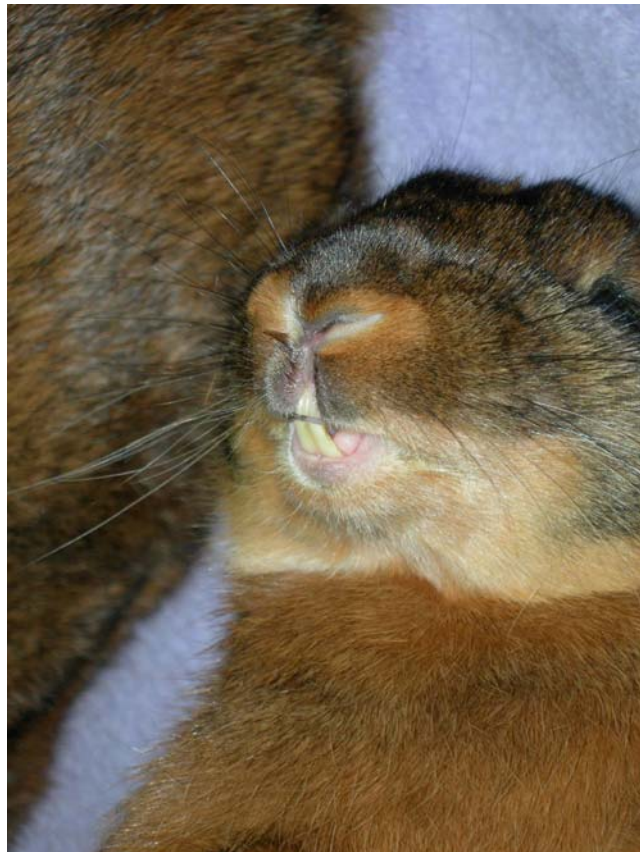


Gut gekaut ist halb verdaut

Das Verdauungssystem hat die Aufgabe, aus der aufgenommenen Futtermenge dem Körper die nötige Energie bereitzustellen, einerseits für die Aufrechterhaltung der Körperfunktionen wie Atmung, Herzschlag oder Darmbewegungen, andererseits für den Aufbau von Körpersubstanz wie Knochen, Fleisch, Fell oder Wolle. Auf seiner Internetseite „biologie du lapin“ erklärt Professor François Lebas, wie die Verdauung des Kaninchens und die davon betroffenen Organe funktionieren. Nachstehend detaillierte Informationen für diejenigen, die mehr über das Verdauungsverhalten des Kaninchens wissen möchte.

Bei einem erwachsenen Kaninchen einer mittleren Rasse hat der Verdauungstrakt eine Länge von etwa 4,5 bis 5 Meter. Der Verdauungstrakt beginnt dabei bereits im Mund: Die sechs Schneidezähne (vier oben, zwei unten) zerkleinern die Nahrung und wachsen kontinuierlich nach. Kaninchen haben total 22 Backenzähne, sie haben allerdings nur eine untergeordnete Rolle als Kauwerkzeuge. Wie die Menschen haben auch Kaninchen ein Milchgebiss, das aber ab dem 19. Tag durch das richtige ersetzt wird. Die Speicheldrüsen produzieren einen Speichel, der mit der Nahrung vermischt wird und der geringe Mengen Amylase enthält. Amylase ist ein Enzym, das den Abbau von Kohlehydraten bewirkt; die Verdauung beginnt also bereits im Mund.



Ein funktionstüchtiges Gebiss ist für Kaninchen lebensnotwendig, Missbildungen können die Nahrungsaufnahme verunmöglichen. Zudem brauchen Kaninchen regelmässig etwas zum Knabbern, damit die ständig nachwachsenden Zähne abgenutzt und geschärft werden.

Die Speiseröhre befindet sich zwischen der Luftröhre und der Wirbelsäule. Sie ermöglicht die Bewegung des Nahrungsbreis nur in Richtung des Magens. Es gibt nie einen Rückfluss vom Magen in Richtung Mund, auch nicht als Unfall. Kaninchen können also nicht erbrechen. Das Gaumensegel verschliesst beim Schlucken die Luftröhre, damit sich keine Brocken in den Luftweg verirren können.

