach den hygienischen Anforderungen. So wird Heu und Stroh in der Nutztierhaltung nur als Ballen gepresst mit einer Kordel gebunden. Speziell für die Versuchstierhaltung hygienisch aufbereitetes Heu ist dagegen oft in Plastikfolie verpackt. Nicht sterilisierte Versuchstierfuttermittel für konventionelle Tierhaltungen werden üblicherweise in Papiersäcke verpackt, die eine mindestens dreifache Papierlage aufweisen sollten. Keimarme oder zur Bestrahlung vorgesehene Futtermittel werden in verschweißten Kunstsacksäcken oder in Papiersäcken mit Kunststoff-Umverpackung oder andersherum (innen Plastik und außen das Papier zum Schutz) abgepackt. Ebenfalls sinnvoll sind Vakuumverpackungen: Durch das Absaugen der Luft wird der Abbauprozess der Nährstoffe deutlich verlangsamt, und das Futter benötigt ggf. weniger Lagerplatz.

10.2 Transport und Lagerung von Futtermitteln

Zum Transport werden die Futtersäcke auf trockene, saubere Paletten gleichmäßig gestapelt und mit Folie umwickelt. Die Palettenart muss dabei an die hygienischen Anforderungen der jeweiligen Tierhaltung angepasst sein. Gebräuchlich sind beispielsweise Paletten aus Kunststoff oder Metall sowie hitzebehandelte Holzpaletten. Nach Übernahme im Futterlager muss die äußere Folie sofort entfernt werden, damit die Atmungsaktivität des Futtermittels nicht beeinträchtigt wird (Gefahr von Kondenswasser- und Schimmelbildung).

Lagerräume für standardisierte Versuchstierfuttermittel sollten allseits geschlossene, kühle Räume sein, mit glatten, rissfreien Wänden und Böden, die leicht zu reinigen sind. Die Räume sollten gut belüftet sein und dichtschießende Fenster und Türen (z.B. Doppeltürschleusen) haben. Fenster sollten einen Insektenschutz (Gazefenster) haben. Falls Abflüsse vorhanden sind, sollten diese Nagersperren besitzen.

Die Temperatur liegt idealerweise unter 22°C, da sich hitzeempfindliche Futterbestandteile, z.B. Vitamine, bei höheren Temperaturen schnell zersetzen. Die relative Luftfeuchtigkeit sollte <70 % betragen. Es ist wichtig, dass große Temperaturschwankungen vermieden werden, da dies zur Kondensation in den Futterverpackungen führen kann. Dies führt dann unter Umständen zu Schimmelbildung. Es sollte darauf geachtet werden, dass Futter nach dem „First in-First out“-Prinzip eingesetzt wird, das heißt, was zuerst geliefert wurde, wird zuerst verfüttert. Des Weiteren ist das Mindesthaltbarkeitsdatum (MHD) zu beachten.

10.3 Hygiene

Jede Futterlagerstätte sollte hinsichtlich Futtermittelschädlingen und Schadnager überwacht werden. Es empfiehlt sich, entsprechende Köderfallen aufzustellen und deren Kontrolle zu dokumentieren. Die Lager sollten auch regelmäßig, in Abhängigkeit der Nutzung, gereinigt und desinfiziert werden.

11. Mögliche Schäden durch Futtermittel

Futtermittel können aus unterschiedlichen Gründen einen negativen Einfluss auf den Organismus haben. Zum einen kann eine unausgeglichene Nährstoffversorgung, z.B. durch die Auswahl eines „falschen“ Futtermittels, zu Schäden bei der Entwicklung oder zu Leistungsminderungen führen. Zum anderen kann ein Futtermittel krankmachen, wenn es Giftstoffe enthält oder für das Verdauungssystem des Tieres ungeeignet ist.

- Im Futtermittel enthaltene Giftpflanzen

Es gibt eine Vielzahl von Pflanzen, die für Tiere giftig sind. Den wichtigsten Einfluss haben sie bei Tieren mit Weidegang, bzw. bei Tieren, die mit Heu gefüttert werden. Nur bei wenigen Giftpflanzen (Ranunculus (Hahnenfuß), Aconitum (Eisenhut), Equisetum (Schachtelhalm) und Veratrum (Germer)), nimmt die Toxizität während des Trocknungsprozesses ab.

