

Aus dem Department für Nutztiere und öffentliches Gesundheitswesen in
der Veterinärmedizin

Institut: Tierernährung und funktionelle Pflanzenstoffe

Leiter: Univ. - Prof. Dr. sc. agr. Quendrim Zebeli

Akzeptanz kommerzieller Mischfutter bei Meerschweinchen

DIPLOMARBEIT

Vorgelegt von

Magdalena Putzer

Wien, im August 2020

Betreuerin: Ao.Univ.-Prof. Dr.med.vet. Christine Iben, Dipl. ECVCN

2. Begutachter: Priv.-Doz. Dr.med.vet. Frank Künzel, Dipl. ECZM

Danksagung

Ich möchte mich bei der Betreuerin meiner Arbeit, Frau Ao.Univ.-Prof. Dr.med.vet. Christine Iben, Dipl. ECVCN herzlich für ihre Geduld und ihre Unterstützung bedanken.

Ein weiterer großer Dank gilt Dr. Alexander Tichy, der mir die Welt der Statistik nähergebracht hat.

Danke an meine Familie und Freunde, welche die lange Studienzeit so tapfer an meiner Seite waren und mich stets unterstützt haben. Danke Papa, für deine Geduld und für die vielen Beistriche.

Danke an meinen Freund Andreas - für deine Hilfe, für das unermüdliche Korrekturlesen, das Mutzusprechen und immer für mich da sein.

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung und Literatursuche	1
1.1	Geschichte	1
1.2	Zoologie	1
1.3	Meerschweinchen als Heimtier	2
1.4	Besonderheiten der Anatomie und Physiologie des Verdauungstrakts	2
1.5	Ernährungsphysiologie	6
2.	Tiere, Material und Methoden	14
2.1	Versuchsziel	14
2.2	Versuchstiere und Versuchstierhaltung	14
2.3	Versuchsfutter	15
2.4	Futterwahlversuch	17
2.5	Statistische Methoden	19
3.	Ergebnisse	20
3.1	Futtermittelanalyse	20
3.2	Statistische Auswertung des Futterwahlversuchs	22
4.	Diskussion	24
5.	Zusammenfassung	27
6.	Summary	29
7.	Literaturverzeichnis	30

1. Einleitung und Literaturübersicht

Die Urform des bei uns beliebten Meerschweinchens stammt aus den Anden in Südamerika (GÖBEL u. EWRINGMANN, 2005). Die Bewohner dieser Region nennen das dort weitverbreitete, wildlebende Tier „Cuy“. Diese Bezeichnung umfasst alle Varianten der vielfältigen Tiere (SCHNEIDER u. DÖRING, 2017). Felsspalten und Höhlen bilden ihren abwechslungsreichen Lebensraum (ROTHER u. LAZARZ, 2017). Bei der Beobachtung von Wildmeerschweinchen stellte man fest, dass die Tiere ihre Hauptaktivität in der Dämmerungszeit haben. Die Kleingruppen, welche sich aus einem Männchen und mehreren Weibchen zusammensetzen, besiedeln ein festes Revier (HAMEL, 2002).

1.1 Geschichte

Schon 4000 bis 1000 v. Chr. kam es zur Domestizierung von Meerschweinchen in Südamerika. Sie wurden sowohl als Fleischlieferanten als auch als Opfertiere gehalten (GÖBEL u. EWRINGMANN, 2005). Durch spanische Seefahrer gelangten Meerschweinchen 1530 nach Europa (WAGNER u. MANNING, 1976) und wurden im Jahre 1554 erstmals von Konrad Gessner, einem Naturforscher und Arzt, in der Literatur beschrieben (HAMEL, 2002).

Noch heute ist es in Südamerika üblich, das Fleisch von Meerschweinchen zu essen. Des Weiteren dienen Meerschweinchen weltweit als Labortiere, Futtertiere und als Haustiere (SCHNEIDER u. DÖRING, 2017).

1.2 Zoologie

Meerschweinchen sind Säugetiere (*Mammalia*) und zählen zur Ordnung der Nagetiere (*Rodentia*). GRAUR *et al.* (1991) zweifelten dies aufgrund von Aminosäuresequenzanalysen an, darauffolgende Untersuchungen wie von CAO *et al.* (1997) sprachen sich jedoch dafür aus, dass diese Zuordnung trotz Diversität innerhalb der Ordnung am Sinnvollsten erscheint. Meerschweinchen zählen zur Teilordnung der Meerschweinchenverwandten (*Caviomorpha*) (GÖBEL u. EWRINGMANN, 2005). Die Familie der Meerschweinchen (*Caviidae*) umfasst vier Gattungen: das Wildmeerschweinchen (*Cavia aperea*), das Wieselmeerschweinchen (*Galea*), das Zwergmeerschweinchen (*Microcavia*) und das Bergmeerschweinchen (*Kerodon rupestris*). Wildmeerschweinchen sind die häufigsten Vertreter (HAMEL, 2002).

1.3 Meerschweinchen als Heimtier

Hausmeerschweinchen (*Cavia porcellus*) gelten als stets freundliche und verhältnismäßig anspruchslose Tiere. Sie sind lebhafte und gesellige Tiere und werden von Liebhabern auch aufgrund ihrer ausgeprägten Kommunikation geschätzt (HOLLMANN, 1997). Diese Eigenschaften, gepaart mit einem ansprechenden Erscheinungsbild, haben dafür gesorgt, dass sie sich zu einem sehr beliebten Haustier entwickelt haben. Durch gezielte Zucht gibt es mittlerweile Meerschweinchen unterschiedlicher Rassen, Farben und Größen (ROTHER u. LAZARZ, 2017). Sucht man nach dem genauen Stammbaum der Haustiere, so findet man in der Literatur unterschiedliche Angaben. Die meisten Autorinnen und Autoren gehen jedoch davon aus, dass sie auf die Unterarten *Cavia aperea tschudii*, sowie *Cavia aperea cutleri* zurückzuführen sind, die vor allem in Peru und Chile heimisch sind (GÖBEL u. EWRINGMANN, 2005).

1.4 Besonderheiten der Anatomie und Physiologie des Verdauungstraktes

Der Verdauungstrakt von Meerschweinchen setzt sich aus der Maulhöhle, den Zähnen, dem *Pharynx*, dem *Ösophagus*, dem *Gastrointestinaltrakt* und den zugehörigen Anhangsdrüsen zusammen. Ihr gesamter *Gastrointestinaltrakt* ist auf die Versorgung mit pflanzlicher Kost ausgerichtet.

1.4.1 Kopf und Maulhöhle

Der *dorsal* abgeflachte Schädel des Meerschweinchens ist perfekt an die Anforderungen eines Nagetiers angepasst. Die Kiefergelenke sind als Schlittengelenke ausgebildet. Der Unterkiefer ist breiter als der Oberkiefer, wodurch eine deutliche *Anisognathie* entsteht (WASEL, 2014). Breite Aufsatzflächen für die Kaumuskulatur prägen den Unterkiefer (GÖBEL u. EWRINGMANN, 2005). Die Unterkieferäste sind in der Mediane fest miteinander verwachsen. Die Maulhöhle ist nach außen durch deutliche Lippen abgegrenzt, wobei die Oberlippe ein *Philtrum* aufweist. Zwischen den Lippen und den Schneidezähnen befindet sich das kleine *Vestibulum oris*. Daran anschließend folgt die eigentliche Maulhöhle, das *Cavum oris proprium*, welches durch Gaumen, Zähne und Zunge begrenzt wird (COOPER u. SCHILLER, 1975). Nach *caudal* steht die Maulhöhle mit dem *Oropharynx* in Verbindung (O'MALLEY, 2008). *Caudal* der *Inzisivi* ziehen

Lippenhautwülste in die Maulhöhle. Diese ragen bei geschlossenem Kiefer so weit nach *medial*, dass sie sich berühren und so die Maulhöhle in eine *rostrale* Nage- und eine *caudale* Mahlabteilung teilen (HAMEL, 2002). Sie verhindern, dass während des Kauens Futter in den *Pharynx* gelangt. In der Maulhöhle befinden sich fünf paarige Speicheldrüsen: *Glandula parotidea*, *Glandula mandibularis*, *Glandula zygomatica*, *Glandula sublingualis major*, *Glandula sublingualis minor* (COOPER u. SCHILLER, 1975).

1.4.2 Zähne

Das Gebiss eines Meerschweinchens verfügt über 20 Zähne. Der Milchzahnwechsel findet bereits intrauterin zwischen dem 43. und 48. Trächtigkeitstag (WASEL, 2014), die vollständige Resorption der Milchzähne bis zum 55. Trächtigkeitstag statt. Bei der Geburt der Meerschweinchenjungen sind alle bleibenden Zähne vorhanden, jedoch muss der *caudalste* Backenzahn das Zahnfleisch noch durchstoßen (SALOMON *et al.*, 2015). Bei jedem Zahn ist eine Zahnkrone, ein Zahnkörper und eine Zahnwurzel zu benennen, wobei eine Abgrenzung sehr schwierig ist. Die Zähne des Meerschweinchens besitzen keine abgeschlossenen Wurzeln. Durch die lebenslange Produktion von Zahnschmelz durch *Adamantoblasten*, *Odontoblasten* und *Zementoblasten* ist das Zahnwachstum nie abgeschlossen. Man spricht von *elodonten* Zähnen (GABRIEL, 2016).

Ober- und Unterkiefer sind gleichermaßen mit Zähnen ausgestattet. Jeder Kieferquadrant hat einen Schneidezahn (*Inzisivus*) und vier Backenzähne (einen *Prämolaren* und drei *Molare*) (WASEL, 2014). Zwischen Schneidezahn und erstem Backenzahn befindet sich ein großes *Diastema* (SALOMON *et al.*, 2015).