Der Magen

Der Magen ist eine längliche Tasche, die mit Schleimhäuten ausgekleidet ist. Die Speiseröhre mündet im vorderen Teil in den Magen, auch Cardia genannt; hier wird die Nahrung schichtweise eingelagert, die Verdauungsvorgänge werden fortgesetzt. Am anderen Ende wird der Magen durch den Pylorus (Pfortner) begrenzt. Dieser besitzt einen kräftigen Schliessmuskel, der den Austritt des Mageninhaltes in Richtung Dünndarm reguliert.

Ein Gemisch aus Säuren und Enzymen

Die Magenwand sondert in erster Linie Salzsäure, Pepsin (Enzym des Magensaftes, das damit beginnt, Eiweisse aufzuspalten) und verschiedene Mineralien ab. Der pH-Wert ist immer sehr sauer, variiert jedoch stark im Verlaufe des Tages. Die starke Säuerung bewirkt das Verflüssigen von zahlreichen Substanzen, ebenso aktiviert das saure Milieu weitere Enzyme, die mit dem Eiweiss- und Fettabbau beginnen. Die Magensäure hat noch einen weiteren positiven Effekt: sie tötet Bakterien und Viren ab.

Die höchsten pH-Werte werden in Anwesenheit von Weichkot beobachtet (pH um 3,5), meistens liegt der pH-Wert des Magens jedoch zwischen 1,5 und 2,0. Die Absonderung von Pepsin und Elektrolyten variiert ebenfalls, vor allem aber in Abhängigkeit des Rhythmus, mit dem Weichkot aufgenommen wird. Je nach Tageszeit besteht der Mageninhalt eines 9-wöchigen Kaninchens aus 90 bis 120 Gramm Frischmasse. Der Gehalt an Trockenmasse variiert zwischen 16 und 21%. Die aufgenommenen Nahrungsteilchen halten sich im sehr sauren Milieu des Magens etwa zwei bis vier Stunden auf, sie werden dabei aber chemisch nur wenig verändert.



Die Weissen Wiener gehören mit einem Idealgewicht von 3,8 bis 4,2 kg zu den mittleren Rassen. In diesem ausgewachsenen Tier findet ein Verdauungstrakt von ca. 4,5 bis 5 Metern Länge Platz!

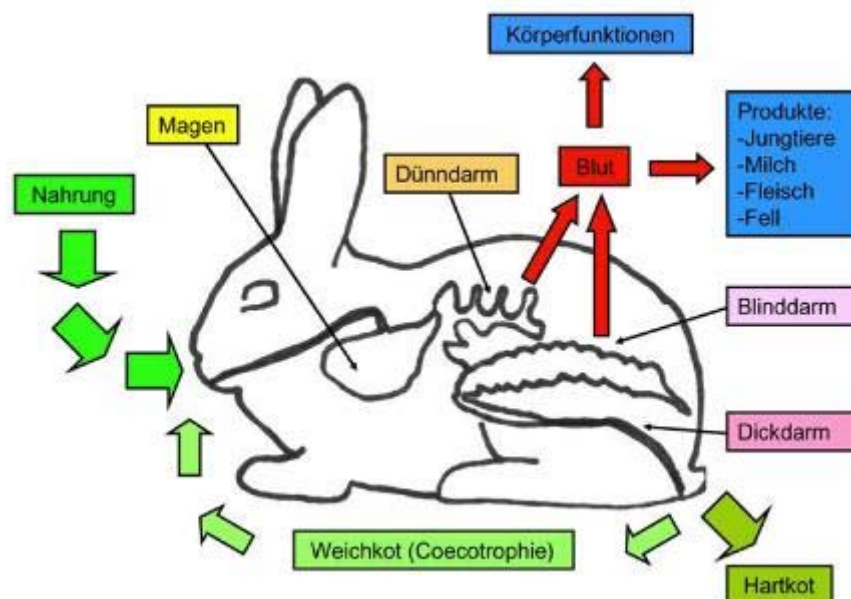
Bei sehr jungen Kaninchen (erste Woche) sondert die Magenschleimhaut ein Pepsin ab, das optimal arbeitet, wenn der pH-Wert zwischen 1,8 und 2,4 liegt, und eine andere Peptidase mit einem höheren pH. Nach 21 Tagen senkt sich der optimale pH-Bereich des Pepsins auf ungefähr 1,2 bis 1,8 ab, während die Peptidase bei einem Kaninchen im Alter von 45 bis 60 Tagen nicht mehr nachweisbar ist. Während der Säugetierzeit ist diese Peptidase für die Gerinnung der Milch im Magen zuständig. Die Absonderung von Pepsin wird erst ab einem Alter von ca. 30 Tagen mengenmässig wichtig. Umgekehrt erreicht die gastrische Lipase (ein Enzym, welches Fette aufspaltet) ihre maximale Produktion beim Kaninchen im Alter von 30 Tagen und nimmt dann zwischen dem 30. und 60. Tag bis im Alter von 6 Monaten schnell ab.