Beispiele für Giftpflanzen:

- Trockene Wiesen: Herbstzeitlose, Kreuzkraut, Wolfsmilch, Buchweizen
- Pflanzen: Eibe, Blauregen, Tollkirsche, Lupinen
- Samen: Bucheckern, Eicheln, Stechapfel

- **Futtermittel mit schädlichen, unerwünschten Inhaltsstoffen**

Es gibt eine Vielzahl von schädlichen Inhaltsstoffen, die natürlicherweise in Futtermitteln vorkommen. Die Auswirkung der Stoffe ist abhängig von der Menge und der Tierart. Hier einige Beispiele:

- Nitrate kommen bei Herbstzwischenfrüchten vor und können die Hämoglobinbildung stören und zu Zyanosen führen.
- Senföle aus Kreuzblütlern können zu einer Gastroenteritis und Kolik führen.
- Glykoside aus Bohnen oder Leinsamen führen zu Cyanid-Vergiftungen

- **Kontaminierte Futtermittel**

Von einer Kontamination spricht man, wenn Fremdstoffe im Futtermittel enthalten sind, die von außen auf oder ins Futter gelangt sind. Es kann sich hierbei z.B. um Erde, Sand, Zink, Blei und Kupfer handeln. Aber auch Mineraldünger oder Herbizide bzw. Insektizide können ins Futtermittel gelangen, ebenso wie virale Krankheitserreger, Bakterien oder parasitäre Stadien.

- **Verdorbene Futtermittel**

Veränderungen im Futtermittel durch unerwünschte mikrobiologische Vorgänge oder durch die Einwirkung von tierischen Schädlingen führen zum Verderb der Futtermittel. Die Ursachen können in der Verarbeitung des Futtermittels liegen (z.B. zu kurze Trocknung, zu starke Verkleinerung) aber auch an einer falschen Lagerung. Die Auswirkung eines verdorbenen Futtermittels hängt im Wesentlichen von der Art und Menge der enthaltenen Mikroorganismen (Bakterien u. Pilze) bzw. der Toxine ab.

Bakterien:

- Unspezifische Keime führen zu Verderb, Verdauungsstörungen oder sogar zum Tod, z.B. Salmonellen, Listerien u Clostridien (Botulismustoxin)

Pilze:

- Pilzmycele – kann zur Besiedelung des Organismus mit dem Pilz führen (Bsp. Aspergillus fumigatus in der Luftröhre von Geflügel)
- Pilzsporen – können Allergien auslösen
- Hefen – Tympanien, Gasbildung im Darm, Durchfall
- Toxine: Aflatoxin, Zearalenon, Mutterkorn (Claviceps purpurea)

- **Fehlerhaft verarbeitete Futtermittel**

Neben offensichtlichen Fehlern wie einer unzureichenden Zerkleinerung können im weiteren Aufbereitungsprozess Fehler wie ungenügende oder zu starke Erhitzung auftreten. Letzteres kann zur Schädigung von Eiweißen und damit zu Verdauungsstörungen führen. Bei einer ungenügenden Erhitzung kann ein unzureichender Stärkeaufschluss die Verdaulichkeit senken und evtl. Durchfall verursachen. Bei Mischfehlern sind z.B. eine falsche Dosierung der einzelnen Komponenten, eine unvollständige Mischung oder eine Entmischung möglich.

12. Ernährungsbedingte Störungen

Es gibt eine Vielzahl von ernährungsbedingten Störungen, die von Durchfall über Verfettung bis hin zu Fehlentwicklungen im Bewegungsapparat reichen.

Speziesspezifische Informationen sind in den GV-SOLAS-Heften zur Ernährung der einzelnen Tierarten zu finden.

13. Enrichment

Aus Tierschutzgründen und zum Wohlbefinden der Versuchstiere ist es erforderlich, geeignetes Material in ausreichender Menge zur Beschäftigung und zur Stimulation natürlichen Verhaltens zur Verfügung zu stellen.

Neben diversen Umweltanreicherungen können die Tiere auch über Gabe von Futter beschäftigt werden. Futter als Enrichment wird meist schwer zugänglich gemacht, z.B. über sogenannte Labyrinth beim Hund oder es wird in Spielzeugen versteckt, sodass die Tiere für das Futter arbeiten müssen, sowohl körperlich als auch „geistig“. Die Art des Futters kann eine Abwechslung darstellen, wenn sie von dem abweicht, was die Tiere normalerweise bekommen.

Auch Heu und Stroh sind als Enrichment gut geeignet. Sie können sowohl gefressen als auch zum Nestbau verwendet werden.

Die als Enrichment gegebene Futtermenge muss in die Gesamtration eingerechnet werden, um einer Verfettung vorzubeugen. Bei der Auswahl und Gabe ist immer der hygienische Aspekt zu berücksichtigen. Speziesspezifische Informationen sind in den GV-SOLAS-Heften zur Ernährung der einzelnen Tierarten zu finden.