Die *Inzisivi* des Unterkiefers sind in etwa dreimal so lange wie die des Oberkiefers (GÖBEL u. EWRINGMANN, 2005). Jeder *Inzisivus* ist mit einer einfachen Pulpahöhle ausgestattet, von welcher das kontinuierliche Wachstum des Zahnbeins (*Dentin*) ausgeht. Während SALOMON *et al.* (2015) einen ausschließlich *labialen* Schmelzüberzug der *Inzisivi* beschreiben, geht GABRIEL (2016) davon aus, dass der gesamte *Inzisivus* von Zahnschmelz (*Enamelum*) umgeben ist. SALOMON *et al.* (2015) erklären mit ihrer Beobachtung die gute Schärffbarkeit der Zähne, da es zur einer stärkeren Abnutzung der *lingualen* Zahnseite aufgrund des fehlenden Schmelzüberzugs kommt. Das Zahnwachstum der Schneidezähne beträgt pro Tag 0,24 mm im Unterkiefer und 0,23 mm im Oberkiefer (WASEL, 2014).

Prämolare und *Molare* sind anatomisch nicht voneinander zu unterscheiden und haben *bukkal* tiefe, *longitudinale* Schmelzfalten. Die Biegung der Zähne im Zahnfach verläuft im Ober- und

Unterkiefer gegenläufig. Die Oberkieferbackenzähne sind in einem Winkel von 30 - 40° nach *bukkal* geneigt, die des Unterkiefers nach *lingual*. Die Backenzähne sind für das Zermahlen des Futters zuständig. Dies geschieht durch *rostrocaudale* Kieferbewegungen. Durch diese Bewegungen bzw. durch den dabei entstehenden Kontakt der Zähne untereinander geschieht ausreichend Abrieb, um eine physiologische Zahnlänge zu gewährleisten. Eine struktur- und rohfaserreiche Fütterung, vor allem mit Heu und Grünfutter, ist Voraussetzung für ausreichend lange Kautätigkeit (WASEL, 2014).

1.4.3 Speiseröhre

Die Verbindung zwischen Maulhöhle und Magen bildet der *Oesophagus*. Er ist 12 - 15 cm lang und hat einen Durchmesser von 4 mm. Man kann eine *Pars cervicalis*, eine *Pars thoracica* und ein *Pars abdominalis* beschreiben (COOPER u. SCHILLER, 1975).

1.4.5 Magen

Der Magen liegt im cranialen Abdomen, hauptsächlich auf der linken Körperseite. Er grenzt an Leber, Bauchspeicheldrüse, Teile des *Colons* und an die Milz (SALOMON *et al.*, 2015). Es handelt sich um einen einhöhligen, dünnwandigen Magen, welcher mit Drüsenepithel ausgekleidet ist und bei einem adulten Tier ein Fassungsvermögen von zirka 10 - 25 ml aufweist (WASEL, 2014). Es lässt sich eine kleinere konkave *Curvertura ventriculi minor* und eine große konvexe *Curvertura ventriculi major* beschreiben. Im Magen sind vier Zonen zu unterteilen: *Cardia*, *Fundus*, *Corpus* und *Pylorus*. Während die Schleimhaut von *Cardia* und *Fundus* glatt ist, weist sie in *Corpus* und *Pylorus* deutliche Längsfalten auf (COOPER u. SCHILLER, 1975). Der pH-Wert der Magenflüssigkeit liegt bei 1,5 - 2,0 (GABRIEL, 2016). Da nur eine sehr dünne Muskelschicht ausgebildet ist, kann Futterbrei nicht durch Eigenmotorik weiter in den Darmtrakt transportiert werden. Eine kontinuierliche Nahrungsaufnahme ist nötig, um das bereits aufgenommene Futter weiter in den Dünndarm zu schieben. Ein zusätzlicher Effekt der dünnen Muskelschicht ist die Unfähigkeit von Meerschweinchen zu erbrechen (GÖBEL u. EWRINGMANN, 2005). Die Magenentleerung dauert physiologischerweise zirka zwei Stunden (WASEL, 2014).

1.4.6 Darm

1.4.6.1 Dünndarm

Der Dünndarm schließt an den Magen an und misst zirka 125 cm Gesamtlänge. Er hat einen Durchmesser von zirka 5 mm. Er gliedert sich in *Duodenum*, *Jejunum* und *Ileum*.

Das *Duodenum* (Zwölffingerdarm) ist 10 - 12 cm lang. Es kann in eine *Pars cranialis duodeni*, eine *Pars descendens duodeni* und eine *Pars ascendens duodeni* unterteilt werden. In die *Pars cranialis duodeni* mündet der Gallengang, während der Ausführungsgang der Bauchspeicheldrüse in die *Pars descendens duodeni* endet. Die *Pars ascendens duodeni* geht in den nächsten Dünndarmabschnitt, das *Jejunum* (Leerdarm) über.

Das *Jejunum* bildet den längsten Abschnitt des Dünndarms mit einer Länge von etwa 95 cm. Es liegt in vielen Schlingen der rechten und ventralen Bauchwand an. Das *Ileum* (Hüftdarm) ist 10 cm lang und bildet den Übergang zum *Caecum* (Blinddarm), mit welchem es über die *Plica ileocaecalis* verbunden ist und über die *Valva ileocaecalis* mündet (COOPER u. SCHILLER, 1975). Der gesamte Dünndarm wie auch das Pankreas sezernieren hydrogenkarbonathaltige Flüssigkeit. In Kombination mit Gallenflüssigkeit wird der Futterbrei optimal für die Bakterien im *Caecum* vorbereitet, welche für die Zelluloseverdauung verantwortlich sind (GABRIEL, 2016).

1.4.6.2 Dickdarm

Anschließend an den Dünndarm folgt der Dickdarm, welcher eine Gesamtlänge von zirka 100 cm hat. Er unterteilt sich in *Caecum*, *Colon* und *Rectum* und schließt mit dem *Canalis analis* den *Gastrointestinaltrakt* ab.

Das *Caecum*, welches zirka 20 cm lang ist (GÖBEL u. EWRINGMANN, 2005) kann in drei Abschnitte gegliedert werden: die *Basis caeci* (Kopf), den *Corpus caeci* (Körper) und die *Apex caeci* (Spitze). Die Form des *Caecums* erinnert an ein nach *cranial* offenes Hufeisen (GABRIEL, 2016). Es verfügt über drei *Taenien* und drei Poschenreihen (SALOMON *et al.*, 2015). Im *Caecum* befindet sich 70 - 80 % des *gastrointestinalen* Inhalts (SCHNEIDER u. DÖRING, 2017). Hier findet der Hauptteil des Zelluloseaufschlusses statt. Des Weiteren kommt es hier zum Abbau von Stärke zu Glucose. Anfallende organische Säuren sowie Glucose werden von der Blinddarmwand aufgenommen und verwertet (GABRIEL, 2016). Darüber hinaus wird ein großer Anteil des Körperharnstoffs im *Caecum* gespalten. Als Produkte dieser Spaltung gehen Ammoniak und

Kohlendioxid hervor. Das Ammoniak wird im *Colon* zum Aufbau von Aminosäuren genutzt, während das Kohlendioxid abgeatmet wird. Mikroorganismen im Dickdarm bilden durch Spaltung von Kohlenhydraten und Aufschluss von Zellulose Essig-, Propion- und Buttersäure, welche die Dickdarmschleimhaut mit Energie versorgen (HAMEL, 2002).

Das *Colon* (Grimmdarm) ist zirka 70 cm lang. Es teilt sich in ein *Colon ascendens*, ein *Colon transversum* und ein *Colon descendens* (SALOMON *et al.*, 2015). Hier findet ein weiterer Aufschluss von Nahrungsbestandteilen, Resorption von Nährstoffen und Rückresorption von Wasser statt (GÖBEL u. EWRINGMANN, 2005). Durch antiperistaltische Bewegungen im *proximalen Colon* gelangen Teile des bereits dort befindlichen Darminhalts zurück ins *Caecum*. Dieses Phänomen zeigt, dass auch das *Colon* indirekt an der Bildung von *Caecotrophe* beteiligt ist (HOLTENIUS u. BJÖRNHAAG, 1985).

Den letzten Darmabschnitt bildet das *Rectum*, welches in den *Canalis analis* mündet. Eine klare Grenze bildet die *Linea anorectalis* (COOPER u. SCHILLER, 1975).

1.4.6.3 Darmflora

Die Darmflora setzt sich vorwiegend aus *grampositiven* Keimen und *Anaerobiern* zusammen. *Escherichia coli*, Hefen und *Clostridien* sind in physiologischem Zustand nicht oder nur in sehr geringen Mengen vorhanden (WASEL, 2014). Diese Gegebenheit ist als Besonderheit unter den Säugetieren anzusehen. Aufgrund dieser sensiblen Darmflora ist eine Futterumstellung stets behutsam und langsam durchzuführen, da sonst rasch Imbalancen und dadurch Folgeerkrankungen entstehen können (GABRIEL, 2016).

Die Passage des Nahrungsbreis durch den gesamten Magen-Darm-Trakt dauert durchschnittlich 20 Stunden. Wenn man die Koprophagie mit einbezieht, kommt man auf eine Dauer von bis zu 60 Stunden (WASEL, 2014).

1.5 Ernährungsphysiologie

Die von Meerschweinchen aufgenommene Nahrung besteht aus Stoffen, welche dazu dienen, ihren Körper aufzubauen und zu versorgen. Es wird zwischen über 50 unterschiedlichen sogenannten Nährstoffen unterschieden. Je nach Futtermittel kommen sie verschieden stark vertreten und in unterschiedlicher Verdaulichkeit vor (STANGL, 2014).

1.5.1 Die Ernährung des Meerschweinchens

STUPFEL *et al.* (1981) stellten fest, dass Meerschweinchen in Bezug auf Bewegungsaktivität und Futter- sowie Wasseraufnahme einen wiederkehrenden Rhythmus zeigen. Besonders in den Zeiten des Lichtwechsels sind die Tiere bei einer vermehrten Aufnahme von Futter zu beobachten. Grundsätzlich sind Meerschweinchen aber ganztagesaktiv.