Kaninchen haben im Magenbereich eine sehr schwach ausgebildete Muskulatur, wodurch sie die Nahrung nicht aktiv in den Darm weiterdrücken können. Dies geschieht zum einen durch die Schwerkraft, zum andern durch den ständigen Nachschub. Hier ist der Kaninchenhalter gefordert: Kaninchen brauchen den ganzen Tag etwas zu fressen (zum Beispiel Heu); dies ist notwendig, damit der Verdauungsapparat in Schwung gehalten wird.

Die Funktion des Dünndarms

Der Dünndarm folgt auf den Pylorus, ist ungefähr 3 Meter lang und hat einen Durchmesser von 0,8 bis 1 cm. Er ist unterteilt in Zwölffingerdarm, Leerdarm und Krummdarm, das Schlusstück. Zwei wichtige Drüsen – die Leber und die Bauchspeicheldrüse – schütten ihre Absonderungen in den Dünndarm aus. Säfte von Galle und Bauchspeicheldrüse mit den darin enthaltenen Wirkstoffen spalten die Nahrung so weit auf, dass sie ins Blut aufgenommen werden kann.

Der Kanal, der die Galle aus der Leber heranzuführt, mündet in den vordern Teil des Zwölffingerdarms, direkt nach dem Pylorus. Die Öffnung des Gallenkanals wird durch einen Schliessmuskel reguliert. Beim Kaninchen wird die Galle praktisch kontinuierlich von der Leber abgesondert und dann bis zur Ausscheidung in der Gallenblase gelagert. Die Galle enthält die Gallensalze und zahlreiche organische Substanzen, aber kein einziges Enzym.



Diese Grafik zeigt den Weg der Nahrung im Kaninchen und benennt die wichtigsten Abschnitte, wie sie im Text beschrieben werden (nach www.cuniculture.info, 19.06.2006).

Der Bauchspeicheldrüsenkanal mündet in den Zwölffingerdarm, und zwar an dessen Ende, ca. 40 cm vom Pylorus entfernt. Der Bauchspeicheldrüsensaft enthält eine bedeutende Menge an Verdauungsenzymen, welche die Aufspaltung von Eiweissen, Stärke und Fetten ermöglichen. Die zahlreichen, in der Dünndarmwand enthaltenen Drüsen sondern ebenfalls mehrere Enzyme ab, welche diejenigen von der Bauchspeicheldrüse komplettieren. Durch die Wirkung dieser Enzyme werden leicht verdauliche Elemente freigesetzt, welche die Darmwand durchqueren und – nach der obligatorischen Durchquerung der Leber – über das Blut die Zellen des Körpers erreichen.

Der Inhalt des Dünndarms ist flüssig; es ist übrigens normal, Abschnitte von ca. 10 cm zu finden, die ganz leer sind. Der pH-Wert ist im ersten Teil leicht alkalisch (pH 7,2 bis 7,5) und wird kontinuierlich saurer um gegen Ende des Krummdarms Werte von 6,2 bis 6,5 zu erreichen. Der Dünndarm mündet in die Basis des Blinddarms: Die nicht verdauten Teilchen treten – nach total zirka eineinhalb Stunden im Dünndarm – in den Blinddarm ein.

Der Blinddarm ist keine nutzlose Sackgasse

Nach ihrem Aufenthalt im Dünndarm treten die nicht verdauten Nahrungsteilchen in den Blinddarm ein, wo sie eine gewisse Zeit, ca. 2 bis 12 Stunden, bleiben. Hier leisten Heerscharen von guten Bakterien wertvolle Dienste. Schwer verdauliche Pflanzenteile werden von ihnen aufgespalten, da das Kaninchen selber gar nicht dazu in der Lage wäre. So setzen sich verdauliche Elemente frei (hauptsächlich freie Fettsäuren), die verdaut werden und dann die Darmwand durchqueren und ins Blut gelangen. Neben der optimierten Energieverwertung (20 bis 30 Prozent des Energiebedarfs eines Kaninchens können alleine dank dieser Bakterien abgedeckt werden) sind die Bakterien auch noch für die Bildung von Vitaminen verantwortlich, einige aus der B-Reihe sowie Vitamin K.