14. Musteraufgaben aus der Prüfungsvorbereitung

Im Folgenden finden sich verschiedene Aufgaben musterhaft zur Prüfungsvorbereitung. Es werden zunächst die Fragen und dazugehörigen Informationen aufgeführt, im Anschluss daran die Lösungen zur Überprüfung.

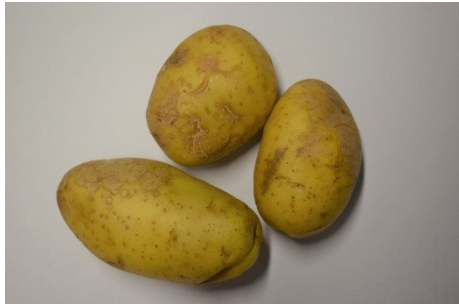
Frage 1: Bestimmen Sie die Art der Futtermittel aus der folgenden Auswahl und stellen Sie 3 passende Futtermittel daraus für die Fütterung von 10 Wochen alten Hamstern in der Haltung zusammen.

1. 

2. 

3. 

4. 

5. 

6. 

Futtermittel für 10 Wochen alte Hamster in der Haltung:

Nummer der Abbildung	Bezeichnung des Futtermittels

Frage 2: Führen Sie ernährungsspezifische Besonderheiten für das Huhn auf!

- a)
- b)
- c)

Frage 3: Nennen Sie 4 typische Proteinquellen

- a)
- b)
- c)
- d)

Frage 4: Stellen Sie geeignete Futtermittel für Meerschweinchen zusammen. Begründen Sie die Auswahl. Geben Sie die benötigte Menge für die Fütterung von 3 Meerschweinchen (12 Wochen alt) in einer Woche an (bezieht sich auf Haltungsfutterpellets). In der zweiten Woche kommen 2 weitere Meerschweinchen dazu. Wieviel Futter wird in der 2. Woche benötigt?

Zur Verfügung stehen:

Autoklavierbares Haltungsfutter für Meerschweinchen in Pellet-Form, Heu, Silage, Erbsen, Weizen, Haferflocken, Muschelgrit, Hirsekolben, Milchpulver, Fisch, Nagehölzer, Wasser, Vitamin-C-Pulver

Fütterungsrelevante Daten (in Anlehnung an Tabelle 1 und folgende Informationen aus „Fütterungskonzepte und –methoden in der Versuchstierhaltung und im Tierversuch - Meerschweinchen (*Cavia porcellus*)“)

Geburtsgewicht	65-120 g
Absetzgewicht	150-250 g
Absetzalter	7 – 21 d
Geschlechtsreife	W: 28 d, M: 40 d
Zuchtreife	3 Monate
Trächtigkeitsdauer	63 d
Lebenserwartung	4-5 Jahre
Wurfgröße	3-7 Jungtiere
Sexualzyklus	4 d
Körpermasse	W: 600-800g, M: 1000g
Transportverlust Körpermasse	Bis 20 %
Futtermittelverbrauch	40-80 g
Wasserverbrauch	60 – 200 ml
Besonderheiten	Rein herbivore Ernährung
	Lebenslanges Zahnwachstum
	Keine eigene Synthese von Vitamin C
	Hoher Rohfaserbedarf
	Koprophagie

- a) Mindestens 2 Futtermittel für Meerschweinchen:
- b) Begründung der Auswahl:
- c) Berechnung Futtermenge:

Frage 5: Wie kann man die Qualität von Heu bestimmen?

- a)
- b)
- c)

Lösungen

- zu Frage 1:
1. Mais
 2. Erbsen
 3. Sojabohne
 4. Weizen
 5. Kartoffel
 6. Fleischmehl (Hackfleisch)

Futtermittel für 10 Wochen alte Hamster in der Haltung:

Nummer der Abbildung	Bezeichnung des Futtermittels
1	Mais
3	Sojabohne
4	Weizen

- zu Frage 2:
- a) Herbivore bzw. granivore Ernährung
 - b) Kropf (Aufweichen der Nahrung), Drüsen- (Verdauen) und Muskelmagen (Zerkleinern)
 - c) Benötigen Grit zum Zerkleinern der Körner

- zu Frage 3:
- a) Sojabohnen
 - b) Lupine
 - c) Fleischmehl
 - d) Fischmehl

- zu Frage 4:
- a und b) Futtermittel und Begründung
 1. Pellets: Alleinfuttermittel, enthält i.d.R. alle erforderlichen Nährstoffe (auf Vitamin-C-Gehalt achten!)
 2. Heu: Versorgung mit Rohfaser
 3. Vitamin C: keine eigene Synthese, Zugabe erforderlich, sofern nicht bereits ausreichend im Alleinfuttermittel enthalten

- c) Berechnung der Futtermenge

Alleinfuttermittel (Pellets) für 3 Meerschweinchen in einer Woche:

$3 \text{ (Tiere)} \times 7 \text{ (Tage)} \times 40 \text{ bis } 80 \text{ g (täglicher Futterverbrauch)} = 840 \text{ bis } 1680 \text{ g}$

Alleinfuttermittel in der 2. Woche (5 Meerschweinchen):

$5 \text{ (Tiere)} \times 7 \text{ (Tage)} \times 40 \text{ bis } 80 \text{ g (täglicher Futterverbrauch)} = 1400 \text{ bis } 2800 \text{ g}$
(Hinweis: Ggf. mehr Futter bereitstellen, da Pellets hochgeschoben werden oder nicht nachrutschen oder auf Boden fallen könnten.)

- zu Frage 5:
- a) Aussehen
 - b) Geruch
 - c) Schnitt
 - d) Bestandteile (Kräuteranteil...)

15. Literatur

Die in diesem Heft enthaltenen Erklärungen entsprechen dem Allgemeinwissen und daher besteht keine Notwendigkeit der Zitierung.

Als weitere Quelle wurden die Publikationen des GV-SOLAS-Ausschusses für Ernährung verwendet. Für ausführlichere Informationen verweisen wir auf die entsprechenden Veröffentlichungen aller Ausschüsse der GV-SOLAS

(<http://www.gv-solas.de/index.php?id=10>).

Die Fotografien wurden von Frau Pantzner-Müller aufgenommen und für diese Publikation zur Verfügung gestellt.

Weiterführende Literatur

Weiss J, Becker K, Bernsmann E, Chourbaji S, Dietrich H. 2014. Versuchstierkunde: Tierpflege in Forschung und Klinik Taschenbuch – 11. Auflage Enke Verlag

National Research Council (NRC). 1995.

Jeroch H, Drochner W, Simon O. 2008. Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere: Ernährungsphysiologie, Futtermittelkunde, Fütterung. Ulmer Verlag

SCHMEIL-FITSCHEN, Die Flora Deutschlands und angrenzender Länder: Ein Buch zum Bestimmen aller wildwachsenden und häufig kultivierten Gefäßpflanzen. Parolly G, Rohrer JG (Hrsg.), Quelle & Meyer Bestimmungsbücher.

Haftungsausschluss

Die Nutzung und Verwendung der Veröffentlichungen (Fachinformationen, Stellungnahmen, Hefte, Empfehlungen, u. ä.) der Gesellschaft für Versuchstierkunde GV-SOLAS und die Umsetzung der darin enthaltenen Informationen und Inhalte erfolgt ausdrücklich auf eigenes Risiko der jeweiligen Nutzer*innen oder Verwender*innen.

Die GV-SOLAS und auch die Autor*innen können für etwaige Unfälle und Schäden jeder Art, die sich durch die Nutzung der Veröffentlichung ergeben, keine Haftung übernehmen.

Die GV-SOLAS übernimmt keine Haftung für Schäden jeglicher Art, die durch die Nutzung der Webseite und das Herunterladen der Vorlagen entstehen. Ebenfalls haftet die GV-SOLAS nicht für unmittelbare oder mittelbare Folgeschäden, Datenverlust, entgangenen Gewinn, System- oder Produktionsausfälle.

Haftungsansprüche gegen die GV-SOLAS und die Autor*innen für Schäden materieller oder ideeller Art, die durch die Nutzung oder Nichtnutzung der Informationen bzw. durch die Nutzung fehlerhafter und/oder unvollständiger Informationen verursacht wurden, sind grundsätzlich ausgeschlossen.

Schadenersatzansprüche sind daher sowohl gegen die Gesellschaft für Versuchstierkunde GV-SOLAS wie auch gegen die Autor*innen ausgeschlossen.

Die Werke inklusive aller Inhalte wurden unter größter wissenschaftlicher Sorgfalt erarbeitet. Gleichwohl übernehmen die GV-SOLAS und die Autor*innen keinerlei Gewähr und keine Haftung für die Aktualität, Korrektheit, Vollständigkeit und Qualität der bereitgestellten Informationen, ebenso nicht für Druckfehler.

Es kann keine juristische Verantwortung sowie Haftung in irgendeiner Form für fehlerhafte Angaben und daraus entstandene Folgen von der GV-SOLAS und den Autor*innen übernommen werden.

Für die Inhalte von den in diesen Veröffentlichungen abgedruckten Internetseiten sind überdies ausschließlich die Betreiber der jeweiligen Internetseiten verantwortlich.

Die GV-SOLAS und die Autor*innen haben keinen Einfluss auf Gestaltung und Inhalte fremder Internetseiten und distanzieren sich daher von allen fremden Inhalten.