1.5.2 Ernährungsweise

Meerschweinchen zählen zu den sich *herbi-* und *folivor* ernährenden Tieren. Bei ausreichender Möglichkeit nehmen sie durchschnittlich 100 Mahlzeiten in 24 Stunden zu sich (WASEL *et al.*, 2005). In ihrem ursprünglichen Lebensumfeld ernähren sie sich hauptsächlich von Gräsern, Sträuchern und Kräutern (ROTHER u. LAZARZ, 2017). Diese Nahrung weist eine geringe Energiedichte und einen hohen Rohfasergehalt auf (HIRSCH, 1973). Meerschweinchen fressen pro Tag zirka 4 % ihres Körpergewichts an Futter. Die genaue Menge hängt vom Nährstoffgehalt der angebotenen Ration sowie wie von den individuellen Bedürfnissen eines Tieres ab (HAMEL, 2002). Unterschiedliche AutorInnen ermittelten die durchschnittliche Trockensubstanzaufnahme von Meerschweinchen und erzielten verschiedene Resultate. HIRSCH (1973) gibt 48 g Trockensubstanz pro kg Lebendmasse pro Tag an, während BROCK u. WILK (1962) auf 81 g Trockensubstanz pro kg Lebendmasse pro Tag kommen. ZWEYGARTH (1979) differenziert genauer und bringt die aufgenommene Menge klar in Verbindung mit dem Rohfaser- und somit Energiegehalt der Ration. ADOLPH (1994) stellte bei ihrer Untersuchung bezüglich des Energie- und Nährstoffbedarfs von Meerschweinchen fest, dass adulte Tiere zirka 500 - 650 kJ verdauliche Energie pro Kilogramm Körpermasse pro Tag brauchen.

Meerschweinchen benötigen zirka 14 - 18 % Rohprotein in der Gesamtration, wobei die Qualität wichtiger ist als die Quantität (NAVIA u. HUNT, 1976). Der Bedarf wird durch die Aufnahme von Heu, frischem Grünfutter und proteinreichem Blinddarmkot gedeckt. Blinddarmbakterien bilden Eiweiße, welche bei erneuter Passage des *Gastrointestinaltrakts* im Dünndarm verdaut werden können (GABRIEL, 2016). Weitere Eiweißquellen sind Leinsamen und Sonnenblumensamen, welche aber aufgrund des hohen Fettgehalts nur in geringen Mengen verfüttert werden sollten. Futterhefe kann aufgrund der hohen Gehalte an essentiellen Aminosäuren, aber auch an Vitaminen als Ergänzungsfuttermittel angeboten werden (HAMEL, 2002). Durch die Aufnahme von frischem Grünfutter können Meerschweinchen ihren Bedarf an ungesättigten Fettsäuren problemlos decken

(GABRIEL, 2016). In den Wintermonaten bietet sich die zusätzliche Verfütterung von geschroteten Sonnenblumenkernen und von Leinsaat zur Bedarfsdeckung an (HAMEL, 2002).

Über den Tag verteiltes kontinuierliches Fressen von rohfaserreicher Kost ist ausschlaggebend für eine physiologische Darmfunktion (HAMEL, 2002). Wird zu wenig Zellulose und Lignin aufgenommen, kann es zu weicherem Kot kommen (SCHRÖDER, 2000). Der empfohlene Rohfasergehalt für Meerschweinchen variiert je nach AutorIn. HAMEL (2002) und GABRIEL (2016) empfehlen 15 - 18 % Rohfasergehalt in der Trockensubstanz. TAU (1992) gibt Werte bis zu 30 % an. Ein zu geringer Rohfaseranteil hat weitreichende Konsequenzen. Um die *elodonten* Zähne des Meerschweinchens stets in physiologischer Kürze zu halten, ist das Gegeneinanderreiben beim Kauen der wichtigste Faktor. Das erklärt, wieso nicht der Rohfasergehalt alleine, sondern vor allem auch die Struktur dieser Rohfaser so wichtig ist. Abgesehen von zu starkem Zahnwachstum kann es zu Darmproblemen kommen. Einerseits zu Durchfallerkrankungen, aber ebenso durch eine Verminderung der Darmtätigkeit und folgender Eintrocknung der *Ingesta* zu Verstopfungen (OTTENSMEYER, 1997). Ein weitaus seltener auftretendes Problem ist ein Überschuss an Rohfaser. Werden Meerschweinchen mit Futtermitteln versorgt, die einen zu hohen Rohfaseranteil aufweisen, so sinkt die Nährstoffverdaulichkeit. Die Folgen davon sind Abmagerung, Veränderungen des Fells und vermehrte Infektionen (TAU, 1992). Wie gut die Rohfaser bakteriell abgebaut werden kann, hängt davon ab, wie lange die *Ingesta* im *Caecum* und *Colon* verweilt (SAKAGUCHI *et al.*, 1987).

Meerschweinchen tolerieren eine unausgeglichene Mineralstoffzufuhr sehr schlecht. Beispielsweise führt eine zu hohe Kalziumzufuhr durch Futtermittel wie Brokkoli, Luzerne, Kohlrabi und große Mengen Petersilie oder entsprechende Mineralstoffmischungen zu einem erhöhten Risiko für Harnkonkremente. Ähnlich verhält es sich mit einem Magnesiumüberschuss. Kalzium, Magnesium und Phosphor können nicht bedarfsgerecht im Darm von Meerschweinchen absorbiert werden. Der Überschuss wird über die Nieren ausgeschieden (WASEL, 2014). Abstand zu nehmen ist von Fertigmischfutter, das mit Vitamin A und / oder D angereichert ist. Vor allem die Überversorgung mit Vitamin D führt durch die damit verbundene hohe Kalziumresorption zu medizinischen Problemen. Vitamin C und der Vitamin-B-Komplex sind wasserlösliche Vitamine und können demnach problemlos über den Harn ausgeschieden werden.

Während B-Vitamine und Vitamin K von den Darmbakterien synthetisiert und mit dem Kot aufgenommen werden können, muss Vitamin C über die Nahrung ausreichend zur Verfügung gestellt werden.

Die Ursache dafür ist, dass Meerschweinchen das Enzym *L-Gulonolactonoxidase* fehlt und sie somit Ascorbinsäure nicht selbst synthetisieren können (WASEL, 2014). Der Tagesbedarf an Vitamin C liegt bei 10 - 20 mg (HAMEL, 2002). Bei unzureichender Versorgung kann es zu Einblutungen in Gelenke, Zahnfleisch und Darm kommen. Das am häufigsten gesehene Symptom ist eine mangelnde Verankerung der Zähne in den Zahnalveolen. Hagebutten, Brennnessel, Paprika, Fenchel und viele weitere Gemüsesorten bieten sich zur Versorgung an. Steht nicht genug Frischfutter zur Verfügung, ist es zu empfehlen Vitamin C Tropfen *per os* einzugeben.

1.5.3 Koprophagie

Meerschweinchen nehmen Kot direkt vom Anus auf. Diese Handlung nennt sich Koprophagie. Bei dem dabei aufgenommenen Kot handelt es sich um einen vergleichsweise helleren Kot von teigiger Konsistenz, dem sogenannten Blinddarmkot (GABRIEL, 2016). Dieser wird bis zu 200-mal täglich aufgenommen (O'MALLEY, 2008). WASEL (2014) geht davon aus, dass Meerschweinchen keine vitaminreiche *Caecotrophe* bilden und schlussfolgert, dass diese Tatsache erklärt, warum sie im Vergleich zu anderen Heimtieren wie den Kaninchen, die ebenso *Caecotrophie* betreiben, deutlich mehr B-Vitamine über die Nahrung aufnehmen müssen. Im Gegensatz dazu geben ROTHER u. LAZARZ (2017) an, dass die Aufnahme des Blinddarmkots zur Versorgung mit B-Vitaminen und Aminosäuren führt und beschreiben keinen Unterschied in der *Caecotrophie* kleiner Heimtiere. GABRIEL (2016) spricht der Aufnahme des Blinddarmkots ebenfalls so große Bedeutung zu, dass er von letalem Ausgang spricht, sollte aufgrund von körperlichen Problemen wie Adipositas oder Rückenschmerzen eine unzureichende bzw. fehlende Aufnahme stattfinden. Juvenile Tiere nehmen den Blinddarmkot ihrer Mutter auf und bauen dadurch ihre Darmflora auf (O'MALLEY, 2008). In der Diplomarbeit von BUSEN (2011) wurde Blinddarmkot mit normalem Kot verglichen. Dabei konnte weder in der Trockensubstanz noch im Gehalt von Rohprotein ein Unterschied festgestellt werden. SCHMIDT (2014) untersuchte ebenso den Unterschied zwischen Blinddarmkot und normalem Kot und stellte lediglich einen Unterschied bezüglich der Anzahl an Lactobacillen fest, welche im Blinddarmkot in weitaus geringerer Anzahl vorhanden waren.

1.5.4 Rationskomponenten

EWRINGMANN u. GLÖCKNER (2012) empfehlen aufgrund der Hauptaktivitätszeiten von Meerschweinchen, die Tiere morgens und abends mit Frischfutter zu versorgen. Heu sollte stets *ad libitum* vorhanden sein. Als Bestandteile des Frischfutters nennen sie strukturiertes Grünfutter, verschiedene Salate, Gemüse und kleine Mengen Obst. Es kann maximal ein Esslöffel pro Kilogramm Körpergewicht pro Tag an getreidefreiem Fertigmischfutter angeboten werden. Ergänzend werden getrocknete Kräuter und Äste von unbehandelten Bäumen empfohlen. Es muss immer frisches Wasser zur Verfügung stehen.