Der Verdauungstrakt ist beim Jungtier im Verhältnis stärker entwickelt als bei einem erwachsenen Tier und hat bei einem Kaninchen einer mittleren Rasse die definitive Grösse bereits bei einem Lebendgewicht von 2,5 bis 2,7 kg erreicht, also wenn das Tier erst 60 bis 70% seines Erwachsenengewichts wiegt.

Die Wand des Blinddarms besteht aus lymphatischem Gewebe. Der Blinddarm formt wie der Magen eine Tasche, die ca. 40 bis 45 cm lang ist und einen mittleren Durchmesser von 3 bis 4 cm hat. Er enthält einen gleichmässigen Teig von 100 bis 120 g, der einen

Gehalt an Trockenmasse von 22% hat, der pH-Wert liegt nahe bei 6. Die Blinddarmwand faltet sich gegen innen zu einer Spirale mit 22 bis 25 Rundungen und erhöht so die Fläche der Schleimhaut, die mit dem Blinddarminhalt in Kontakt kommt. Der Wurmfortsatz am Ende des Blinddarms ist zirka 10 bis 12 cm lang und hat einen deutlich kleineren Durchmesser, seine Wand besteht ebenfalls aus lymphatischem Gewebe. Der Wurmfortsatz ist übrigens eine Besonderheit von Kaninchen und Hasen.

Der Blinddarm erscheint wie eine Sackgasse. Studien über die Funktion der Organe zeigen jedoch, dass dieser Behälter eine obligatorische Etappe darstellt. Der Inhalt wandert in der Mitte des Blinddarms von der Basis bis zur Spitze und kommt der Blinddarmwand entlang zur Basis zurück.

Der Dickdarm

Nach dem Blinddarm findet man einen ca. 1,5 m langen Dickdarm. Der Inhalt, der in den Dickdarm entleert wird, besteht zur Hälfte aus grossen und kleinen Nahrungsteilchen, die zuvor nicht verdaut worden sind, und zur anderen Hälfte aus Bakterien, die sich im Blinddarm entwickelt haben.. Der letzte Teil, der Mastdarm oder Rektum, endet im Anus, der Träger der Anldrüsen ist.

Die erstaunliche Funktionsweise des Grimmdarms

Wenn der Blinddarminhalt im frühen Morgen in den Grimmdarm gelangt, so wird er chemisch nur wenig umgewandelt. Die Darmwand sondert einen Schleim ab, der schrittweise die Kugeln umgibt, die vom Darminhalt durch Kontraktionen der Darmwand geformt worden sind. Diese „Kugeln“ werden in längliche Trauben gepresst, die Weichkot oder wissenschaftlich Caecotrophen genannt werden. Der Weichkot stammt direkt aus dem Blinddarm und durchläuft den Rest des Dickdarmes ohne weitere Verdauung.

Gelangt dagegen der Blinddarminhalt zu einer anderen Tageszeit in den Grimmdarm, endet er anders; da Kraft und Schnelligkeit der Kontraktionen im Grimmdarm anders sind, wird der Inhalt getrocknet – gewissermassen wie ein Schwamm, den man auspresst. Der flüssige Teil, der die löslichen und die feinen Teilchen enthält, wird zum grössten Teil in den Blinddarm zurückgedrängt. Der feste Teil, der vor allem aus grösseren Teilchen von mehr als 0,3 Millimetern besteht, formt den Hartkot: einzelne, harte Perlen von 3 bis 11 mm Durchmesser, die in der Einstreu enden. Dank dieser Doppelfunktion produziert der Grimmdarm zwei Arten von Kot, Hartkot und Caecotrophen.

	Hartkot	Caecotrophen
• Trockenmasse	53,3	27,1
• Eiweisse	13,1	29,5
• Zellulose	37,8	22,0
• Fette	2,6	2,4
• Mineralstoffe	8,9	10,8

Zusammensetzung der zwei Kotarten (Durchschnittswerte in %).

Die Caecotrophen werden – im Gegensatz zum Hartkot – vom Tier nach ihrer Ausscheidung vom Anus wieder aufgenommen. Beim Ausscheiden dreht sich das Kaninchen um und saugt die weichen Kugeln an, sobald sie aus dem Anus rauskommen, und schluckt sie dann, ohne sie zu kauen. Somit kann das Kaninchen die Caecotrophen ohne jeden Nachteil wieder aufnehmen, selbst auf einem Rostboden. Wenn der Züchter Weichkottrauben in den Boxen seiner Kaninchen beobachtet, heisst dies, dass sich die Tiere gestört fühlen. Dieses spezialisierte Kotfressen ist mit dem Verhalten von

Wiederkäuern vergleichbar; beide Verhaltensweisen haben zum Ziel, das von Bakterien produzierte Eiweiss für sich nutzbar zu machen.



Wiederkäuer (auf dem Bild ein Damhirsch) haben ein mehrteiliges Magensystem, um Dank der Hilfe von Mikroorganismen aus ihrer Nahrung ein Maximum an Nährstoffen zu gewinnen. Kaninchen haben nur einen Magen, sie hatten deshalb für das gleiche Problem eine andere Lösung zu finden: Sie fressen ihren eigenen Kot, um ihn ein zweites Mal zu verdauen.

Die Caecotrophie recycelt grosse Mengen Vitamine

Die Ausscheidung der beiden Kotarten ist zeitlich unterschiedlich: Weichkot wird in der Regel am Morgen oder Vormittag gefressen, während der Hartkot abends ausgeschieden wird. Dieses Abwechseln wird von einer Schaltzentrale im Rückenmark geregelt, kann aber vom Hirn willkürlich überstimmt werden, weshalb Hauskaninchen stubenrein gemacht werden können. Berücksichtigt man die Art der Nahrung und die Tatsache, dass einzelne Futterfraktionen ein, zwei, drei oder gar vier Mal recycelt werden, so dauert der Durchlauf durch den Verdauungstraktes des Kaninchens ungefähr 15 bis 30 Stunden (20 Stunden im Durchschnitt).

Die so wieder verdauten Bakterien (der Weichkot besteht gut zur Hälfte aus Bakterien) stellen eine beträchtliche Zufuhr an hochwertigen Eiweissen und wasserlöslichen Vitaminen dar. Die Caecotrophie ist also von einem nicht zu unterschätzenden Interesse für die Nahrungszufuhr. Bei einem gesunden Kaninchen, das ein ausgeglichenes Alleinfutter erhält, liefert die Caecotrophie dem Tier ungefähr 15 bis 25% der täglich aufgenommenen Eiweisse und die Gesamtmenge an Vitamin B und C. Diese Zufuhr an wasserlöslichen Vitaminen ist lebensnotwendig.

	Kaninchen	Rind
• Magen	34	70
• Dünndarm	11	19
• Blinddarm	49	3
• Dickdarm	6	8

Fassungsvermögen der einzelnen Abschnitte im Vergleich zum gesamten Verdauungsapparat (in %). Der Blinddarm ist beim Kaninchen überaus gross und füllt die Bauchhöhle fast völlig aus.

Rohfasern und Raufutter: Der Schlüssel zum Erfolg

Hingegen macht diese spezielle Funktionsweise eine Zufuhr von Ballast in Form von Raufutter nötig. Denn wenn das Futter nur wenig grobfaserige Bestandteile enthält und/oder diese leicht verdaulich sind, funktioniert die Verdrängung in den Blinddarm nur minimal und der Blinddarminhalt enthält nicht mehr genug Nahrung für die «normalen und gesunden» Bakterien, die darin leben. Daraus entsteht ein höheres Risiko, dass sich andere Bakterien in diesem nährstoffarmen Milieu entwickeln. Es entsteht ein völlig neues Gleichgewicht zwischen den Bakterien; die gewohnte Darmflora gerät in ein Ungleichgewicht, was schädlich sein kann. Es wird vermutet, dass dieses Ungleichgewicht in der Darmflora einen grossen Einfluss auf Tiereingänge beim Absetzen hat. Über die Nahrung muss also eine minimale Menge an Ballast zugeführt werden, die es den Tieren erlaubt, einen schnellen Verdauungsdurchlauf sicherzustellen und den Aufenthalt der Nahrung im Blinddarm zu reduzieren.

Text und Bilder: Marco Mehr