1.5.4.1 Wasser

Der Körper von Meerschweinchen besteht etwa zu 60 % aus Wasser. Um den Wasserhaushalt aufrecht zu erhalten, muss ausreichend Flüssigkeit aufgenommen werden. Dies geschieht bei Meerschweinchen einerseits über die Aufnahme von Trinkwasser, aber zu einem nicht unwesentlichen Teil auch über die Aufnahme von Futter. Verschiedene Futter haben sehr unterschiedliche Anteile von Wasser, und somit von Trockensubstanz. Während Fertigmischfutter meist nur zirka 10 % Wasser enthalten, ist frisches Grünfutter wie Gras mit bis zu 90 % Wasseranteil ausgestattet (WOLF *et al.*, 2008). Der Wasserbedarf eines adulten Hausmeerschweinchen (*Cavia porcellus*) liegt bei mindestens 50 – 100 ml/kg Körpermasse pro Tag (WASEL, 2014). Der tatsächliche Bedarf schwankt mit der Temperatur, dem Aktivitätslevel und dem angebotenen Futter (GABRIEL, 2016). HAMEL (2002) geht von 3 ml Wasser pro Gramm aufgenommener Trockensubstanz aus. TAU (1992) publizierte eine Aufnahme von 43 ml/kg Körpermasse täglich bei zusätzlicher Versorgung mit frischem Gras, welches eine Trockensubstanz von 27 % aufwies. Des Weiteren stellte sich in dieser Studie heraus, dass bei rohfaserreichen Rationen die Wasseraufnahme steigt. Ebenso steigt die Wasseraufnahme bei sehr hohem Pektingehalt im Futter. Es ist davon auszugehen, dass dies mit der hohen Wasserbindungsfähigkeit von Pektinen zusammenhängt (SCHRÖDER, 2000). Da bis zu 20 % des gesamten Körperwassers der Tiere im Verdauungstrakt benötigt wird, um einen vollständigen Zelluloseaufschluss zu gewährleisten, muss ständig auf eine ausreichende Versorgung mit Wasser geachtet werden, da sonst rasche *Exsikkose* droht (GÖBEL u. EWINGMANN, 2005). Während Wassernäpfe eine physiologische Körperhaltung der Tiere beim Trinken erlauben, ist das Risiko einer Verunreinigung bei Nippeltränken deutlich geringer. Die Entscheidung, welches Tränkesystem angewandt wird,

muss also individuell, abhängig von der Betreuung der Tiere, getroffen werden (DRESCHER u. HAMEL, 2012). SCHARMANN (1997) rät jedoch auch bei Tränkesystemen wie bei Futterwechsel zu einer behutsamen Umstellung, da eine plötzliche Veränderung dazu führen kann, dass die Tiere kein Wasser mehr aufnehmen und lebensbedrohlich dehydrieren. Da manche Tiere dazu neigen, mit dem Tränkesystem zu spielen und z.B. Nippeltränken durch Bestupsen rasch zu entleeren, muss darauf geachtet werden, dass trotzdem genug Wasser für alle Tiere vorhanden ist und der Käfig sauber bleibt (EDIGER, 1976).

1.5.4.2 Raufutter

Heu in guter Qualität sollte *ad libitum* angeboten werden. Junge Gräser sind besonders nährstoffreich, während ältere Futterpflanzen durch den geringeren Anteil an Lignin zur Verholzung neigen. Dies erklärt, warum der Zeitpunkt der Heugewinnung wichtig für die Qualität des Endprodukts ist. Für den Verbraucher ist gutes Heu daran zu erkennen, dass es trocken ist, dabei aber nicht staubt und kaum Verunreinigungen wie Erde enthält. Heu sollte aromatisch würzig riechen und von grüner Farbe sein. Struktureiches Futter ist aus vielfältigen Gründen unerlässlich für die Ernährungsphysiologie von Meerschweinchen. Der Abrieb der lebenslang wachsenden Zähne kann nur durch langes und intensives Kauen gewährleistet werden. Während für das Verzehren von einem Gramm Heu eine Kauphase von 15 Minuten benötigt wird, ist dieselbe Menge Fertigmischfutter in unter fünf Minuten aufgefressen. Der geringe Energiegehalt von Heu ermöglicht den Tieren, eine ausreichend große Menge Futter aufzunehmen, welche sie benötigen, um den Weitertransport des Nahrungsbreis zu gewährleisten, ohne adipös zu werden. Des Weiteren kommt es durch die Diversität in Größe und Form der Faserbestandteile zur Entstehung von Hartkot und Blinddarmkot (WOLF, 2016). Um einer Verschmutzung vorzubeugen, empfiehlt es sich, Heuraufen im Käfig anzubringen, welche so gestaltet sind, dass weder ein Hineinspringen noch ein Hängenbleiben mit Kopf oder Pfoten möglich ist (GABRIEL, 2016).

1.5.4.3 Grünfutter

Während lange Zeit ausschließlich Heu als Hauptfutter für Meerschweinchen gesehen wurde, wird jetzt von Expertinnen und Experten empfohlen, frisches Grünfutter täglich anzubieten. Dabei empfiehlt sich eine Aufteilung in drei Futterquellen: 70 % Gras, Kräuter und Salate, 20 % Gemüse und maximal 10 % Obst (WOLF, 2016). Bei Gräsern ist darauf zu achten, dass junges Gras im

Frühling einen hohen Eiweiß- und geringen Rohfaseranteil aufweist. Meerschweinchen müssen im Frühling langsam an frisches Gras gewöhnt werden, um keine Verdauungsprobleme zu bekommen. Wildkräuter sind eine unverzichtbare nährstoffreiche Futterkomponente, dessen Kalziumgehalt jedoch nicht unterschätzt werden darf (GABRIEL, 2016). Beliebte Gemüsesorten sind Gurken, Karotten, Paprika und Zucchini. Von der Verfütterung von blähenden Gemüsesorten wie Kohl sollte gänzlich abgesehen werden. Übrig gebliebene Frischfutterstücke sollten bei der nächsten Fütterung aus dem Käfig entfernt werden, um das Fressen von verdorbenen Futtermitteln zu vermeiden (DRESCHER u. HAMEL, 2012).

1.5.4.4 Fertigmischfutter

Mischfutter ist per Definition aus luftgetrockneten Einzelfuttermitteln, Mineralfuttermitteln, Zusatzstoffen, Misch- und Presshilfstoffen zusammengesetzt (JEROCH *et al.*, 1993). Getreidemischprodukte haben in der Regel einen zu hohen Energiegehalt und sollten deshalb nur in geringen Mengen, maximal ein Esslöffel pro Kilogramm Lebendmasse pro Tag verfüttert werden. Konsequenz einer zu großen Menge an Futter ist die Verfettung der Tiere mit zahlreichen Folgeerkrankungen (GÖBEL u. EWRINGMANN, 2005). Ein weiteres mögliches Problem stellt die übermäßige Zufuhr von Mineralstoffen, Spurenelementen oder Vitaminen dar (GABRIEL, 2016). BURGER (1996) resümiert in ihrer Dissertation, dass eine reine Heu- und Grünfütterration bei adulten Meerschweinchen zur Deckung des Energie- und Nährstoffbedarfs ausreicht. HAMEL (2002) rät eindringlich davon ab, kalorienreiche Snacks zu verfüttern, da Meerschweinchen leicht davon zunehmen. Salzlecksteine sind für Tiere wie Meerschweinchen, welche keinen hohen Natriumbedarf haben, nicht nötig. Ein zu starkes Benagen von Lecksteinen kann zu ernsthaften medizinischen Folgen wie Vergiftungen und Harnsteinen führen. Einzig Heupellets, welche mit Vitaminen angereichert sind, stellen in kleinen Mengen eine sinnvolle Ergänzung dar. Wenn man sich dafür entscheidet, ein Fertigmischfutter anzubieten, ist zu bedenken, dass es bei langer oder unsachgemäßer Lagerung zu Verlust von Vitaminen, zu Fettranzigkeit und Schimmelpilzkontamination kommen kann. EDIGER (1979) empfiehlt eine Lagerung des Futters bei zirka 10 °C über maximal sechs Wochen, nachdem eine Packung geöffnet wurde. HILLYER *et al.* (1997) sprechen sich für eine Lagerung von maximal 90 Tagen aus, da vor allem das enthaltene Vitamin C sehr schlecht haltbar ist. PFIRTER (1980) definiert die Anforderungen an konfektioniertes Futter wie folgt:

- hohe Verfügbarkeit von Nährstoffen

- gleichmäßige Versorgung mit Nährstoffen
- eine Trennung bzw. Bevorzugung von Komponenten und somit einseitige Versorgung soll vermieden werden
- es soll geschmacklich und durch Form und Größe von Tieren gerne aufgenommen werden
- eine unkomplizierte und möglichst saubere Versorgung.

In diversen Studien wurde bereits nachgewiesen, dass Meerschweinchen bei ihrem Futter wählerisch sind. Auffällig ist dabei, dass eine ganz starke Prägung auf Futter durchlebt wird. Neues Futter wird im späteren Leben meist konsequent abgelehnt, und es kann nur durch langsame Umstellung eine Neugewöhnung versucht werden. HIRSCH (1973) spricht sogar von einer Neophobie. SAMBRAUS u. OSTERKORN (1979) wiesen nach, dass schon eine Prägung von 30 Tagen auf ein Zusatzfutter dazu führt, dass die Tiere es zu einem späteren Zeitpunkt bevorzugen. Doch nicht nur die Gewöhnung und der Geschmack spielen eine entscheidende Rolle. Die Konfektionierung, gerade von Fertigmischfutter, wirkt sich im hohen Maße auf die Akzeptanz durch die Tiere aus. Bei der Versorgung von Meerschweinchen mit konfektioniertem Futter muss bedacht werden, dass sie im Gegensatz zu z.B. Ratten oder Chinchillas nicht in der Lage sind, Futterbestandteile mit den Vorderpfoten festzuhalten. SCHRÖDER (2000) schlussfolgert dementsprechend, dass die Futterstücke so bemessen sein sollten, dass sie mit einem Bissen aufgenommen werden können. Des weiteren gibt die Autorin an, dass Meerschweinchen Futter in Pulverform ablehnen, dieselbe Zusammensetzung in pelletierter oder gelförmiger Form aber gerne aufnehmen. Aufgrund der höheren Tendenz zur Verschmutzung von Gel ist das Verfüttern von Pellets aber zu bevorzugen. Je nach AutorIn variiert die empfohlene Pelletsgröße und -härte. BROCK u. WILK (1962) sprechen sich für mittlere Härte, einen Durchmesser von 3 - 4 mm und eine Länge von 8 - 9 mm aus.

Das Ziel der vorliegenden Studie war es, herauszufinden, ob Meerschweinchen beim Angebot handelsüblicher Fertigmischfutter eine deutliche Präferenz für ein Produkt zeigen und womit diese zusammenhängt. Denn wie LANE-PETTER und PEARSON (1971) schon feststellten: Eine wohlüberlegte Ration, so ausgewogen sie auch sein mag, reicht nicht aus, die Tiere müssen sie auch fressen wollen.

2. Tiere, Material und Methoden

2.1 Versuchsziel

Der Handel bietet eine Vielzahl verschiedener Fertigmischfutter unterschiedlicher Marke, Konfektionierung und Zusammensetzung für Meerschweinchen an. Ziel der Untersuchung war es, herauszufinden, ob es Unterschiede in der Akzeptanz unterschiedlicher im Handel erhältlicher Fertigmischfutter für Meerschweinchen gibt. Ein weiteres Untersuchungsziel war es zu ermitteln, wodurch mögliche Unterschiede in der Akzeptanz zustande kommen und ob diese mit der Konfektionierung des Futters oder mit den Inhaltsstoffen in Zusammenhang gebracht werden kann.

2.2 Versuchstiere und Versuchstierhaltung

2.2.1 Versuchstiere

Tabelle 1

Versuchstiere

Name	Geschlecht	Alter in Monaten	Gewicht in Gramm
Caya	weiblich	3	578
Ebony	weiblich	3	585
Foxi	weiblich	3	584
Flora	weiblich	3	516
Fenja	weiblich	3	537
Fanta	weiblich	3	558
Quantus	männlich	5	936
Toby	männlich	5	794
Eddi	männlich	11	1029
Severin	männlich	12	1051
Hektor	männlich	9	997
Tizian	männlich	9	888

Als Versuchstiere standen 12 Meerschweinchen unterschiedlichen Alters, Geschlechts, Größe und Gewichts zur Verfügung (siehe Tabelle 2.1). Durch Diversität in Geschlecht, Alter und Körperumfang konnte ein repräsentativer Durchschnittswert der aufgenommenen Futtermenge über mehrere Wochen gewährleistet werden.

2.2.2 Versuchstierhaltung

Die Tiere wurden in Zweiergruppen in handelsüblichen Käfigen untergebracht. Jeder Käfig hatte Sägespäne als Einstreu und wurde mit zwei Häuschen als Unterschlupf, zwei Wassertränkeflaschen und Beschäftigungsmaterial in Form von im Baumarkt zu erwerbenden Abflussrohren zum Hindurchschlüpfen und Verstecken, Steinen zum Klettern und Obstbaumzweigen zum Knabbern ausgestattet. Die Tiere wurden mit Heu und Wasser ad libitum versorgt. Frisches Obst, Gemüse sowie Gräser wurden zusätzlich angeboten. Das Grünfutter wurde an verschiedenen Stellen im und am Käfig angebracht.

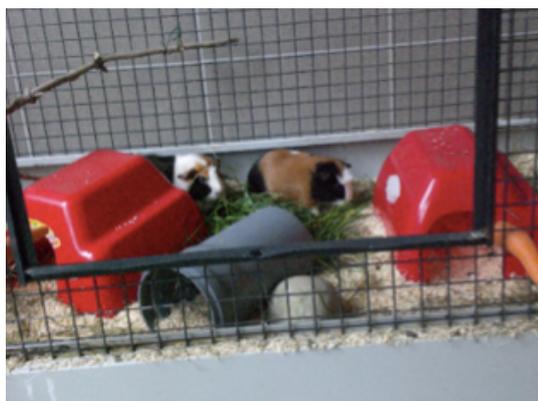


Abbildung 1

Haltung in Zweiergruppen



Abbildung 2

Trenngitter während Futtersuchs

2.3 Versuchsfutter

Als Versuchsfutter standen vier verschiedene handelsübliche, unterschiedlich konfektionierte Fertigmischfutter zur Verfügung. Sie unterschieden sich in Konsistenz, Form, Farbe, Geruch sowie in ihren Nährstoffgehalten.

Die Deklarationen der Futtermittelbestandteile laut Hersteller sind in Tabelle 2 angegeben.

Tabelle 2
Versuchsfuttermittel, Deklaration laut Hersteller

Futter	Zusammensetzung
JR Farm Nagerfutter	Luzerne, Maisextrudat, Weizen, Maisflocken, Hafer, Weizenflocken, Mais, Ackerbohnenflocken, Weizenkleie, Sonnenblumenextrudatschrot, Johannisbrot, Karotten, Weizen gepoppt, Grünmehl, Sonnenblumenkerne, Erbsenflocken, Maiskeime, Lauch
Snack Crispy	Pflanzliche Nebenerzeugnisse, Getreide, Gemüse, Mineralstoffe
Vitacraft Menü	Getreide, pflanzliche Nebenerzeugnisse, Gemüse, Mineralstoffe, Öle, Fette, Saaten
Vitakraft Pellets	Pflanzliche Nebenerzeugnisse, Melasseschnitzel, Getreide, Gemüse, Zuckerrübenmelasse, Topinambur, Mineralstoffe

2.3.1 Versuchsfutteranalyse

Um herauszufinden, womit eine mögliche Bevorzugung eines Futters durch die Meerschweinchen zusammenhängen könnte, wurde sowohl eine grobsinnliche Untersuchung als auch eine Analyse der Roh Nährstoffgehalte im Labor durchgeführt.

2.3.1.1 Grobsinnliche Untersuchung

Jedes der vier im Versuch verwendeten Fertigmischfutter wurde nach Form, Optik, Farbe und Geruch beurteilt. Die Einschätzung erfolgte dabei rein subjektiv.

2.3.1.2 Laboranalyse

Von jedem Fertigmischfutter des Versuchs wurden Proben genommen und im hauseigenen Labor des Instituts für Tierernährung der Veterinärmedizinischen Universität Wien untersucht. Dies wurde mittels Weender Analyse gemacht. Bei diesem Verfahren werden Stoffgruppen erfasst, die hinsichtlich ihres ernährungsphysiologischen Werts nicht

einheitlich sind. Das gesamte System der den Wert von Futtermitteln charakterisierenden Parameter basiert weltweit auf den nach dem Weender Verfahren bestimmten Rohnährstoffen (KAMPHUES *et al.*, 2014).

Die Fertigmischfutter konnten so im Hinblick auf Trockensubstanz, Rohasche, Rohprotein, Rohfaser und Rohfett verglichen werden.

2.4 Futterwahlversuch

In zeitlich begrenzter Einzeltierhaltung wurden je zwei der vier Fertigmischfutter zeitgleich in stets identem Umfang an fünf Tagen in Folge für jeweils eine Stunde angeboten. Über den Zeitraum von sechs Wochen wurden alle Futtermittel abwechselnd zur Verfügung gestellt.

2.4.1 Versuchsablauf

Die Versuchsreihe bestand aus drei Phasen, den beiden Vorversuchsphasen A und B, sowie der eigentlichen Versuchsphase C. Die drei Phasen erstreckten sich in Summe über siebeneinhalb Wochen. Die eigentliche Testphase dauerte pro Versuchstag eine Stunde. Die übrige Zeit des Tages gestaltete sich für alle Tiere stets gleich. Die Meerschweinchen wurden in ihren gewohnten Zweiergruppen (wie unter Punkt 2.2.2 Versuchstierhaltung geschildert) gehalten. Die Käfige wurden täglich von Verunreinigungen befreit. Die Lichtphasen richteten sich nach der Tageszeitlänge über die im Raum vorhandenen Fenster. Die Raumtemperatur variierte je nach Außentemperatur.

Die Vorversuchsphase A, welche sieben Tage lang andauerte, diente der Eingewöhnung der Tiere an die neuen Käfige und zur Gewöhnung an das Fertigmischfutter. Das an diesen Tagen angebotene Fertigmischfutter gehörte nicht zur eigentlichen Versuchsreihe. Es sollte vermieden werden, dass die Tiere im eigentlichen Versuch das ihnen bekannte Futter bevorzugen. Der Napf wurde täglich an einen zufällig gewählten Ort im Käfig gestellt und verblieb dort über 24 Stunden. Heu und Wasser standen *ad libitum* zur Verfügung. Die Tiere waren stets in ihren gewohnten Zweiergruppen zusammen.

Die Vorversuchsphase B dauerte drei Tage lang. In dieser Phase wurden die Meerschweinchen an das zeitlich begrenzt angebrachte Trenngitter gewöhnt. Es handelte sich um ein selbstgebautes Maschendrahtgitter, welches auf Höhe der Käfigmitte

eingesetzt wurde. Zur Befestigung wurde Draht genützt, welcher am Käfiggitter befestigt wurde. Zusätzlich wurde das Trenngitter mit Steinen gesichert. Jedes Tier hatte somit die gleiche Käfigfläche zur Verfügung. Es bestand dauerhaft Sichtkontakt zum Partnertier. Des Weiteren wurde jedem Tier in zwei Näpfen wieder das Fertigmischfutter aus Vorversuchsphase A angeboten. Die Standorte der Näpfe wurden täglich verändert. Eine Bevorzugung des Standorts des Napfs im eigentlichen Versuch sollte so vermieden werden. Des Weiteren standen Heu und Wasser zur freien Verfügung. Trenngitter und Näpfe verblieben eine Stunde pro Tag im Käfig.

Die eigentliche Versuchsphase, Phase C, dauerte sechs Wochen lang. Während dieser Zeit wurden den Tieren in der einstündigen Testphase täglich zwei der vier Fertigmischfutter angeboten (siehe Tabelle 3).

Tabelle 3

Futterwahlversuch

Woche	Futter 1	Futter 2
1	JR Farm Nagerfutter	Snack Crispy
2	JR Farm Nagerfuter	Vitakraft Menü
3	JR Farm Nagerfutter	Vitakraft Pellets
4	Snack Crispy	Vitakraft Menü
5	Snack Crispy	Vitakraft Pellets
6	Vitakraft Menü	Vitakraft Pellets

Eingewogen wurden jeweils 30 g der zwei Futtersorten, die im Vergleich standen. Der Standplatz der beiden Näpfe wurde täglich getauscht. Eine örtliche Bindung an einen Napf sollte somit verhindert werden. Das in den Näpfen verbliebene Futter wurde zurückgewogen und die Menge dokumentiert. Für diese Stunde wurden die Meerschweinchen durch ein Trenngitter voneinander separiert. Es wurde darauf geachtet, dass die Tiere stets die gleiche Käfigseite zugeteilt bekamen. Jeder Durchgang dauerte fünf Tage. In dieser einstündigen Testphase standen andere Futtermittel nicht zur Verfügung. Wasser war jederzeit zugänglich. Nach jeder Versuchsreihe wurde den Tieren frisches Saftfutter angeboten. Die Mengen der aufgenommenen Futtermittel wurden sowohl im

direkten wöchentlichen Vergleich als auch bezüglich der aufgenommenen Gesamtmenge in den sechs Versuchswochen evaluiert.

2.5 Statistische Methoden

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mit dem Programm IBM SPSS v24. Die durchschnittlich aufgenommenen Tagesmengen der vier Futtermittel wurden mit einer Varianzanalyse für Messwiederholungen analysiert. Die Einzelvergleiche erfolgten mit der Alphafehlerkorrektur nach Sidak als Post hoc Prozedur. Die für diese Analyse notwendige Voraussetzung der Normalverteilung wurde mit dem Kolmogorov-Smirnov-Test geprüft. Bei den Ergebnissen wurden p-Werte unter 5% ($p < 0,05$) als signifikant erachtet.

3. Ergebnisse

3.1 Futtermittelanalyse

Jedes der vier Fertigmischfutter wurde grobsinnlich untersucht sowie im Labor analysiert.

3.1.1 Grobsinnliche Untersuchung

Die grobsinnliche Untersuchung erfolgte rein subjektiv.

Tabelle 4

Versuchsfuttermittel, grobsinnliche Untersuchung

Futter	Form /Optik	Farbe	Geruch
JR Farm	sehr hoher Anteil an getrockneten Halmen, Körner, Pellets, Ringe	grün, rotbraun, gelb	aromatisch
Snack Crispy	Körner, Pellets, Ringe, wenige getrocknete Halme	sehr intensiv, grün, rotbraun, gelb	süßlich
Vitakraft Menü	Pellets, Ringe, sehr viele Körner, wenige getrocknete Halme	grün, rotbraun, gelb	nach Getreide
Vitakraft Pellets	Pellets	dunkelgrün	neutral

Es konnten folgende Einzelbestandteile gefunden werden, sie wurden mit einer Löffelwaage gewogen und vermessen.

JR Farm Nagerfutter:

Getrocknete Grashalme (divers), hellgrüne Chips (15 mm x 1 mm; 0,1 g), hellbraune Pellets (23 mm x 8 mm; 1,3 g), Kugeln (rot, grün, gelb; 10 mm x 5 mm; 0,2 g), Maiskörner, gepufftes Getreide, gelbe Chips (diverse Größen), Ringe (rot, grün gelb; 13 mm x 5 mm; 0,4 g), diverse Getreidekörner, große dunkelgrüne Pellets (diverse Längen; 10 mm Durchmesser), mittelgroße

hellgrüne Pellets (diverse Längen; 5 mm Durchmesser), kleine dunkelgrüne Pellets (diverse Längen; 4 mm Durchmesser)

Snack Crispy:

Große dunkelgrüne Ringe (20 mm x 15 mm x 5 mm; 0,5 g), kleine Ringe (gelb, grün; 10 mm x 8 mm x 2 mm; 0,1 g), große dunkelgrüne Pellets (diverse Längen; 5 mm Durchmesser), kleine dunkelgrüne Pellets (diverse Längen; 3 mm Durchmesser), Herzchen (gelb, grün; 7 mm x 10 mm x 4 mm; 0,2 g), rote Pellets (8 mm x 5 mm x 4 mm; 0,2 g), Haferkörner, gelbe Chips (diverse Größen), Sonnenblumenkerne, Heupartikel

Vitakraft Menü:

Große dunkelgrüne Ringe (12 mm x 10 mm x 5 mm; 0,2 g), große dunkelgrüne Pellets (diverse Längen; 9 mm Durchmesser), kleine dunkelgrüne Pellets (diverse Längen; 3 mm Durchmesser), Haferkörner, rote Pellets (diverse Größen), getrocknete Obststücke (diverse Größen), gelbe Chips (diverse Größen), Heupartikel

Vitakraft Pellets:

Einheitliche dunkelgrüne Pellets (Länge 8 mm bis 12 mm; 3 mm Durchmesser)

3.1.2 Laboranalyse

Von jedem Futtermittel der Versuchsreihe wurden Proben entnommen und im hauseigenen Labor mittels Weender Analyse auf Rohnährstoffe untersucht. Es wurden die Trockensubstanz, die Rohasche, die Rohfaser, das Rohprotein und das Rohfett erhoben. Die N-freien Extraktstoffe wurden rechnerisch ermittelt (siehe Tabelle 5).

Tabelle 5

Rohnährstoffgehalte der Versuchsfutter in %

Futter	TS	Ra in US	Rfa in US	Rp in US	Rfe in US	Nfe
JR Farm	89,1	8,3	5,8	12,2	3,6	59,2
Snack Crispy	89,1	8,2	13,5	15,5	2,3	49,6
Vitakraft Menü	86,8	5	8,8	13,2	2	57,8
Vitakraft Pellets	88,4	2,7	6,8	8,1	3,4	67,4

US = ursprüngliche Substanz, TS = Trockensubstanz

Ra = Rohasche, Rfa = Rohfaser, Rp = Rohprotein, Rfe = Rohfett, Nfe = N-freie Extraktstoffe

3.2 Statistische Auswertung des Futterwahlversuchs

Die aufgenommenen Futtermengen wurden als durchschnittliche Tagesmengen (g/d) dargestellt.

Die aufgenommenen Tagesmengen eines Tieres sind in Tabelle 6 dargestellt.

Tabelle 6

Übersicht über die aufgenommenen Tagesmengen (g)

Futter	Min	Max	M	SD
JR Farm	1,8	6,13	3,88	1,38
Snack Crispy	0,25	3,98	1,92	1,25
Vitakraft Menü	1,95	5,43	3,92	1,22
Vitakraft Pellets	3,22	6,95	5,23	1,1

Min = Minimum, Max = Maximum, M = Mittelwert, SD = Standardabweichung

Die Analyse der Verteilung der Daten ergab keine signifikante Abweichung von einer Normalverteilung. Der statistische Vergleich der Mittelwerte erfolgte daher mit einer Varianzanalyse für wiederholte Messungen, die einen signifikanten Unterschied zwischen den vier durchschnittlich aufgenommenen Tagesmengen nachweist ($F [3,33] = 20,6; p < 0,001$). Das Ergebnis der Einzelvergleiche ist in Tabelle 7 dargestellt.

Tabelle 7

p-Werte der Einzelvergleiche (korrigiert nach Sidak) im Rahmen der Varianzanalyse

	Snack Crispy	Vitakraft Menü	Vitakraft Pellets
JR Farm	0,022	1	0,027
Snack Crispy	-	0,01	< 0,001
Vitakraft Menü	-	-	0,001

Während sich JR Farm nicht von Vitakraft Menü hinsichtlich der durchschnittlich aufgenommenen Menge pro Tag unterscheidet, fallen alle übrigen Vergleiche signifikant aus. Sowohl JR Farm als auch Vitakraft Menü werden in größeren Mengen als Snack Crispy aufgenommen, jedoch in kleineren Mengen als Vitakraft Pellets. Der größte Unterschied bezüglich aufgenommener Tagesmengen zeigt sich zwischen Snack Crispy und Vitakraft Pellets. Zur Übersicht sind die Angaben im Folgenden grafisch dargestellt (Abbildung 3).

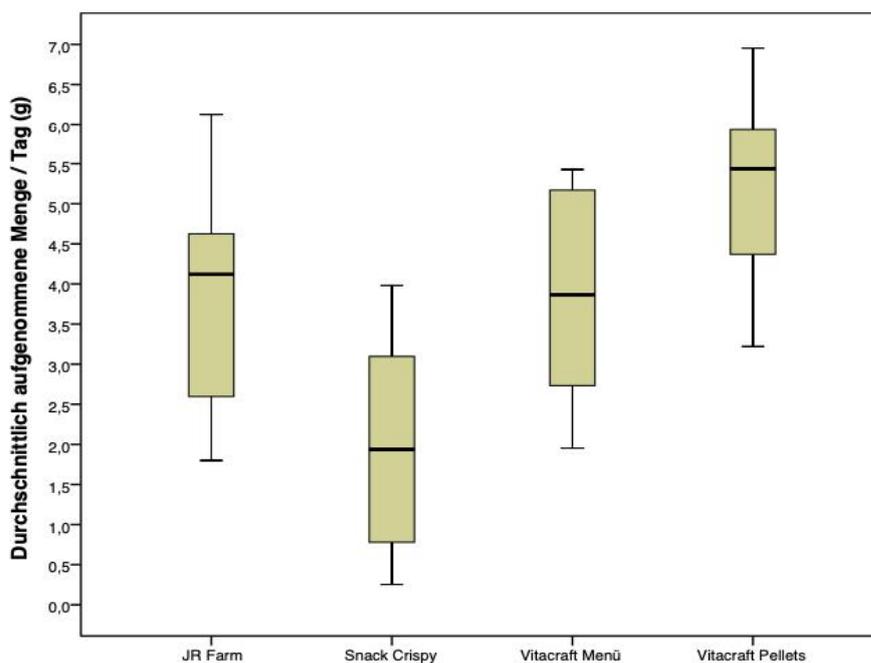


Abbildung 3

Boxplot der durchschnittlich aufgenommenen Menge pro Tag. Die Box kennzeichnet den Interquartilsabstand zwischen Q_1 und Q_3 und beinhaltet die Werte der mittleren 50 %. Die dicke Linie innerhalb der Box kennzeichnet die Lage des Medians (= Q_2). Die Whiskers reichen jeweils bis zum höchsten bzw. niedrigsten Wert.

4. Diskussion

Der Futterwahlversuch der vorgelegten Studie erzielte klare Ergebnisse. Eines der vier Versuchsfutter, Vitakraft Pellets, wurde in signifikant größerer Menge aufgenommen, als die übrigen Fertigmischfutter. Im Gegensatz dazu erzielte das Versuchsfutter Snack Crispy die schlechteste Akzeptanz. Es wurden pro Versuchstag durchschnittlich jeweils 1,92 g von Snack Crispy aufgenommen. Von Vitakraft Pellets fraßen die Versuchstiere im Durchschnitt 5,23 g täglich. Stellt man das am wenigsten gefressene Fertigmischfutter dem Bevorzugten gegenüber, sind deutliche Unterschiede zu bemerken. Diese zeichnen sich sowohl in der Konfektionierung als auch in der Nährstoffzusammensetzung ab.

Geht man davon aus, dass die Bevorzugung eines Fertigmischfutters mit der Konfektionierung in Zusammenhang gebracht werden kann, so stimmt das in der vorgelegten Studie bevorzugte Futter mit der vorgeschlagenen Pelletgröße für Fertigmischfutter von BROCK u. WILK (1962) überein. Die beiden Autoren beobachteten, dass Meerschweinchen bevorzugt Pellets mit 3 - 4 mm Durchmesser und einer Länge von 8 - 9 mm aufnehmen. Als Grund wird angenommen, dass diese Futterstücke leicht aufgenommen werden können, ohne es mit den Vorderpfoten halten zu müssen, was Meerschweinchen anatomisch bedingt nicht möglich ist. Vitakraft Pellets besteht aus einheitlichen dunkelgrünen Pellets (Abbildung 4) mit einem Durchmesser von 3 mm und einer Länge zwischen 8 und 12 mm. Die drei anderen Versuchsfutter setzten sich aus einer Vielzahl verschiedener Einzelbestandteile zusammen. Snack Crispy besteht aus zehn unterschiedlichen Bestandteilen (Abbildung 5). Im Vergleich zu den beiden anderen Fertigmischfuttern, JR Farm und Vitakraft Menü, die ebenso vielen Bestandteilen bestehen, ist bei Snack Crispy auffallend, dass besonders große Einzelbestandteile vorhanden sind.



Abbildung 4
Vitakraft Pellets



Abbildung 5
Snack Crispy

Im Versuchsaufbau der vorliegenden Studie war nicht geplant zu differenzieren, ob die Meerschweinchen gezielt einzelne Futterstücke eines Fertigmischfutters wählen bzw. aussortieren. Dass Tiere bei abwechslungsreich gestaltetem Fertigmischfutter selektieren und es dadurch sogar zu ernährungsbedingten Störungen kommen kann, ist aus der Ziervogelhaltung bereits bekannt (KAMPHUES et al., 2014). Möglicherweise trifft dieses Verhalten auch auf Meerschweinchen zu, die ohnehin für ihr wählerisches Fressverhalten bekannt sind (SCHRÖDER, 2000).

Neben der Betrachtung der Konfektionierung sind große Differenzen in den Roh Nährstoffgehalten der Versuchsfutter zu bemerken. Es zeigt sich ein deutlicher Unterschied vor allem im Bezug auf die Rohfaser- und Rohproteingehalte. Snack Crispy enthält 13,5 % Rohfaser und 15,5 % Rohprotein in der Trockensubstanz, während Vitakraft Pellets nur 6,8 % Rohfaser und 8,1 % Rohprotein enthält. HAMEL (2002) und GABRIEL (2016) empfehlen in der Gesamtration für Meerschweinchen 15 - 18 % Rohfasergehalt in der Trockensubstanz. Die vorgeschlagene Menge an Rohprotein variiert je nach AutorIn. Laut NAVIA u. HUNT (1976) sind 14 - 18 % Rohprotein in der Gesamtration zu empfehlen. Bezieht man sich auf diese Angaben, so muss bei der Beurteilung der Bevorzugung des roh faser- und rohproteinärmeren Futters in der vorgelegten Studie berücksichtigt werden, dass die Versuchstiere ganztägig Zugang zu Heu und Grünfutter hatten und so ihren Bedarf an Rohfaser und Rohprotein decken konnten. Sie waren also bei der Wahl des Fertigmischfutters nicht darauf angewiesen, ihre Grundbedürfnisse zu stillen. Neben der Untersuchung der Roh Nährstoffgehalte mittels Weender Analyse, wurde der Anteil an N-freien Extraktstoffen rechnerisch ermittelt. N-freie Extraktstoffe zählen zu den organischen Substanzen wie Rohprotein, Rohfett und Rohfaser (JEROCH et al., 1999). Sie enthalten Polysaccharide, wie Glykogen und Stärke und ebenso Zucker wie Glucose, Fructose, Lactose, Maltose, Saccharose und Oligosaccharide (KAMPHUES et al., 2014). Vitakraft Pellets weisen mit 67,4 % den höchsten Wert an N-freien Extraktstoffen in der vorliegenden Studie auf. Snack Crispy mit 49,6 % den niedrigsten. Die zwei übrigen Versuchsfuttermittel befinden sich mit 59,2 % (JR Farm) und 57,8 % (Vitakraft Menü) an N-freien Extraktstoffen im Mittelfeld. REID (1963) untersuchte in einer Studie den Zusammenhang zwischen dem Proteingehalt der Ration und dem Körpergewicht, sowie dem Gewicht der einzelnen Organe von Meerschweinchen. Dabei gewann die Autorin zusätzlich die Information, dass Meerschweinchen geringfügig mehr von einem Futter aufnehmen, wenn Süßstoff zugesetzt wird. Das bevorzugte Fertigmischfutter des vorgelegten Futterwahlversuchs, Vitakrafts Pellets, enthält unter anderem Zuckerrübenmelasse und Topinambur. Beide Komponenten sind für süßlichen Geschmack bekannt und könnten eine Erklärung für die erhöhte Akzeptanz sein.

WENGER (1997) beobachtete bei Meerschweinchen eine hohe Akzeptanz für Fertigmischfutter mit Grünmehlpellets, was mit den Ergebnissen der vorliegenden Studie übereinstimmt.

Die vorliegende Studie legt den Schluss nahe, dass ein vielseitig gestaltetes Futter einen Anreiz zum Kauf des Produkts durch die Tierbesitzerin und den Tierbesitzer darstellt. Meerschweinchen hingegen scheinen einheitliche, leicht aufnehmbare Pellets zu bevorzugen. Wird, wie von Expertinnen und Experten empfohlen, der Bedarf an Roh Nährstoffen über Rau- und Grünfutter gedeckt, tendieren Meerschweinchen dazu süßlich schmeckende Fertigmischfutter zu verzehren. Abschließend muss bemerkt werden, dass ein gänzlicher Verzicht von getreidehaltigen Fertigmischfutter ernährungsphysiologisch zu bevorzugen ist.

5. Zusammenfassung

Meerschweinchen sind herbivore und folivore Tiere und zählen zur Ordnung der Nagetiere. Die anatomischen und physiologischen Besonderheiten ihres Verdauungstrakts machen sie zu perfekten Verwertern von Gräsern und Kräutern. Neben der Nutzung als Fleischlieferanten in Südamerika, werden sie in Europa vorwiegend als Labortiere gehalten. Darüber hinaus erfreuen sie sich immer größerer Beliebtheit als Heimtiere. Dies führt zu einem vielseitigen Angebot von Fertigmischfutter für Meerschweinchen unterschiedlicher Hersteller am Markt. Diese unterscheiden sich einerseits in Bezug auf ihre Zusammensetzung (Gehalt an Rohnährstoffen) und andererseits in ihrer Konfektionierung.

Ziel der vorliegenden Studie war es, Unterschiede in der Akzeptanz von Meerschweinchen gegenüber verschiedener im Handel erhältlicher Fertigmischfutter zu ermitteln. Darüber hinaus sollte festgestellt werden, ob mögliche Unterschiede mit der Konfektionierung oder mit den Inhaltsstoffen des Futters in Zusammenhang gebracht werden können.

Es wurden vier handelsübliche Fertigmischfutter für Meerschweinchen in einem Futterwahlversuch gegenübergestellt. Diese Fertigmischfutter wurden sowohl grobsinnlich als auch mittels Weender Analyse im Labor untersucht. Anschließend wurden sie zwölf Meerschweinchen angeboten. Jedes Futter wurde mit jedem anderen Futter paarweise über die Dauer von fünf Tagen bezüglich aufgenommener Gesamtmenge verglichen. Der Versuch erstreckte sich insgesamt über sechs Wochen. Die aufgenommenen Mengen der einzelnen Futtermittel wurden dokumentiert und die Ergebnisse statistisch ausgewertet.

Das signifikant am häufigsten aufgenommene Fertigmischfutter war Vitakraft Pellets. Dieses Futter zeichnete sich durch seine einheitliche Konfektionierung sowie einen besonders niedrigen Gehalt an Rohasche, Rohprotein und Rohfaser aus. Die drei anderen Fertigmischfutter bestanden aus ähnlich zahlreichen, unterschiedlich konfektionierten Einzelbestandteilen. Die niedrigste Akzeptanz wurde für das Fertigmischfutter Snack Crispy ermittelt. Dieses Futter enthielt auffallend große Einzelbestandteile sowie den höchsten Anteil an Rohfaser und Rohprotein. Die Fertigmischfutter JR Farm und Vitakraft Menü unterschieden sich hinsichtlich ihrer durchschnittlich aufgenommenen Menge pro Tag nicht signifikant voneinander. Alle anderen Vergleiche fielen signifikant aus. Sowohl JR Farm als auch Vitakraft Menü wurden in größeren Mengen als Snack Crispy aufgenommen, jedoch in kleineren Mengen als Vitakraft Pellets.

Die vorgelegte Studie unterstreicht die Annahme, dass Meerschweinchen bevorzugt pelletierte Fertigmischfutter einheitlicher Konfektionierung und geringer Größe bevorzugen. Weiters legen die

Ergebnisse der vorliegenden Studie die Annahme nahe, dass Meerschweinchen süßlich schmeckende Pellets bevorzugen. Dieser Geschmack wird im Futter Vitakraft Pellets durch Zuckerrübenmelasse erreicht.

6. Summary

Guinea pigs are herbivorous rodents with special anatomic and physiologic characteristics to metabolise grass and herbs. People in South America keep them for their meat since thousands of years. However, more recently they are also used as laboratory animals and kept as pets. This leads to a wide variety of compound feeds for guinea pigs on the market that vary regarding their composition, nutrient content and also the formulation and size of particles.

The aim of the present study was to determine whether guinea pigs show variable acceptability to different compound feeds and if they are related to differences in nutrient content or particle size.

Four commercially available compound feeds for guinea pigs were surveyed in this study. They were sensorially analyzed and their composition of nutritional values was determined by Weender analysis (proximate analysis). Subsequently, they were offered to twelve guinea pigs to determine food selection behavior. Only two of the four compound feeds were offered at the same time for an hour a day for a total of five days. Each day, the ingested amount of food was measured for each guinea pig. Comparing each feed with one another ultimately led to a six-week trial. Finally, the obtained results were statistically evaluated.

The compound feed significantly most commonly selected by the guinea pigs was Vitakraft Pellets. This feed stands out due to its uniform compound size and relatively low contents of crude ash, crude protein, and crude fibre. In contrast, the other feeds consisted of numerous variably sized compounds. Snack Crispy was the feed least frequently selected by the animals in the present study. It contained compounds of remarkable size as well as the highest content of crude fibre and crude protein. Whereas no significant difference regarding the mean ingested amount per day was found for the feeds JR Farm and Vitakraft Menü, all other comparisons were statistically significant. Both, JR Farm as well as Vitakraft Menü were preferred over Snack Crispy.

The present study emphasises the assumption that guinea pigs prefer pelleted feeds of small and uniform compound size.

7. Literaturverzeichnis

ADOLPH P. 1994. Untersuchungen zum Energie- und Nährstoffbedarf adulter Meerschweinchen [Dissertation]. Hannover: Tierärztliche Hochschule Hannover

BURGER M. 1996. Vergleichende Verdaulichkeit bei Meerschweinchen [Dissertation]. Wien: Veterinärmedizinische Universität Wien

BUSEN S. 2011. Beobachtung zur Caecotrophie bzw. Koprophagie bei Meerschweinchen, Ratte und Gerbil [Diplomarbeit] Wien: Veterinärmedizinische Universität Wien

BROCK N., WILK H. 1962. Zur Ernährung der Laboratoriumstiere. Aulendorf in Württemberg: Editio Cantor Verlag

CAO Y., OKADA N., HASEGAWA M. 1997. Phylogenetic Position of Guinea Pigs Revisited. *Molecular Biology and Evolution* 14 (4): 461-464

COOPER G., SCHILLER A.L. 1975. Anatomy of the guinea pig. Cambridge Massachusetts: Harvard University Press

DRESCHER B., HAMEL I. 2012. Das Meerschweinchen als Heimtier. Stuttgart: Thieme-Verlag

EDIGER R. D. 1976. Care and Management. In: WAGNER J. E., MANNING P.J. The biology of the guinea pig. London: Academic Press

EWINGMANN A., GLÖCKNER B. 2012. Leitsymptome bei Meerschweinchen, Chinchilla und Degu: Diagnostischer Leitfaden und Therapie. Stuttgart: Enke Verlag

GABRIEL S. 2016. Praxisbuch Zahnmedizin beim Heimtier. Stuttgart: Enke Verlag

GÖBEL T., EWINGMANN A. 2005. Heimtierkrankheiten: Kleinsäuger, Amphibien, Reptilien. Stuttgart: Eugen Ulmer Verlag

GRAUR D., HIDE W.A., LI W-H. 1991. Is the guinea-pig a rodent? *Nature* 351: 649-651

HAMEL I. 2002. *Das Meerschweinchen als Patient*. Stuttgart: Enke-Verlag

HILLYER E.V., QUESENBERRY K.E., DONNELLY T.M. 1997. *Biology, Husbandry and Clinical Techniques of Guinea Pigs and Chinchillas*. In: HILLYER E.V., QUESENBERRY K.E. *Ferrets, Rabbits and Rodents - clinical medicine and surgery*. Philadelphia: Saunders Company

HIRSCH E. 1973. Some determinants of intake and patterns of feeding in the guinea pig. *Physiology and Behaviour*, 11: 687-704

HOLLMANN P. 1997. *Kleinsäuger als Heimtiere*. In: SAMBRAUS H.H., STEIGER A. *Das Buch vom Tierschutz*. Stuttgart: Enke Verlag

HOLTENIUS K., BJÖRNHAG G., 1985. The colonic separation mechanism in the guinea-pig (*Cavia porcellus*) and the chinchilla (*Chinchilla laniger*). *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology: Volume 82, Issue 3, Pages 537-542*

JEROCH H., DROCHNER W., SIMON O., 1999. *Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere: Ernährungsphysiologie, Futtermittelkunde, Fütterung*. Stuttgart: Ulmer-Verlag

JEROCH H., FLACHOWSKY G., WEISSBACH F. 1993. *Futtermittelkunde*. Stuttgart: Fischer-Verlag

KAMPHUES J., COENEN M., KIENZLE E. 2014. *Supplemente zur Tierernährung*. Hannover: M. & H. Schaper GmbH

LANE-PETTER W., PEARSON A.E.G. 1971. *The Laboratory Animal - Principles and Practice*. London: Academic Press

NAVIA J. M., HUNT C. E. 1976. Nutrition, Nutritional diseases, and nutrition research applications. In: WAGNER J. E., MANNING P.J. *The biology of the guinea pig*. London: Academic Press

O'MALLEY B. 2008. Klinische Anatomie und Physiologie bei kleinen Heimtieren, Vögeln, Reptilien und Amphibien. München: Elsevier GmbH (Urban & Fischer Verlag)

OTTENSMEYER K.-L. 1997. Ein Beitrag zur tiergerechten Haltung des Meerschweinchens anhand der Literatur [Dissertation]. Hannover: Tierärztliche Hochschule Hannover

PFIRTER H.P. 1980. Die Bedeutung der Futterform bei Kraftfutter. In: BICKEL H, Hrsg. Palatability and flavour use in animal feeds. Zürich/Hamburg: Parey-Verlag

REID M.E. 1963. Nutritional studies with the guinea pig, IX Effect of dietary protein level on body weight and organ weights in young guinea pigs.. The Journal of Nutrition: 80. 25-32

ROTHER N., LAZARZ B. 2017. Haltungs- und fütterungsbedingte Erkrankungen beim Meerschweinchen. kleintier konkret, 20(S01): 31 - 36

SAKAGUCHI E., ITOH H., UCHIDA S., HORIGOME T. 1987. Fibre digestion and digesta retention time in rabbits, guinea pigs, rats and hamsters. The Journal of Nutrition 58, 149-158

SALOMON F., GEYER H., GILLE U. 2015. Anatomie für die Tiermedizin. Stuttgart: Enke Verlag

SAMBRAUS H.H., OSTERKORN. 1979. Futterprägung bei Meerschweinchen. Zentralblatt für Veterinärmedizin Reihe A

SCHARMANN W. 1997. Versuchstiere. In: SAMBRAUS H.H., STEIGER A. Das Buch vom Tierschutz. Stuttgart: Enke Verlag

SCHMIDT S. 2014. Der Unterschied in der bakteriologischen Flora zwischen Blinddarmkot und normalem Kot bei Meerschweinchen [Diplomarbeit]. Wien: Veterinärmedizinische Universität Wien

SCHNEIDER B., DÖRING D. 2017. Verhaltensberatung bei kleinen Heimtieren. Stuttgart: Schattauer-Verlag

SCHRÖDER A. 2000. Vergleichende Untersuchungen zur Futtermittelaufnahme von Zwergkaninchen, Meerschweinchen und Chinchilla bei Angebot unterschiedlich konfektionierter Einzel- und Mischfutter [Dissertation]. Hannover: Tierärztliche Hochschule Hannover

STANGL G. I. 2014. Zusammensetzung von Nahrung und Tier. In: KIRCHGESSNER M. Tierernährung. 14. Auflage. Frankfurt am Main: DLG-Verlag

STUPFEL A., PERRAMON V., GORULET H., THIERRY C., LEMERCERRE M., DAVERGNE J-L., MONVOISIN J., DA SILVA J. 1981. Light-dark and societal synchronization of respiratory and motor activities in laboratory mice, rats, guinea-pigs and quails. Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology

TAU A. 1992. Verdaulichkeit verschiedener Futtermittel beim Meerschweinchen in Abhängigkeit vom Rohfasergehalt [Dissertation]. Hannover: Tierärztliche Hochschule Hannover

WAGNER J. E., MANNING P.J. 1976. The biology of the guinea pig. London: Academic Press

WASEL E. 2014. Meerschweinchen. In: FEHR M., SASSENBURG L., ZWART P., Hrsg. Krankheiten der Heimtiere. 7. Auflage. Hannover: Schlütersche-Verlag

WENGER A. 1997. Vergleichende Untersuchungen zur Aufnahme und Verdaulichkeit verschiedener rohfaserreicher Rationen und Futtermittel bei Zwergkaninchen, Meerschweinchen und Chinchilla [Dissertation]. Hannover: Tierärztliche Hochschule Hannover

WOLF P. 2016. Antworten zu häufigen Fragen in der Fütterung von Kleinsäugetieren. kleintier konkret, 19 (S02): 10-16

WOLF P., BUCHER L., ZUMBROCK B., KAMPHUES J. 2008. Daten zur Wasseraufnahme bei Kleinsäugetieren und deren Bedeutung für die Heimtierhaltung. Kleintierpraxis 53: 217-223

ZWEYGARTH E. 1979. Einfluss der Futterqualität unter besonderer Berücksichtigung des Cellulosegehalts auf biologische Kriterien bei Meerschweinchen [Dissertation]. Berlin: freie Universität Berlin